

## **BAB II**

### **TEORI PENUNJANG**

Pada bab ini membahas tentang teori dan komponen penunjang yang digunakan pada pembuatan sistem ini yang menggunakan standar protokol IEEE 802.15.4. Pembahasan ini mencakup *Wireless Sensor Network*, XBee, XBee Adapter, Arduino, XBee Shield, Ethernet Shield, KY-026, DHT-22, MQ-135, Website, MySQL, dan Atom

#### **2.1 *Wireless Sensor Network* (WSN)**

Secara umum *Wireless Sensor Network* (WSN) didefinisikan sebagai salah satu jenis jaringan *wireless* terdistribusi yang memanfaatkan teknologi *embedded system* (sistem benam) dan seperangkat *node* sensor untuk melakukan proses sensor, *monitoring*, pengiriman data, dan penyajian informasi ke pengguna, melalui komunikasi di Internet. Pada WSN harus terdapat beberapa *node* yang saling terhubung serta menjadi sebuah WSN. WSN memiliki tiga komponen utama yaitu Sensor, Aktuator dan Transduser. Sensor meliputi banyak jenis diantaranya adalah sensor kelembaban, radiasi, temperatur, tekanan, mekanik, gerakan, getaran, posisi, cahaya, dan lain-lain. Setiap sensor memiliki perangkat lunak dan perangkat keras masing-masing yang kemudian digabungkan dan dijalankan ke dalam sistem WSN. Aktuator merupakan perangkat keras yang digunakan untuk menampilkan keluaran (*output*) dari masukan yang diterima dari sensor sekaligus sebagai pengendali untuk beberapa buah perangkat. Sensor dan Aktuator membentuk Transduser, Transduser sendiri didefinisikan sebagai suatu hal baik benda nyata ataupun abstrak yang berfungsi untuk membantu terjadinya konversi energi dari bentuk satu ke bentuk lainnya sebagai akibat adanya kinerja yang dilakukan oleh sensor di dalam pemindaian lingkungan dan aktuator yang melakukan kontrol perangkat. Di dalam transduser ini perlu diketahui apa yang menjadi input dan apa yang menjadi *output* yang dapat diwujudkan berupa suhu, kecepatan, suara, dan lain lain [4].

### 2.1.1 Node pada WSN

Terdapat tiga buah node yang ada pada WSN yaitu, Sensor Node, Route Node, Coordinator Node.

1. Node Sensor

Node sensor merupakan node yang berfungsi untuk membaca data-data yang ada di lingkungan sesuai dengan objek yang akan dipantau untuk keperluan pembacaan atau penginderaan, node ini dapat dilengkapi dengan satu atau beberapa perangkat sensor.

2. Node Router

Node router merupakan node yang berfungsi untuk meneruskan paket data dari sebuah node ke node lain. Node ini berguna untuk keperluan komunikasi Multi Hop.

3. Node Koordinator

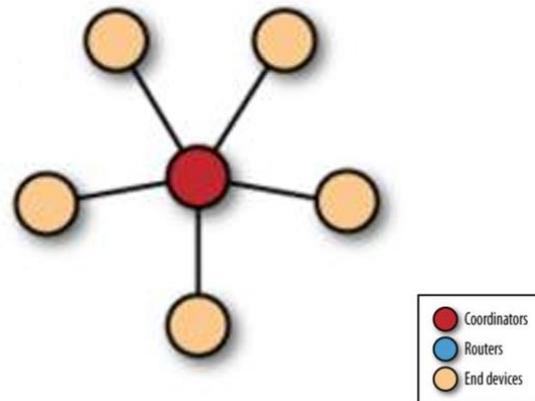
Node koordinator merupakan node yang berfungsi untuk mengumpulkan data penginderaan dari Sensor node kemudian meneruskannya ke perangkat atau sistem lain [4].

### 2.1.2 Topologi *Wireless Sensor Network*

Terdapat empat buah topologi utama yang umum digunakan pada WSN. Topologi tersebut adalah, topologi *Star*, topologi *Peer to Peer*, topologi *Tree*, dan topologi *Mesh*.

1. Topologi *Star*

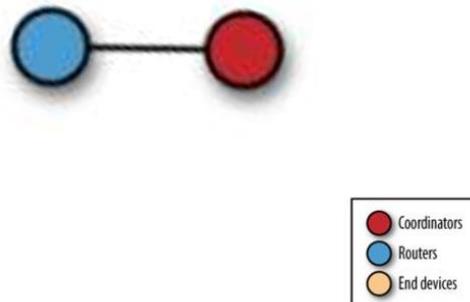
Topologi yang terdapat sebuah komputer yang menjadi pusat yang bertindak sebagai server dari semua komputer yang terhubung ke dalamnya. Di dalam implementasi pada WSN diwujudkan dalam bentuk penyediaan sebuah node sensor sebagai node pusat (server), dan semua node sensor lainnya terhubung ke node sensor pusat. Pada Gambar 2.1 merupakan topologi *star*.



Gambar 2.1 Topologi *Star*

## 2. Topologi *Peer to Peer*

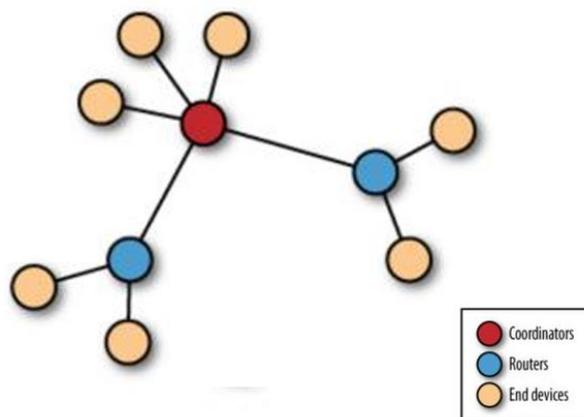
Topologi yang menggunakan konsep pemodelan *peer to peer*, di mana semua komputer dapat bertindak sebagai server sekaligus client dan saling berbagi satu sama lain. Implementasinya pada WSN dilakukan dengan cara meletakkan setiap node sensor pada lokasi yang ditentukan, lalu menghubungkan satu sama lain yang mana setiap node sensor bertindak sebagai *peer*. Pada Gambar 2.2 merupakan topologi *peer to peer*.



Gambar 2.2 Topologi *Peer to Peer*

## 3. Topologi *Tree*

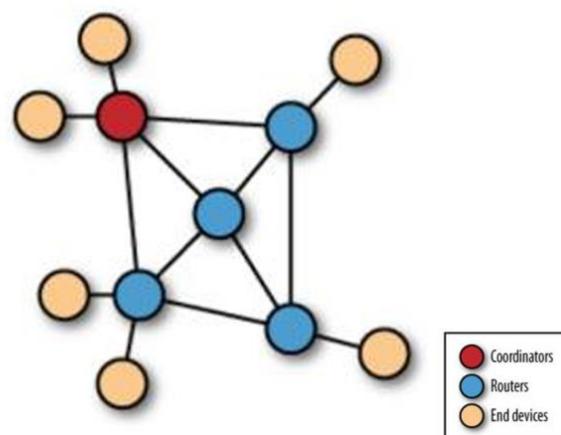
Topologi yang terdapat level-level di dalamnya yang menggunakan koneksi topologi *peer to peer*, level tertinggi menjadi pusat dari level dibawahnya, dan begitu seterusnya. Pada implementasinya pada WSN, Topologi *Tree* yang digunakan juga sama seperti pada jaringan komputer umumnya. Pada Gambar 2.3 merupakan topologi *tree*.



Gambar 2.3 Topologi *Tree*

#### 4. Topologi *Mesh*

Topologi yang menghubungkan semua komputer secara penuh. Pada hampir semua teknologi *Wireless Network* menggunakan Topologi *Mesh*. Topologi *Mesh* dibedakan menjadi Topologi *Mesh Full* dan Topologi *Mesh Partial*. Topologi *Mesh Full* menampilkan kompleksitas yang lebih tinggi dibandingkan dengan Topologi *Mesh Partial*, di mana semua komputer saling terhubung satu sama lain. Sedangkan pada Topologi *Mesh Partial*, hanya beberapa saja yang saling terhubung. Dengan begini maka terdapat beberapa jalur yang bisa dipilih untuk mengirimkan pesan atau paket data menuju komputer tujuan dari komputer asal. Pada Gambar 2.4 merupakan topologi *mesh*.



Gambar 2.4 Topologi *Mesh*

## 2.2 XBee

XBee merupakan sebuah teknologi dan protokol jaringan komputer dengan standar IEEE 802.15.4 yang dapat menghubungkan semua perangkat dengan cepat, memiliki transfer rate sekitar 250 Kbps, daya tampung yang banyak, dan konsumsi daya yang rendah. XBee berjalan pada frekuensi 2,4GHz dengan 16 buah channel di dalamnya. XBee terdiri atas sejumlah layer terstruktur dan memiliki hubungan erat dengan layer-layer di dalam jaringan komputer. Misalnya dengan *Medium Access Control* (MAC), yang berkaitan dengan pengalamatan secara fisik pada komputer dan perangkat terhubung lainnya di dalam jaringan komputer. Pada jaringan XBee terdapat tiga-tipe perangkat yaitu:

1. *Coordinator*
2. Router
3. *End device*

*Coordinator* berfungsi sebagai server yang akan menangani router maupun *End device* pada XBee, Router berfungsi untuk memperluas cakupan wilayah dari XBee dan juga dapat menyediakan *route* cadangan jika terjadi masalah pada *route* normal, sedangkan *End device* merupakan perangkat yang dapat menerima dan mengirim pesan dengan syarat harus terhubung dengan router maupun *coordinator*.

Modul XBee S2C dibuat untuk menggantikan modul terdahulunya yaitu XBee S1 dan XBee S2 guna mendukung komunikasi wireless dengan daya yang rendah, murah. Modul XBee S2C beroperasi pada frekuensi 2,4 GHz. Pada Gambar 2.5 merupakan bentuk XBee S2C.



Gambar 2.5 Bentuk XBee S2C

Modul terbaru ini sangat baik dalam komunikasi UART dan SPI. Selain itu modul ini lebih cepat pada saat proses transmisi data serta memiliki RAM yang lebih besar dan memori *flash* dengan konsumsi daya yang jauh lebih sedikit. Pada Tabel 2.1 adalah perbandingan antara modul XBee S1, S2, dan S2C.

Tabel 2.1 Perbandingan antara XBee S1, S2, dan S2C

Status	XBee S1	XBee S2	XBee S2C
<i>Indoor/Urban range</i>	Up to 100 ft. (30m)	Up to 133 ft. (40m)	Up to 200 ft. (60m)
<i>Outdoor RF line-of-sight range</i>	Up to 300 ft. (100m)	Up to 400 ft. (120m)	Up to 4000 ft. (1200m)
<i>Transmit Power Output</i>	1 mW (0dbm)	2 mW (+3dbm)	6.3 mW (+8dBm) <i>Boost Mode</i> 3.1 mW (+ddBm) <i>Normal Mode</i>
<i>RD Data Rate</i>	250 Kbps	250 Kbps	250 Kbps
<i>Receiver Sensitivity</i>	-92dBm (1% PER)	-98dBm (1% PER)	-102dBm (1% PER) <i>Boost Mode</i> -100dBm (1% PER) <i>Normal Mode</i>
<i>Supply Voltage</i>	2.8 – 3.4 V	2.8 – 3.6 V	2.1 – 3.6 V
<i>Transmit Current (typical)</i>	45 mA (3.3 V)	40 mA (3.3 V)	45 mA (+8dBm) <i>Boost Mode</i> 33 mA (+5dBm) <i>Normal Mode</i>
<i>Idle/Receive Current (typical)</i>	50 mA (3.3 V)	40 mA (3.3 V)	31 mA (+8dBm) <i>Boost Mode</i> 28 mA (+5dBm) <i>Normal Mode</i>
<i>Power-down Current</i>	10 uA	1 uA	< 1uA
<i>Frequency</i>	ISM 2.4 GHz	ISM 2.4 GHz	ISM 2.4 GHz

### 2.3 Arduino

Arduino adalah sebuah perangkat *prototype* elektronik berbasis mikrokontroler yang fleksibel dan *open-source*, perangkat keras dan perangkat lunaknya mudah digunakan [4]. Terdapat beberapa kelebihan dari *board* Arduino adalah:

1. Tidak perlu perangkat *chip programmer* karena di dalamnya memiliki *bootloader* yang menangani program yang di-*upload* dari komputer.
2. Menggunakan bahasa pemrograman yang cukup mudah yaitu bahasa C, dan memiliki *library* yang cukup lengkap.
3. Menggunakan jalur USB untuk komunikasi serial maupun *upload* program.

Arduino yang digunakan pada sistem ini merupakan Arduino Uno Rev.3 yang merupakan *board* berbasis mikrokontroler pada ATmega328. *Board* ini memiliki 14 digital *input / output* pin (dimana 6 pin dapat digunakan sebagai *output PWM*), 6 input *analog*, 16 MHz osilator kristal, koneksi USB, *jack* listrik, dan tombol *reset* [5]. Arduino membutuhkan sumber tegangan operasional 5V DC yang bisa didapatkan dari colokan USB komputer atau laptop. Pada gambar 2.6 merupakan bentuk Arduino Uno.



Gambar 2.6 Bentuk Arduino Uno

#### 2.4 XBee Shield V03

XBee *shield* berfungsi untuk membantu Arduino berkomunikasi secara wireless. XBee *Shield* ini hanya memiliki satu *push button* untuk melakukan *restart* program dari awal dan terdapat dua selektor untuk program dan XBee, ketika ingin upload program ke Arduino, maka selektor yang dipakai adalah USB, dan jika ingin mengaktifkan XBee sehingga dapat berkomunikasi, maka selektor yang dipilih adalah XBee. Selain itu, *shield* ini juga tidak membutuhkan sumber tegangan eksternal, hanya dari Arduino saja *shield* ini dapat bekerja secara optimal. Pada Gambar 2.7 merupakan bentuk XBee Shield.



Gambar 2.7 Bentuk Xbee Shield V03

## 2.5 *Ethernet Shield*

*Ethernet Shield* berfungsi menambah kemampuan arduino *board* agar terhubung ke jaringan komputer. *Ethernet Shield* berbasis cip ethernet Wiznet W5100.

Pada ethernet *shield* terdapat sebuah slot micro-SD, yang dapat digunakan untuk menyimpan file yang dapat diakses melalui jaringan. *Onboard* micro-SD *card reader* diakses dengan menggunakan *SD library*. Arduino *board* berkomunikasi dengan W5100 dan SD card menggunakan bus SPI (*Serial Peripheral Interface*). Komunikasi ini diatur oleh *library* SPI.h dan Ethernet.h. Bus SPI menggunakan pin digital 11, 12 dan 13 pada Arduino Uno. Pada Gambar 2.8 merupakan bentuk Ethernet Shield.

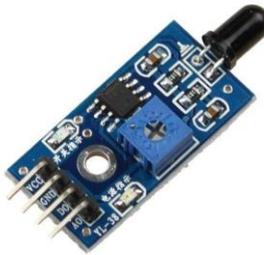


Gambar 2.8 Bentuk Ethernet Shield

## 2.6 **KY-026**

KY-026 merupakan salah satu alat instrument berupa sensor yang dapat mendeteksi nilai instensitas dan frekuensi api dalam suatu proses pembakaran.

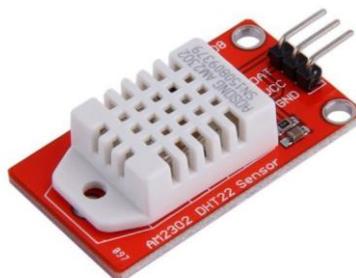
Kebanyakan cara kerja sensor api untuk mengidentifikasi/mendeteksi api dengan menggunakan metode optik seperti ultraviolet (UV), infrared (IR) *spectroscopy* dan pencitraan *visual flame*. Cara kerja sensor api dirancang untuk mendeteksi penyerapan cahaya pada panjang gelombang tertentu, yang memungkinkan alat ini untuk membedakan antara spektrum cahaya pada api dan sumber palsu. Pada Gambar 2.9 merupakan bentuk sensor api KY-026.



Gambar 2.9 Bentuk KY-026

## 2.7 DHT-22

DHT-22 adalah sensor suhu dan kelembaban, sensor ini memiliki keluaran berupa sinyal digital dengan konversi dan perhitungan dilakukan oleh MCU 8-bit terpadu. Sensor ini memiliki kalibrasi akurat dengan kompensasi suhu ruang penyesuaian dengan nilai koefisien tersimpan dalam memori OTP terpadu. Sensor DHT22 memiliki rentang pengukuran suhu dan kelembaban yang luas, DHT22 mampu mentransmisikan sinyal keluaran melewati kabel hingga 20 meter sehingga sesuai untuk ditempatkan di mana saja. Pada Gambar 2.10 merupakan bentuk sensor suhu dan kelembaban DHT-22.



Gambar 2.10 Bentuk DHT-22

## 2.8 MQ-135

MQ-135 *Air Quality* adalah sensor yang memonitor kualitas udara untuk mendeteksi Asap, gas amonia ( $\text{NH}_3$ ), natrium-(di)oksida ( $\text{NO}_x$ ), alkohol / ethanol ( $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ), benzena ( $\text{C}_6\text{H}_6$ ), karbondioksida ( $\text{CO}_2$ ), gas belerang / sulfur-hidroksida ( $\text{H}_2\text{S}$ ) dan asap / gas-gas lainnya di udara. Pada Gambar 2.11 merupakan bentuk sensor kualitas udara MQ-135.



Gambar 2.11 Bentuk MQ-135

Sensor ini melaporkan hasil deteksi kualitas udara berupa perubahan nilai resistensi analog di pin keluarannya. Pin keluaran ini bisa disambungkan dengan pin ADC (*analog-to-digital converter*) di mikrokontroler/pin analog *input* Arduino.

## 2.9 Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU)

Indeks Standar Pencemar Udara adalah penyampaian data kualitas udara kepada masyarakat yang menunjukkan seberapa bersih atau kotor udara yang ada di suatu area, serta menunjukkan tingkat kualitas yang menerangkan dampak dari pencemaran udara terhadap makhluk hidup, khususnya manusia. Pemerintah Indonesia menetapkan 5 parameter pencemar, yaitu partikel debu ( $\text{PM}_{10}$ ), sulfur dioksida ( $\text{SO}_2$ ), karbon monoksida ( $\text{CO}$ ), ozon ( $\text{O}_3$ ), dan nitrogen dioksida ( $\text{NO}_2$ ) [6]. Pada tabel 2.2 merupakan indeks standar pencemar udara.

Tabel 2.2 Indeks Standar Pencemar Udara

ISPU	Level Pencemaran Udara	Dampak Kesehatan
0 - 50	Baik	Tidak memberikan dampak bagi kesehatan manusia atau hewan
51 -100	Sedang	Tidak berpengaruh pada kesehatan manusia ataupun hewan tetapi berpengaruh pada tumbuhan yang peka
101 - 199	Tidak Sehat	Bersifat merugikan pada manusia ataupun kelompok hewan yang peka atau dapat menimbulkan kerusakan pada tumbuhan ataupun nilai estetika
200 - 299	Sangat Tidak Sehat	Kualitas udara yang dapat merugikan kesehatan pada sejumlah segmen populasi yang terpapar
300 - 500	Berbahaya	Kualitas udara berbahaya yang secara umum dapat merugikan kesehatan yang serius pada populasi

### 2.10 Antarmuka Berbasis Web

Yang dimaksud dengan antarmuka web atau antarmuka berbasis web adalah antarmuka yang dijalankan melalui *browser*. Antarmuka seperti ini pertama kali dibangun hanya dengan menggunakan bahasa yang disebut dengan HTML (*HyperText Markup Language*) dan protokol yang digunakan dinamakan HTTP (*HyperText Transfer Protokol*). Namun, tentu saja hal seperti ini memiliki kelemahan. Semua perubahan harus dilakukan pada level antarmuka. Pada perkembangan berikutnya, sejumlah skrip dan objek dikembangkan untuk memperluas kemampuan HTML. Pada saat ini, banyak skrip seperti itu antara lain yaitu PHP, ASP, ASP.NET sedangkan contoh yang berupa objek antara lain adalah applet (Java).

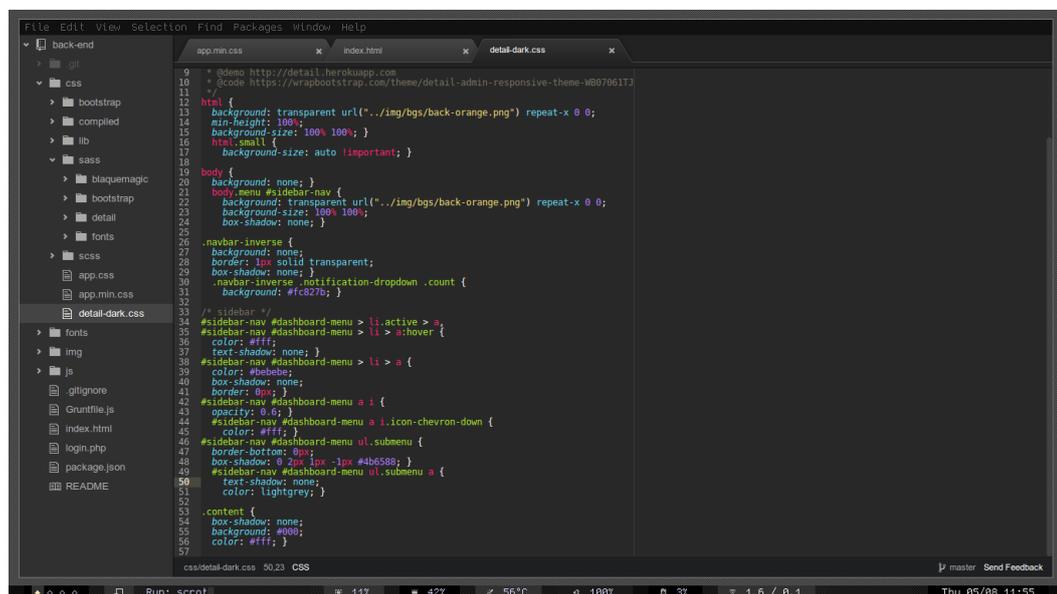
### 2.11 MySQL

MySQL adalah *Relational Database Management Sistem* (RDBMS) yang didistribusikan secara gratis di bawah lisensi *General Public license* (GPL). Dimana setiap orang bebas untuk menggunakan, namun tidak boleh dijadikan produk turunan yang bersifat *closed source* atau komersil.

MySQL sebenarnya merupakan turunan salah satu konsep utama dalam *database* sejak lama yaitu SQL (*Structure Query Language*). SQL adalah bahasa standar yang digunakan untuk mengakses database server. Bahasa ini pada awalnya dikembangkan oleh IBM, namun telah di adopsi dan digunakan sebagai standar industri. Dengan menggunakan SQL, proses akses *database* menjadi lebih mudah dibandingkan dengan menggunakan perintah-perintah pemrograman dBASE atau *Clipper* yang masih menggunakan perintah-perintah pemrograman.

## 2.12 Atom

Atom adalah sebuah *Text Editor* yang dibuat oleh GitHub yang bersifat *open source* dan tersedia untuk sistem operasi GNU/Linux, Windows ataupun OSX. Atom mendukung banyak bahasa pemrograman seperti C, Python, Ruby, HTML, PHP, dan yang lainnya. Pada Gambar 2.12 merupakan tampilan antarmuka Atom.



Gambar 2.12 Tampilan Antarmuka Atom