

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Wireless Sensor Network**

##### **2.1.1 Pengertian Dasar Wireless Sensor Network**

*Wireless Sensor Network* atau jaringan sensor nirkabel merupakan media nirkabel untuk membentuk bidang sensor. WSN umumnya terdiri dari kumpulan node sensor yang tersebar pada area tertentu yang digunakan untuk mengumpulkan data agar dapat memonitoring tentang suatu sistem atau lingkungan. *Monitoring* yang dilakukan seperti temperatur, kelembaban, tekanan, pergeseran dan lain-lain yang didukung secara otomatis dengan peralatan cerdas dalam mengelola sumber daya serta mengoptimalkan jadwal tugas secara *real-time* [9].

##### **2.1.2 Arsitektur Dasar WSN**

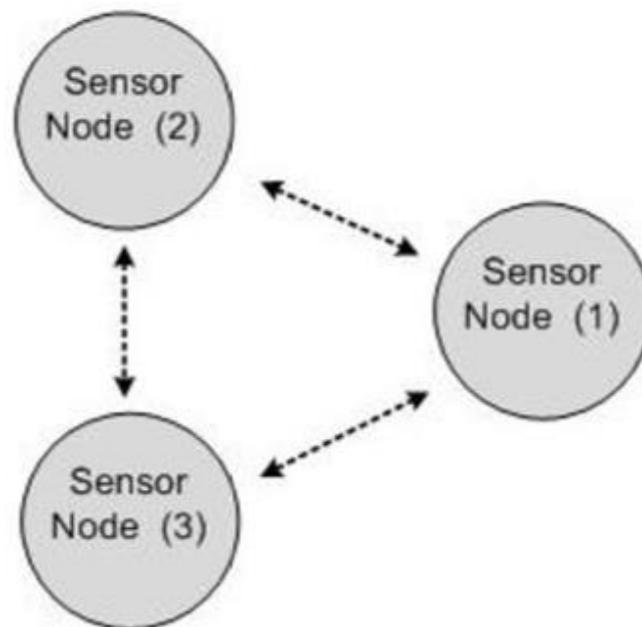
WSN memiliki arsitektur dasar yang wajib dimiliki. Penting untuk mengetahui apa yang dimaksud dengan RFD dan FFD pada jenis sensor serta masing-masing fungsi, prinsip dasar arsitektur, proses *Multi-Hop* di dalam WSN, Hubungan WSN dengan *gateway*, serta hubungan WSN dengan *node*.

#### 1. Tipe RFD dan FFD pada Arsitektur WSN

Dalam pengimplementasiannya dilapangan jaringan sensor *node-node* sensor saling berkomunikasi satu dengan yang lain dan saling bertukar data, sehingga sampai ke node tujuan. Kemudian *Gateway node* mengirimkan data-data tersebut ke *server*. Namun dalam jaringan sensor terdapat pilihan jenis *node* sensor yaitu RFD (*Reduced Function Device*) dan FFD (*Full Function Device*). RFD berfungsi keperluan *node* yang berfokus pada pengambilan data saja untuk menghemat daya. Sedangkan FFD selain berfungsi sebagai sensor, FFD juga berfungsi meneruskan data dari RFD maupun FFD yang lain.

## 2. Prinsip Dasar Arsitektur WSN

Arsitektur dasar WSN prinsipnya terdiri dari beberapa node sensor yang dapat saling berkomunikasi satu sama lain dengan bertujuan transfer data atau fungsi kontrol yang lain. Perangkat sensor terhubung secara *Ad Hoc* (dapat berkomunikasi langsung tanpa perantara jaringan lain) dan mendukung *Multi Hop*. Gambar 2.1 merupakan contoh arsitektur WSN.



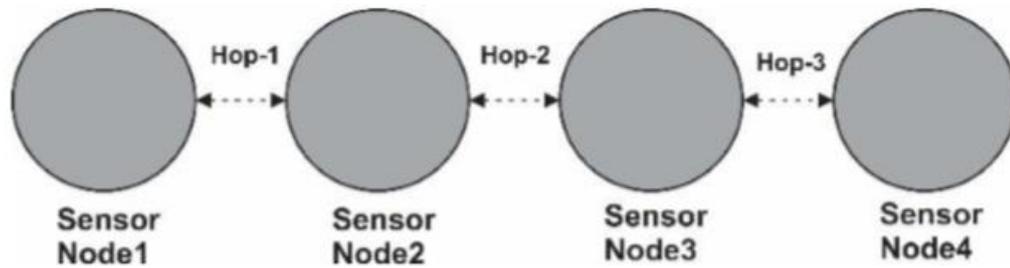
Gambar 2.1 Arsitektur WSN [15]

## 3. Kemampuan Multi Hop pada WSN

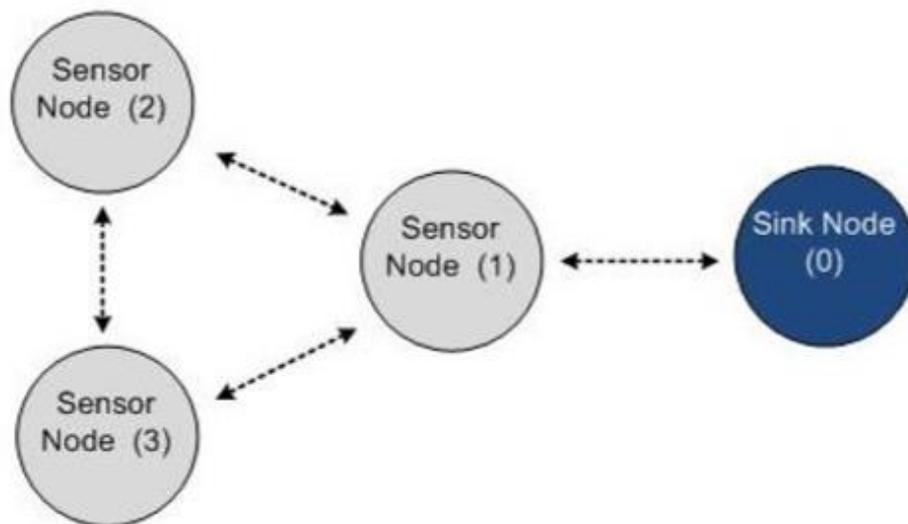
*Wireless Sensor Network* mempunyai kemampuan *Multi Hop*, yang memungkinkan setiap node dapat berkomunikasi dengan sensor yang lain dengan menggunakan sensor yang di tengahnya sebagai perantara (berperan sebagai *Router*). Sebagai ilustrasi dapat dilihat pada Gambar 2.2.

#### 4. WSN dan *Sink Node*

Sebuah WSN dapat terdiri dari banyak sensor node dan sebuah *Sink Node*. *Sink node* dapat berupa pengumpul data (*Data Collector*) atau sebagai *Gateway* (pintu gerbang) ke jaringan internet. *Sink node* dapat dikatakan node paling ujung, ilustrasi dapat dilihat pada gambar dibawah



Gambar 2.2 WSN dengan *Multi Hop Linear* [15]



Gambar 2.3 WSN dengan *Sink Node* [15]

## 5. WSN dan Node

Dengan demikian, sebuah WSN dapat disimpulkan sebagai kumpulan dari beberapa node dengan peran dan fungsi masing-masing. Fungsi masing-masing node dibedakan berdasarkan kebutuhan yang ada dilapangan seperti berikut:

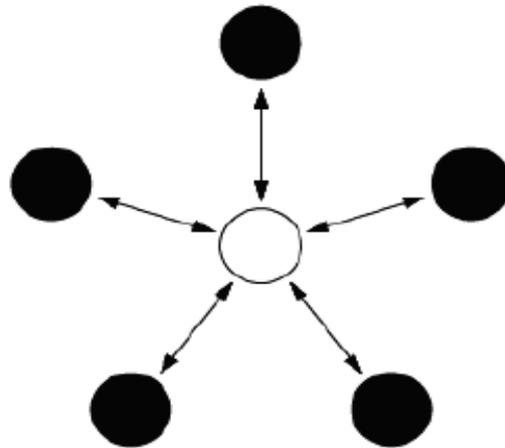
- a. Sensor node digunakan sebagai membaca data-data yang ada dilingkungan sesuai objek yang dipantau.
- b. *Route* node berfungsi untuk meneruskan paket data ke node yang lain. Node ini berfungsi sebagai komunikasi *Multi Hop*. Sensor node juga dapat berfungsi sebagai *router* node.
- c. *Sink* node atau *gateway* node berfungsi sebagai menyimpan data yang dikirimkan dari sensor node, kemudian meneruskanya ke jaringan internet [10].

### 2.1.3 Struktur Jaringan Topologi WSN

Struktur WSN umumnya memiliki 3 jaringan khas yang sering dipakai untuk membangun suatu WSN, jaringan tersebut merupakan :

#### 1. Topologi Star

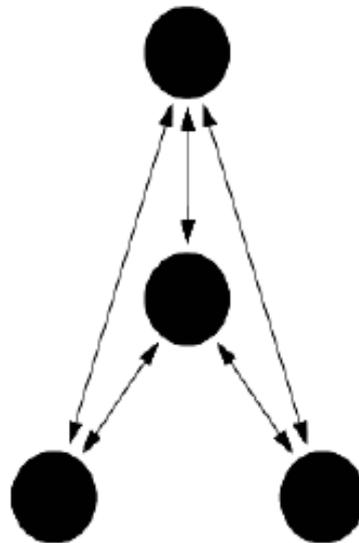
Jaringan bintang adalah topologi komunikasi tempat stasiun induk tunggal dapat mengirim atau menerima pesan ke sejumlah node jauh. Simpul remote tidak diizinkan untuk mengirim pesan satu sama lain [11]. Pada gambar 2.4 topologi bintang adalah arsitektur *single-hop point-to-point* di mana setiap sensor node terhubung langsung ke node *sink*. Ini berpotensi menggunakan paling sedikit kekuatan di antara ketiganya arsitektur topologi [12].



Gambar 2.4 Topologi Star [12]

## 2. Topologi Mesh

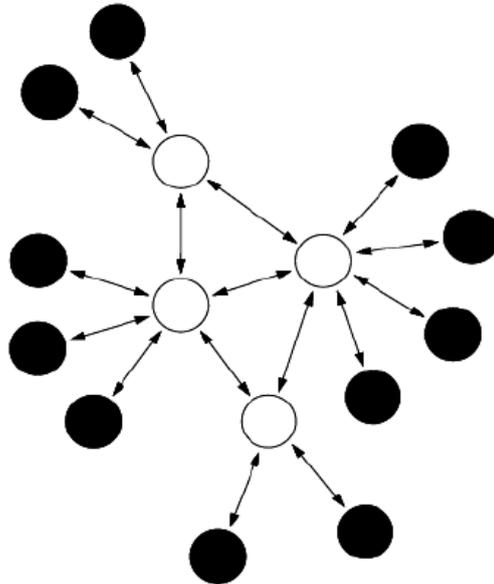
Topologi mesh adalah arsitektur *multi-hopping* satu-ke-banyak di mana masing-masing node router terhubung ke beberapa node. Keuntungannya atas topologi mesh termasuk rentang yang lebih panjang jarak transmisi, penurunan kehilangan data, dan kemampuan komunikasi penyembuhan diri yang lebih tinggi. Namun, kerugiannya adalah pada biaya latensi yang lebih tinggi dan konsumsi daya yang lebih tinggi[11]. Topologi mesh dapat dilihat pada gambar 2.5. Jaringan *mesh* memungkinkan transmisi data dari satu node ke node lain di jaringan yang berada dalam jangkauan transmisi radionya. Kerugian dari jenis jaringan ini adalah konsumsi daya untuk node yang menerapkan komunikasi multi-hop pada umumnya lebih tinggi daripada node yang tidak memiliki kemampuan ini, seringkali membatasi masa pakai baterai. Selain itu, karena jumlah hop komunikasi ke tujuan meningkat, waktu untuk menyampaikan pesan juga meningkat, terutama jika operasi dengan daya rendah dari simpul adalah persyaratan[12]



Gambar 2.5 Topologi Mesh [12]

### 3. Topologi Tree

Topologi Tree adalah arsitektur hibrida bintang-mesh. Dibutuhkan keuntungan dari konsumsi daya rendah dan arsitektur sederhana dari topologi bintang, serta jangkauan diperpanjang dan toleransi kesalahan dari satu mesh. Namun, mungkin ada beberapa latensi [11]. Pada topologi jaringan ini, node sensor dengan daya terendah tidak diaktifkan dengan kemampuan untuk meneruskan pesan.. Umumnya, node dengan kemampuan multi-hop adalah daya yang lebih tinggi, dan jika mungkin, sering dihubungkan ke saluran listrik. Ini adalah topologi yang diimplementasikan oleh jaring jaringan *mesh* [12]. Topologi Tree dapat dilihat pada gambar 2.6.



Gambar 2.6 Topologi Tree [12]

#### 2.1.4 Aplikasi Sistem *Wireless Sensor Network*

Wireless Sensor Network atau jaringan sensor nirkabel telah mendapatkan popularitas yang cukup besar karena fleksibilitasnya dalam memecahkan masalah di berbagai domain aplikasi dan berpotensi untuk mengubah hidup dengan berbagai cara. WSN telah berhasil diterapkan di berbagai domain aplikasi dan aspek kehidupan. Jaringan sensor saat ini (SNs) dapat memanfaatkan teknologi tidak tersedia 20 tahun yang lalu dan melakukan fungsi yang tidak terbayangkan saat itu. Sensor, prosesor, dan perangkat komunikasi menjadi semakin kecil dan lebih murah [13].

Aplikasi militer: WSN dapat diterapkan pada aplikasi di militer seperti intelijen, pengawasan di medan perang, bagian integral dari komando militer, kontrol, komunikasi, komputasi, sistem pengintaian dan penargetan. Mobile robot war merupakan pengaplikasian dari WSN sehingga manusia bisa melakukan pertahanan hanya dengan sebuah robot sebagai pengganti manusia.

Area monitoring: Di area monitoring, node sensor dikerahkan di atas wilayah dimana beberapa fenomena dipantau. Bila sensor mendeteksi kejadian yang dipantau (panas, tekanan dll), kejadian tersebut dilaporkan ke base station, yang kemudian akan diambil tindakan yang tepat.

Transportasi: Informasi lalu lintas *real-time* dikumpulkan oleh WSN untuk kemudian dikirimkan model transportasi dan driver peringatan kemacetan dan masalah lalu lintas. Informasi pelanggaran yang diterima dari transportasi juga termasuk WSN *real time* karena dari data yang dikumpulkan oleh cctv langsung dikirim ke *server database* [14].

Pengamatan Lingkungan: Jaringan sensor dapat digunakan untuk mengawasi perubahan di lingkungan sekitar kita. Contohnya adalah deteksi polusi air sungai yang berlokasi dekat pabrik kimia. Node sensor dapat disebarkan secara acak ditempat yang tidak diketahui dan tidak bersahabat serta dapat mencari tahu lokasi polusi dengan tepat, sehingga dapat dilakukan tindakan pencegahan. Contoh lain pendeteksian polusi udara, monitoring habitat binatang serta monitoring salju atau lahan kritis untuk mencegah dan menghindari terjadinya longsor.

Pemantauan Gedung: Sensor dapat digunakan pada gedung besar atau pabrik untuk memonitor perubahan iklim. Thermostat dan sensor suhu disebarkan diseluruh gedung. Sebagai tambahan, sensor dapat digunakan untuk memantau getaran yang dapat merusak struktur bangunan.

Pelayanan Kesehatan: Sensor dapat digunakan pada aplikasi biomedikal untuk meningkatkan mutu pelayanan. Sensor juga dapat ditanamkan dalam tubuh untuk memonitor masalah kesehatan seperti kanker dan membantu pasien menjaga kesehatannya.

Pemantauan keamanan: Motion sensors yang dikombinasikan dengan automatic lock dapat digunakan untuk memantau keamanan suatu gedung atau ruangan dari tindakan kejahatan [15].

### 2.1.5 Penggunaan *Database* Dalam Sistem WSN

*Wireless Sensor Network* adalah teknologi yang melakukan proses sensing, kontrol, dan komunikasi untuk monitoring lingkungan secara pengukuran fisik. WSN terdiri dari beberapa node sensor, serta *base station* yang diimplementasikan dan dapat saling mengirimkan data menggunakan jaringan nirkabel. Setiap node sensor menggunakan modul jaringan nirkabel dalam komunikasinya dan mudah diterapkan pada lingkungan [16].

Pada WSN, node sensor disebar dengan tujuan untuk menangkap adanya gejala atau fenomena yang hendak diteliti. Jumlah node yang disebar dapat ditentukan sesuai kebutuhan dan tergantung beberapa faktor misalnya luas area, kemampuan *sensing node* dan sebagainya. Tiap node memiliki kemampuan untuk mengumpulkan data dan meroutingkannya kembali ke *Base Station*. Node sensor dapat mengumpulkan data dalam jumlah yang besar dari gejala yang timbul dari lingkungan sekitar. Node sensor tersebut memiliki kemampuan untuk merutekan data yang dikumpulkan ke node lain yang berdekatan. Data dikirimkan melalui transmisi radio akan diteruskan menuju BS (*Base Station*) yang merupakan penghubung antara node sensor dan user. Informasi tersebut dapat diakses melalui berbagai *platform* seperti koneksi internet atau satelit sehingga memungkinkan *user* untuk dapat mengakses secara *real time* melalui *remote server* [6].

Dalam paper [Ahmad Sabiq], melakukan penelitian yang berjudul “sistem *wireless sensor network* berbasis arduino uno dan Raspberry Pi untuk pemantauan kualitas udara di cempaka putih timur, Jakarta Pusat”. Pada penelitian ini dipaparkan pengembangan WSN pada platform perangkat keras open source, yaitu Arduino pada node sensor dan Raspberry Pi pada node sink. Setiap node terhubung melalui jaringan mesh berbasis Zigbee menggunakan modul Xbee Series-2. Dari hasil pengujian didapatkan sistem WSN yang dirancang dapat memantau data udara seperti suhu, kelembaban, kadar CO dan CO<sub>2</sub> serta menyimpannya ke dalam *database*. Informasi kualitas udara tersebut dapat

ditampilkan pada sink ataupun perangkat lain yang terhubung ke jaringan lokal melalui aplikasi web [17]. *Database* mampu menyimpan data yang dikirim oleh *wireless sensor network*.

*Database* yang umum digunakan dalam dunia *website* adalah *database MySQL*. SQL sendiri merupakan akronim dari “*structured Query language*” [18]. *MySQL* adalah sebuah *database relasional*. Pada *database* yang memiliki struktur relasional. Ada tabel-tabel yang menyimpan data. Setiap tabel terdiri dari kolom dan baris. Sebuah kolom mendefinisikan jenis informasi apa yang akan disimpan. Kita memerlukan kolom khusus untuk setiap jenis informasi yang ingin kita simpan (misalnya umur, tinggi, berat, alamat) Jika kolom mendefinisikan jenis informasi apa yang akan disimpan, maka sebuah baris adalah data aktual yang disimpan [19].

Pengembangan WSN dalam memantau suatu kondisi, umumnya dikembangkan berbasis pada sistem monitoring. Akan tetapi, pemanfaatan sistem monitoring menuntut pemantau untuk selalu siaga dalam memantau kondisi dari objek atau lingkungan, sehingga mengurangi mobilitas dan kenyamanan bagi pengguna dalam memantau suatu keadaan. Upaya pengembangan sistem yang bertujuan untuk meningkatkan intensitas dalam memantau WSN telah banyak dilakukan, salah satunya adalah dengan memanfaatkan jaringan internet [20].

Teknologi WSN dapat digunakan untuk memonitor beberapa hal seperti temperatur, kelembaban, kondisi cahaya, level derau, pergerakan suatu objek dan lain sebagainya. Sehingga dapat disimpulkan bahwa WSN adalah sebuah penghubung antara lingkungan fisik (*physical world*) dan dunia digital (*digital world*) [21]. Salah satunya yaitu data dari hasil monitoring WSN dapat ditampilkan pada web.

## 2.2 *MySQL* Sebagai Pengelola *Database*

*My Structured Query Language (MySQL)* adalah sebuah program pembuat dan pengelola *database* atau yang sering disebut *Database Management System (DBMS)*. sifat dari DBMS ini adalah *open source*. *MySQL* juga merupakan program pengakses *database* yang bersifat jaringan, sehingga dapat digunakan untuk aplikasi *multi user* (banyak pengguna). Kelebihan lain dari *MySQL* adalah menggunakan bahasa *query* (permintaan) standar SQL. SQL adalah suatu bahasa permintaan yang terstruktur, SQL telah distandarkan untuk semua program pengakses *database* [22].

*MySQL* sebenarnya merupakan turunan salah satu konsep utama dalam *database* sejak lama, yaitu SQL (*Structured Query Language*). SQL adalah sebuah konsep pengoperasian *database*, terutama untuk pemilihan atau seleksi dan pemasukan data, yang memungkinkan pengoperasian data dikerjakan dengan mudah secara otomatis. Keandalan suatu sistem *database (DBMS)* dapat diketahui dari cara kerja *optimizer*-nya dalam melakukan proses perintah-perintah SQL, yang dibuat oleh user maupun program-program aplikasinya [23].

## 2.3 *Hypertext Preprocessor (PHP)* Untuk Perancangan *Web*

PHP (*Hypertext Preprocessor*) merupakan bahasa pemrograman pada sisi *server* yang memperbolehkan programmer menyisipkan perintah – perintah perangkat lunak *web server (Apache, IIS, atau apapun)* akan dieksekusi sebelum perintah itu dikirim oleh halaman ke *browser* yang me-*request*-nya, contohnya adalah bagaimana memungkinkannya memasukkan tanggal sekarang pada sebuah halaman *web* setiap kali tampilan tanggal dibutuhkan. Sesuai dengan fungsinya yang berjalan di sisi *server* maka PHP adalah bahasa pemrograman yang digunakan untuk membangun teknologi *web application*. PHP telah menjadi bahasa *scripting* untuk keperluan umum yang pada awalnya hanya digunakan untuk pembangunan *web* yang menghasilkan halaman *web* dinamis. Untuk tujuan ini, kode PHP tertanam ke dalam dokumen sumber HTML dan diinterpretasikan

oleh *server web* dengan modul PHP prosesor, yang menghasilkan dokumen halaman *web*.

Keseluruhan halaman-halaman *web* terdapat dalam sebuah domain yang mengandung informasi disebut *Website*. Sebuah *website* biasanya dibangun atas banyak halaman *web* yang saling berhubungan. Hubungan antara satu halaman *web* dengan halaman *web* lainnya disebut dengan *hiperlink*, sedangkan *teks* yang dijadikan media penghubung disebut *hypertext*. *Website* pada umumnya menggunakan *database MySQL* dan untuk merancang web salah satunya menggunakan bahasa pemrograman PHP (*Hypertext Preprocessor*).

Sebagai bahasa pemrograman untuk tujuan umum, kode PHP diproses oleh aplikasi penerjemah dalam modus baris - baris perintah modus dan melakukan operasi yang diinginkan sesuai sistem operasi untuk menghasilkan keluaran program di channel *output* standar. Hal ini juga dapat berfungsi sebagai aplikasi grafis. PHP tersedia sebagai prosesor untuk *server web* yang paling *modern* dan sebagai penerjemah mandiri pada sebagian besar *system* operasi dan komputer *platform* [24][25].

## 2.4 Perbandingan Penelitian Sebelumnya

Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Sebelumnya

Penulis (Tahun)	Metode	Software	Hardware	Sensor	Kelebihan	Kekurangan
Aulia Medisina Ramadhan, et. al (2016)	Model <i>waterfall</i>	Web	-	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>- sistem informasi kampus hijau telah berhasil menampilkan data sensor dari beberapa node sensor, data sensor berdasarkan waktu dalam bentuk grafik secara <i>realtime</i> dan telah berhasil menampilkan peta lokasi dengan data pada setiap node secara <i>realtime</i>.</li> <li>- Data lingkungan secara <i>real time</i> berupa karbon monoksida, nitrogen dioksida, partikel debu, suhu, kelembaban udara,</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tidak ada <i>back up server</i> sehingga tidak ada cadangan data.</li> <li>- Penambahan data sensor dilakukan secara manual yaitu melalui admin.</li> </ul>

					intensitas cahaya dan kelembaban tanah.	
Yogha Arieka Adnantha, et. al (2018)	Implementasi <i>Wireless Sensor Network</i>	Web	- 2 Sensor	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sensor DHT11 untuk mengukur suhu.</li> <li>- Sensor Soil Moisture untuk mengukur kelembaban tanah</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sistem mampu untuk memonitoring dan melakukan kontrol otomatis penurunan suhu dan mampu untuk meningkatkan kelembaban tanah.</li> <li>- Data hasil monitoring dan otomatisasi dikirim ke <i>web server</i> secara <i>wireless</i> sehingga memudahkan dalam pemantauan.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Jangkauan transmisi didapatkan bahwa jarak maksimum antara node dengan <i>access point</i> adalah 50 meter, dimana jika jarak lebih dari itu maka data tidak dapat terkirim ke <i>web server</i>.</li> </ul>

Dwi Intan Afidah, et. al (2014)	Menerapkan jaringan sensor nirkabel menggunakan modul nRF24L01+	Web	- 1 Sensor	- Sensor DHT11 untuk mengukur nilai suhu dan kelembaban .	- Terdapat modul NRF24L01+ yang merupakan modul komunikasi data yang handal sehingga data yang diterima oleh suatu node sesuai dengan data yang dikirim oleh node yang lain.	- Web hanya menampilkan data berdasarkan data yang dikirim. - Web tidak menampilkan data <i>history</i> dan grafik. - Jangkauan komunikasi sistem hanya pada kisaran maksimum 93 meter berdasarkan <i>datasheet</i> .
Yulfiani Fikri, et. al (2013)	Memfaatkan protokol TCP/IP	GUI ( <i>Graphic al User Interface</i> )	- 2 Sensor	- Sensor TGS sebagai sensor gas CO. - Sensor TGS 2201	- Sistem mampu mentransfer data antara perangkat <i>monitoring</i> , <i>server</i> , dan <i>database MySQL</i> melalui modul WIZ 110 SR. - GUI ini berfungsi	- Sistem dapat terkoneksi dengan peralatan apabila diberikan perintah secara manual dengan menekan tombol <i>connect</i> . - Perlunya perangkat <i>wireless</i> agar sistem dapat

				sebagai sensor gas NO2.	menampilkan data, mengirimkan data serta mengolahnya menjadi data yang dibutuhkan user berupa visual ataupun alarm.	diakses lebih mudah. - Pengolahan data pada <i>database</i> tidak menampilkan lebih rinci berdasar per jam atau per hari.
--	--	--	--	-------------------------	---	--

Leonard Agustinus, et. al (2015)	Memanfaatkan mikrokontroler AVR ATmega16	-	- 1 Sensor	- Sensor MQ-7 sebagai sensor gas CO.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Alat ini dapat bekerja mendeteksi kadar gas CO di udara sesuai dengan kriteria kualitas udara.</li> <li>- Terdapat LCD pada alat ini yang berfungsi menampilkan nilai resistansi dalam desimal dan menampilkan kondisi kadar gas CO</li> <li>- Alat ini menggunakan lampu indikator warna sebagai keluaran untuk memberikan informasi kadar gas CO di udara berdasarkan kriteria kualitas udara.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Hanya mendeteksi kadar CO.</li> <li>- Kadar CO hanya ditampilkan pada LCD.</li> </ul>
----------------------------------	--	---	------------	--------------------------------------	--	--