

# Perancangan Wireless Sensor Network Dalam Sistem Monitoring Lingkungan

**Devi Indah Pujiana**

Teknik Elektro  
Prodi D4Teknik Telekomunikasi  
Politeknik Negeri Sriwijaya  
Sumatera Selatan, Indonesia  
d.pujiana@yahoo.com

**Ade Silvia Handayani**

Teknik Elektro  
Prodi D4Teknik Telekomunikasi  
Politeknik Negeri Sriwijaya  
Sumatera Selatan, Indonesia  
ade\_silvia@polsri.ac.id

**Aryanti**

Teknik Elektro  
Prodi D4Teknik Telekomunikasi  
Politeknik Negeri Sriwijaya  
Sumatera Selatan, Indonesia  
aryanti@polsri.ac.id

**Abstract**— Paper ini menyajikan perancangan Wireless Sensor Network sebagai sistem monitoring lingkungan dengan memantau kondisi temperatur udara, kelembaban, CO<sub>2</sub>, suhu dan lain-lain. Sistem monitoring lingkungan ini diharapkan mampu memberikan solusi terhadap masalah kondisi lingkungan saat ini. Perancangan WSN ini lebih praktis, dan menggunakan komponen yang mudah ditemukan serta biaya yang diperlukan terjangkau.

**Keywords**—Wireless Sensor Network, Komunikasi Xbee, Fuzzy, Monitoring Lingkungan, Mobile Robot.

## I. PENDAHULUAN

Wireless Sensor Network atau jaringan sensor nirkabel merupakan media nirkabel untuk membentuk bidang sensor. WSN umunya 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 [1].

Tugas-tugas yang dijalankan WSN secara real-time dapat diaplikasikan pada kehidupan nyata seperti dalam tanggap darurat bencana, komunikasi, transportasi, otomasi pabrik, pada bidang militer untuk surveilans medan tempur, pemantauan habitat, aplikasi kesehatan, pelacakan target, pemantau lingkungan dan lain-lain [2].

Pada sistem monitoring lingkungan WSN merupakan sebuah peralatan yang penting dalam memprediksi masa depan spesies dan lingkungan. Sebagai contoh, informasi telah dikumpulkan dari habitat hewan [3], pemantauan aktivitas vulkanik [4] dan pemantauan lingkungan [5]. WSN pada pemantauan lingkungan telah dilakukan oleh beberapa ahli yang berhasil membuktikan bahwa WSN mampu memonitoring lingkungan dengan baik.

Pada paper Novian Habibie, dkk. [6] kemampuan WSN dalam sistem operasi secara real time, portable, low source dan sukses untuk memonitoring konsentrasi CO<sub>2</sub>. Namun pada riset ini hanya

mendeteksi konsentrasi dalam ruangan dan pada titik-titik lokasi tertentu [6].

Sementara pada paper Patricia Moreeale, dkk. [7] menghasilkan riset yang berjudul A Green Wireless Sensor Network for Environmental Monitoring and Risk Identification yang memiliki kemampuan memonitoring suhu, kelembaban, tekanan udara dan cahaya dan sistem dilakukan secara Real time. Secara keseluruhan kinerja model prediksi sudah positif. Namun tidak membuktikan bahwa sistem memiliki perluasan dan fungsionalitas untuk memprediksi pembacaan waktu dan tanggal [7].

Pemanfaatan WSN sebagai monitoring lingkungan telah berhasil dilakukan pada beberapa penelitian sebelumnya [3][4][5][6][7]. Jenis kondisi lingkungan yang dimantau bermacam-macam seperti suhu udara, kelembaban dan intensitas cahaya, serta kadar polusi udara (seperti CO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub>).

Pemantauan tentang kondisi lingkungan dengan menggunakan WSN merupakan aplikasi yang sangat potensial bagi kehidupan masyarakat secara keseluruhan. Dimana Indonesia merupakan wilayah rawan bencana yang memiliki tingkat rentan resiko bencana yang tinggi, maka dari itu perlunya peringatan dini yang diberikan terkait informasi kondisi lingkungan, sehingga mampu merespon yang tepat terhadap potensi bencana yang terjadi.

Pada penelitian ini akan merancang sebuah WSN atau jaringan sensor nirkabel, dengan kemampuan untuk memonitoring kondisi lingkungan. Kondisi lingkungan tersebut berupa suhu udara, kelembaban dan intensitas cahaya, serta kadar CO<sub>2</sub> dan asap rokok.

Sensor yang akan digunakan adalah sensor suhu, kelembaban, sensor intensitas cahaya, serta kadar CO<sub>2</sub> dan asap rokok. Kinerja dari sensor tersebut adalah mengumpulkan data dan berkomunikasi lingkungan jaringan ke sistem komputer, yang disebut, base station. Berdasarkan informasi tersebut dikumpulkan, base station mengambil keputusan dan kemudian node aktuator melakukan tindakan yang tepat atas lingkungan. Proses ini memungkinkan pengguna untuk merasakan dan mengendalikan lingkungan dari mana saja [8].

Strategi pengendalian yang digunakan adalah Fuzzy Analytic Hierarchy Process (FAHP), dimana FAHP merupakan metode untuk mengimplementasikan skema multi kriteria sehingga dapat memecahkan masalah yang kompleks.

Penggunaan FAHP ini banyak diterapkan dalam aplikasi industri dan bidang lainnya. Metode ini diterapkan agar pengendalian pada monitoring lingkungan dapat berkerja dan berkomunikasi dengan optimal.

Komunikasi yang optimal dalam penelitian monitoring lingkungan pada WSN ini menggunakan Xbee teknologi, dimana teknologi komunikasi ini beroperasi dan rentan terhadap gangguan dari jenis sinyal dengan frekuensi yang sama serta memiliki jangkauan hingga 100 meter diluar ruangan [14] sehingga dapat digunakan untuk lokalisasi dalam pemantauan outdoor dengan baik.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. *Wireless Sensor Network* Sebagai Monitoring Lingkungan

*Wireless Sensor Network* atau Jaringan sensor nirkabel merupakan perangkat otonom yang terdistribusi khusus menggunakan sensor dalam memantau kondisi fisik atau lingkungan, seperti suhu, suara, getaran, tekanan, gerakan di lokasi yang berbeda [8].

Dalam paper [Siti Nurmaini], WSN atau jaringan sensor nirkabel telah diimplementasikan dalam lahan pertanian, yang dapat memantau suhu udara, kelembaban dan intensitas cahaya sekitar di lahan panen. Pemantauan terus menerus terhadap variabel lingkungan utama ini dapat membantu petani dalam meningkatkan kualitas dan produktivitas tanaman pangan. Desain juga mencakup implementasi layanan jaringan yang diperlukan, manajemen daya, pemantauan status node sensor dan akses data jarak jauh [9].

Penggunaan WSN untuk memonitoring lingkungan dapat didukung dengan beberapa sensor seperti sensor suhu dan kelembaban, sensor intensitas cahaya, serta kadar CO<sub>2</sub>. Dalam hal ini sensor suhu dan kelembaban akan memantau suhu ekstrim, suhu maksimum dan minimum, suhu siang dan malam hari serta lingkungan dengan tingkat kelembaban yang berlebihan dan lingkungan dengan tingkat kelembaban yang rendah. Sementara untuk sensor kadar CO<sub>2</sub> akan memantau tingkat karbon yang berlebihan dan tingkat karbon yang rendah serta pemantauan intensitas cahaya yang menggunakan sensor cahaya[10].

Berdasarkan hal-hal diatas maka untuk penggunaan *Wireless Sensor Network* atau jaringan sensor nirkabel terhadap pemantauan suhu dan kelembaban digunakan sensor SHT11 yang akan mendeteksi perubahan suhu dan kelembaban udara pada lingkungan sekitar dan untuk memantau

perubahan kadar gas CO<sub>2</sub> pada lingkungan digunakan sensor gas MQ135 dan MQ7 yang merupakan sensor pendeteksi gas CO pada udara. Sensor MQ7 digunakan untuk mendeteksi keberadaan gas CO (karbon monoksida) yang merupakan gas hasil pembakaran dari rokok atau kendaraan bermotor dan sensor MQ135 ini memiliki sensitivitas yang tinggi terhadap ammonia, sulfida, asap dan digunakan untuk mendeteksi gas berbahaya lainnya, sementara untuk pemantauan intensitas cahaya menggunakan sensor cahaya seri TSL2561[10].

### B. Mikrokontroler sebagai Pemrosesan

Arduino Uno adalah adalah suatu papan elektronik yang mengandung mikrokontroler ATmega328 (sebuah keeping yang secara fungsional bertidak seperti computer). Arduino Uno mengandung mikroprosesor (berupa Atmel AVR) dan dilengkapi dengan oscillator 16 MHz (yang memungkinkan operasi berbasis waktu dilaksanakan dengan tepat), dan regulator (pembangkit tegangan) 5volt[11].

Pada perancangan WSN menggunakan arduino sebagai mikrokontroler terhadap sistem alat pengukur suhu dan kelembaban dapat menggunakan modul yang biasa digunakan sebagai pengukur suhu dan kelembaban yaitu berupa modul SHT11 dimana Pin 1 data dihubungkan ke *port* 14 Arduino dan pin 3 Clock dihubungkan ke *port* 15 Arduino. Sedangkan perancangan WSN menggunakan mikrokontroler arduino terhadap sistem alat ukur pengukur kadar gas CO<sub>2</sub> berdasarkan datasheet memerlukan daya sebesar 5V[10].

Penggunaan arduino yang merupakan mainboard telah berhasil dibuat untuk pemrosesan sistem alat pengukur terhadap parameter kondisi lingkungan seperti suhu, kelembaban dan kadar gas CO<sub>2</sub> sehingga dapat mendukung proses monitoring dari sistem WSN yang dihubungkan ke berbagai macam sensor untuk memantau lingkungan sekitar.

### C. Fuzzy sebagai Strategi Pengendalian

Fuzzy adalah teknik yang mengotomatisasi pengambilan keputusan dengan himpunan fuzzy. Dengan kata lain, fuzzy ini dilakukan untuk membuat jaringan pemetaan yang benar tanpa perlu menggunakan algoritma[6].

Inferensi yang dilakukan oleh fuzzy dapat digunakan pada data yang tidak tepat. Kontroler Fuzzy digunakan untuk mengatur sistem berdasarkan aturan fuzzy. Mekanisme pengukuran dilakukan dalam bentuk fuzzified, inferensi dihitung, dan hasil perhitungannya adalah defuzzified dan dikonversi menjadi nilai tertentu[6].

Dalam hal memonitoring lingkungan, penggunaan Fuzzy dapat digunakan untuk mengambil keputusan yang memiliki multi kriteria, metode ini dinamakan metode FAHP (Fuzzy Analytic Hierarchy Process). FAHP merupakan pendekatan sistematis

menggunakan konsep fuzzy dan analisis struktur hirarki.

Metode ini diusulkan sebagai alat untuk mengimplementasikan skema multi kriteria bersama AHP yang merupakan metode pembuatan keputusan yang cocok untuk memecahkan masalah yang kompleks tanpa kendala[12]. Pemilihan metode ini digunakan untuk menghitung secara kuantitatif penentuan setiap kriteria dengan beberapa ketidakakuratan.

Pada metode FAHP semua kalkulasi dilakukan dengan bilangan fuzzy. FAHP dipertimbangkan untuk pemilihan strategi pengendalian dalam mengelola kondisi lingkungan dengan menerapkan proses pengambilan keputusan yang sesuai dengan kriteria. Sehingga dapat memonitoring lingkungan dengan strategi pengendalian yang optimal.

### III. DESAIN HARDWARE DAN NODE SENSOR

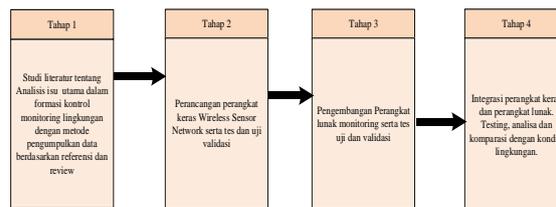
Desain perangkat keras WSN yang akan digunakan dengan mempertimbangkan kondisi dan persyaratan yang dibutuhkan, meliputi desain fisik yang sederhana, dengan kemampuan kinerja/performace serta ketahanan pada luar ruangan.

Selain desain perangkat keras WSN Perancangan dan pembuatan alat dalam penelitian ini dibagi menjadi dua bagian, yaitu perancangan perangkat keras dan perancangan perangkat lunak. Perancangan perangkat keras yaitu alat yang akan di buat diawali dengan pembuatan diagram blok sistem secara keseluruhan.

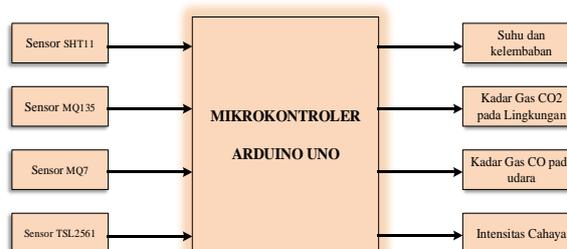
Sedangkan perancangan perangkat lunak dirancang untuk memonitoring system, kinerja pengiriman informasi dari alat, sensor ke server. Sistem monitoring dirancang agar user dapat memantau kinerja berdasarkan sistem yang menggunakan wireless sensor network terhadap sensor-sensor yang digunakan . Hal ini dapat ditunjukkan dalam uraian berikut.

Pada perancangan WSN untuk memonitoring lingkungan terdapat beberapa simpul node yang terdiri dari masing-masing sensor yang digunakan untuk memantau aktifitas lingkungan sekitar seperti multi-sensor suhu dan kelembaban yaitu sensor SHT11, sensor cahaya seri TSL2561 [13] serta sensor kadar gas CO2 MQ135 dan kadar gas CO MQ7 yang memantau variabel lingkungan di sekitar. Sensor disolder ke PCB beserta komponen pasif yang dibutuhkan seperti resistor & kapasitor. Simpul sensor beroperasi sebagai node pengukuran dasar dengan RF transeiver dan microchip PIC controller yang beroperasi. Mikrokontroler bertindak sebagai CPU & melakukan semua operasi penghitungan dan input-output yang diperlukan untuk kerja node sensor. Sensor terintegrasi dengan mikrokontroler melalui pin input dan pin output general purpose. Salah satu adalah bidirectional untuk pertukaran data antara

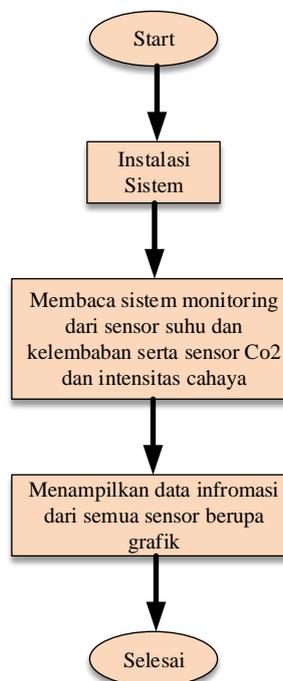
mikrokontroler, sensor dan lainnya adalah untuk menyediakan clock ke sensor.



Gambar 3.1 Tahapan Penelitian



Gambar 3.2 Blok Diagram Perangkat Keras



Gambar 3.3 Blok Diagram Perangkat Lunak

#### A. Persiapan Data

Dalam Sistem monitoring lingkungan dengan menggunakan teknologi WSN untuk mencapai tingkat keberhasilan sistem apakah sistem berjalan dengan lancar sesuai dengan perancangan. Parameter yang digunakan adalah sensor-sensor yang digunakan untuk memonitoring lingkungan. Oleh karena itu persiapan data dapat dilakukan dengan menyesuaikan data fisik

dari pengukuran sensor dan pengujian sistem secara keseluruhan.

#### B. Pengembangan Data

Metode monitoring dengan sensor-sensor kondisi lingkungan dikembangkan dengan sistem tampilan grafik dengan menggunakan suatu software untuk membuat user interface dapat mengontrol sistem monitoring pada WSN dan mengetahui hasil monitoringnya.

#### C. Kinerja Sistem

Kinerja sistem secara keseluruhan untuk mengetahui alur sistem monitoring dalam mencapai tujuan. Dalam pengujian ini mobile robot diberikan beberapa sensor sebagai penentu untuk memantau kondisi lingkungan. Seluruh sensor telah ditandai dan ditentukan menggunakan hasil pengukuran WSN sebagai acuan pengukuran tingkat keakurasian yang terjadi. Selama WSN melakukan pemrosesan, kinerja WSN pun akan di lihat dengan menggunakan PC sehingga dapat memudahkan pengaturan sistem monitoring apakah kondisi lingkungan yang akan dipantau sesuai dengan yang diinginkan.

#### IV. HASIL

Pada paper ini hasil yang diharapkan adalah perancangan perangkat keras (Hardware) dan Perangkat Lunak (Software) dengan menggunakan teknologi WSN dapat memonitoring lingkungan dengan baik sehingga dapat mengetahui keadaan temperatur suhu, polusi udara, konsentrasi CO<sub>2</sub>, dan kelembaban pada lingkungan.

#### V. KESIMPULAN

1. Penelitian ini merupakan studi awal sebelum dilakukan pengujian agar sesuai dengan yang diharapkan.
2. Sistem monitoring ini digunakan agar dapat memantau kondisi lingkungan sehingga pengguna dapat mengetahui keadaan yang sebenarnya secara real time.

#### References

- [1] Wenfeng Li, WeimingShen, "Swarm behavior control of mobile multi-robots with wireless sensor networks". *Journal of Network and Computer Applications* 34 (2011) 1398–1407.
- [2] Vishal Garg, Mukul Jhamb," A Review of Wireless Sensor Network on Localization Techniques", *International Journal of Engineering Trends and Technology (IJETT)*, Volume4Issue4. April 2013.
- [3] Alan Mainwaring, Joseph Polastre, Robert Szwedczyk, David Culler, John Anderson, "Wireless Sensor Network For Habitat Monitoring". California.
- [4] Elisati Hulu, Bambang Riyanto T, Sri Widyantoro."Wireless Sensor Networks For Volcano Activity Monitoring : Survey". *Scientific Journal Of Informatics*. Vol. 2, No. 1. Mei 2015.
- [5] Prachi Sharma." Wireless Sensor Networks for Environmental Monitoring". *International Journal of Scientific Research Engineering & Technology (IJSRET)* ISSN: 0278â•fi0882DEERET-2014 Conference Proceeding. 3-4 November, 2014.
- [6] Novian Habibie, Rindra Wiska, Aulia Arshad, Aditya Murda Nugraha, Rizal Diantoro, Irvi Firqotul Aini, Kustiawanto Halim, Hanif Arief Wisesa, Ari Wibisono, Wisnu Jatmiko, "CO<sub>2</sub> Monitoring System For Prototype of Building Air Quality Management Using Wireless Sensor Network", *Intl. Journal on ICT*. Vol. 2, Issue. 2, December 2016.
- [7] Patricia Morreale, Feng Qi, dan Paul Croft, " A Green Wireless Sensor Network for Environmental Monitoring and Risk Identification ".,*Int. J. Sensor Networks*, Vol. x, No. x. 2010.
- [8] Goran Martinovi'c, Janos Simon, "Greenhouse microclimatic environment controlled by a mobile measuring station", *NJAS - Wageningen Journal of Life Sciences* 70–71 (2014) 61–70. 2014.
- [9] Nyayu Latifah Husni, Ade Silvia, and Siti Nurmaini,"New Challenges in Air Quality Sensing using Robotic Sensor Network", *International Conference on Innovations in Engineering and Technology (ICIET'2013)*. Bangkok (Thailand). Dec. 25-26, 2013.
- [10] Zeta Hanif Salindri, Darjat, Munawar A.R. ,"Rancang Bangun Mini weather Station Menggunakan WEB Berbasis Arduino ATMEGA 2560". Universitas Diponegoro Semarang.
- [11] Adam Faroqi, Dery Kurnia Halim, Mada Sanjaya WS. Ph.D, "Perancangan Alat Pendeteksi Kadar Polusi Udara Menggunakan Sensor Gas MQ-7 Dengan Teknologi Wireless HC-05". Volume X No. 2, Edisi Juni 2017.
- [12] Goran Martinovi'c, Janos Simon,"Greenhouse microclimatic environment controlled by a mobilemeasuring station". *NJAS - Wageningen Journal of Life Sciences* 70–71 (2014) 61–70
- [13] S.U. Zagade, R.S. Kawitkar, "Wireless Sensor Network for Greenhouse", *International Journal of Science and Technology*. Volume 2 No.3, March 2012.
- [14] Hasta, Rulliyanto."Aplikasi Teknologi Komunikaso Wireless Berbasis Zigbee pada Sistem Kontrol Dan Monitoring Ruang Kelas". *Jurnal Ilmiah GIGA*. Volume 18(1). Juni 2005