

## PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI SISTEM MONITORING POLUSI UDARA BERBASIS WIRELESS DENGAN PROTOKOL ZIGBEE ( IEEE 802.15.4)

Nurul Aditiya<sup>1</sup>, Asm<sup>2</sup>, Idc<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

---

### Abstrak

Zigbee merupakan teknologi terbaru yang difokuskan pada komunikasi data yang memiliki karakteristik yaitu data rate yang rendah, biaya yang murah, konsumsi daya yang kecil .

Implementasi dari teknologi Zigbee salah satunya yaitu untuk sistem monitoring. Sistem monitoring yang dapat diaplikasikan yaitu monitoring terhadap polusi udara. Polusi Udara ini menjadi salah satu faktor terhadap masalah Global Warming. Global warming adalah kenaikan suhu udara pada permukaan Bumi yang menyebabkan penipisan pada lapisan ozon sehingga terjadi pemanasan secara menyeluruh. Masalah polusi udara ini menjadi perhatian khusus. Monitoring terhadap polusi udara perlu dilakukan untuk mengetahui dampak dari polusi udara dan segera ditindak lanjuti.

Dalam Tugas akhir ini, dilakukan desain dan implementasi hardware system monitoring udara pada ruang terbuka yang memiliki kemampuan mengirimkan data dengan jaringan wireless menggunakan teknologi Zigbee, sehingga dapat mengetahui secara langsung kualitas udara, sehingga dampak dari polusi udara mampu dengan cepat ketahu. Sehingga dapat ditindak lanjuti.

Pada system monitoring udara ini menggunakan sensor TGS2442 sebagai perangkat pengukur kandungan gas CO ( Karbon Monoksida) dengan nilai presisi 81.61 % dan akurasi 98.4 %. Pada sistem pengiriman data hasil sensing gas CO menggunakan modul Zigbee sebagai perangkat transmisi data dengan pengujian performansi pada kondisi LOS ( Line Of Sight ) dengan jarak maksimal mampu mengirimkan data yaitu 90 Meter yang dilakukan pada ruang bebas dengan nilai BER  $3.9 * 10^{-4}$ , RSSI dengan nilai -60 dBm, dan nilai FSL -79.089 dB. Dan pada kondisi NLOS ( Non Line Of Sight ) dengan jarak maksimal mampu mengirimkan data yaitu 60 meter dengan nilai BER yaitu  $3,3 * 10^{-4}$  dan RSSI dengan nilai -92,92dBm. Sistem monitoring udara ini telah diimplementasikan pada ruang bebas.

Kata Kunci : TGS 2442, Global warming, udara, monitoring, mikrokontroler

---

Telkom  
University

#### Abstract

Zigbee is the latest technology that is focused on data communications system. It has specific character worked on the low data rate, low cost and small power consumption. System monitoring is one of Zigbee technology Implementation. It will be applied to monitor air pollution in environment. Air pollution is one factor that we used in our system monitoring that related with Global warming issue. Global warming is the increase of air temperature at the Earth's surface caused the depletion of the ozone layer, caused by air pollution. The air pollution is become a concern problem in Monitoring of air pollution. It needs to be done to determine the effects of air pollution and immediately followed up.

In this final project, we design and implement of air monitoring system hardware in an open space that has the ability to send data to the wireless network using Zigbee technology. It used to find out the quality of the air pollution, so the impact of air pollution is able to quickly know and can be followed up.

In the air monitoring system uses sensors TGS2442 as the gas content measurement CO (Carbon Monoxide) with 81.61% precision and accuracy of 98.4%. In the data transmission system of CO gas sensing results using Zigbee modules as data transmission device performance testing on the condition of LOS (Line Of Sight) with the maximum distance that is capable of transmitting data taken at 90 meter free space with a value of  $3.9 * 10^{-4}$  BER, RSL with a value of -60 dBm, and -79 089 FSL dB value. And under NLOS (Non Line Of Sight) capable of delivering a maximum distance of 60 meters with a data value that is  $3.3 * 10^{-4}$  BER and RSL with a value of -92.92 dBm. Air monitoring system has been implemented in a free space.

Keywords : TGS 2442, Global warming, air monitoring, microcontroller

---

## BAB 1

### PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar Belakang

Seiring berkembangnya kebutuhan manusia akan komunikasi data yang sifatnya tanpa menggunakan kabel (Wireless), mendorong manusia untuk mengembangkan teknologi terbaru. Kebutuhan akan komunikasi data yang sifatnya memiliki data rate yang rendah ( *Low data Rate* ), biaya murah ( *Low Cost* ), dan konsumsi daya yang rendah merupakan salah satu kebutuhan untuk komunikasi data dalam rangka melakukan suatu kontrol pada suatu jaringan.

Teknologi Zigbee merupakan teknologi dengan data rate yang rendah, biaya yang rendah, konsumsi daya yang rendah, dan protokol jaringan yang ditunjukan untuk otomasi dan remote kontrol. Teknologi Zigbee banyak diaplikasikan untuk pengendali reaktor nuklir, sistem deteksi kebakaran atau semburan panas bumi, area habitat monitoring, dan serta kondisi lainnya.

Aplikasi Teknologi Zigbee salah satunya yaitu untuk sistem monitor tingkat polusi yang di aplikasikan pada tugas akhir ini. Tugas akhir ini merancang dan mengimplementasikan sistem monitoring polusi udara menggunakan sensor TGS2442 yang memiliki kepekaan terhadap gas-gas polutan terutama untuk gas CO dan mikrokontroler ATmega128 digunakan sebagai pemrosesan data, hasil pengukuran dari sensor serta menggunakan teknologi Zigbee sebagai media transmisi data. Sistem ini diharapkan mampu menjadi solusi untuk kemudahan dalam monitoring polusi udara pada ruang bebas.

#### 1.2 Rumusan masalah

Rumusan masalah yang akan dibahas dalam perancangan dan implementasi dari tugas akhir adalah :

- a. Bagaimana merancang system pendeteksi gas didalam udara dengan menggunakan sensor TGS2442.
- b. Bagaimana menghubungkan antara sensor, mikrokontroler, Zigbee, dan PC.

- c. Bagaimana informasi yang diperoleh dapat disalurkan melalui *Wireless* .
- d. Bagaimana mengimplementasikan modul Zigbee dalam sistem *Wireless*

### 1.3 Batasan masalah

Dalam penyusunan tugas akhir ini dibuat suatu batasan masalah untuk menghindari meluasnya materi pembahasan Tugas Akhir ini, maka permasalahan:

- a. Sensor gas TGS2442 digunakan untuk mendeteksi kandungan gas di udara
- b. Parameter yang dimonitor adalah kadar gas *COambient* (dalam ppm) dalam ruang bebas atau terbuka tanpa faktor kelembaban udara, faktor suhu lingkungan.
- c. Parameter dalam pengukuran yang digunakan adalah RSL( *Receive Signal Level* ) dan BER( *Bit Error Rate* ), dan perhitungan FSL ( *Free Space Loss* )
- d. Standar indeks baku kualitas udara yg digunakan adalah keputusan Menteri lingkungan hidup no 45 tahun 1997.
- e. Tugas Akhir ini tidak membahas masalah layering pada protokol Zigbee.
- f. Sistem menekankan pada sistem *monitoring* saja, tanpa *controlling* atau *feedback*
- g. Menggunakan mikrokontroler dengan arsitektur AVR (Alf Vegard Risc processor) pada setiap perangkat sensor.
- h. Menggunakan bahasa C untuk pemrograman mikrokontroler dengan compiler *CodeVision AVR* dan menampilkan hasil pengukuran hyperterminal yang terdapat pada PC.

## 1.4 Tujuan

Tujuan dari tugas akhir ini adalah :

1. Merancang sebuah system pengukuran kandungan gas yang berada pada udara yang hasil datanya diolah didalam Mikrokontroller dan informasinya dikirimkan menggunakan modul Zigbee.
2. Merancang system monitoring polutan CO yang berada pada ruang bebas.
3. Hasil informasi yang ditransmisikan melalui modul Zigbee akan ditampilkan di hyperterminal.
4. Menganalisa performansi dari modul Zigbee dalam hal pengiriman data.

## 1.5 Metodologi Penelitian

Metodologi yang digunakan dalam penyusunan Tugas Akhir ini meliputi:

### 1. Studi Literatur

Mempelajari teori-teori yang digunakan dan pengumpulan literatur –literatur berupa buku referensi, artikel - artikel, serta jurnal– jurnal yang terkait untuk mendukung dalam penyusunan tugas akhir ini.

### 2. Perancangan dan realisasi

Setelah studi literature dilakukan, kemudian dilanjutkan dengan proses perancangan system pengukuran kandungan gas CO menggunakan TGS2442 pada udara, serta pengolahan data menggunakan mikrontroller.

### 3. Pengujian

Setelah realisasi perangkat dilakukan, pada tahap selanjutnya dilakukan proses pengujian kelayakan kerja dari sensor TGS2442 sebagai pengukur kandungan gas CO tersebut dengan cara menempatkan sensor disebuah lingkungan yang padat kendaraan bermotor dan melihat hasil data yang terukur pada sebuah LCD.

#### 4. Analisis

Berdasarkan hasil pengukuran yang diperoleh akan dianalisis berapakah jarak optimal antar sensor dan menentukan tingkat polusi udara berdasarkan kandungan gas CO di udara pada sebuah area atau wilayah serta jarak optimal dari modul Zigbee berdasarkan nilai BER dan RSL.

### 1.6 Sistematika Penelitian

Secara umum sistematika penulisan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

#### BAB I : PENDAHULUAN

Pada bab ini dibahas tentang latar belakang masalah, permasalahan yang terdiri atas rumusan dan batasan masalah, tujuan, metodologi penyelesaian masalah dan sistematika penulisan.

#### BAB II : LANDASAN TEORI

Bab ini dijelaskan uraian konsep dan teori-teori dasar tentang udara bersih, pengenalan sensor yang digunakan, konsep *Wireless*, protocol *zigbee*, *Mikrocontroller* dengan arsitektur AVR (Alf Vegard Risc processor).

#### BAB III : PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI

Bab ini membahas tentang perencanaan perangkat keras (hardware) dan perangkat lunak (software), perancangan rangkaian-rangkaian yang digunakan serta gambar rangkaian.

#### BAB IV : PENGUKURAN DAN PENGUJIAN ALAT

Bab ini menguraikan pengukuran dan pengujian alat yang terealisasi terhadap input dan output yang diukur, disertai dengan analisa singkat guna mendapatkan spesifikasi yang diinginkan.

#### BAB V : PENUTUP

Bab ini menguraikan kesimpulan dari hasil penelitian Tugas Akhir ini serta saran untuk pengembangan lebih lanjut.



## BAB 5

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Dari hasil pengujian dan analisis sistem monitoring polusi udara dengan menggunakan protocol Zigbee dapat disimpulkan:

1. Pada pengujian blok sensor tgs 2442 yang telah diimplementasikan didapatkan nilai akurasi sebesar 98.4 %, nilai presisi sebesar 81.61 %, dan error sebesar 1.6 %
2. Pada hasil pengukuran polusi udara didapatkan hasil bahwa pada jam 12:00 s/d 14:00 didapatkan kadar gas CO terendah adalah 33 ppm dan kadar gas CO tertinggi adalah 44 ppm hasil diatas masih dapat dikategorikan dengan kualitas udara baik. Pada hasil pengujian yang dilakukan jam 16:30 s/d 18:30 tercatat kadar gas CO terendah adalah 57 ppm dan kadar gas CO tertinggi adalah 64 ppm hasil ini dikategorikan dengan kualitas udara sedang.
3. Pada hasil pengukuran Modul Zigbee sebagai media pengiriman data didapatkan jarak maksimum kemampuan modul zigbee dalam mengirimkan data pada dua kondisi yaitu :
  1. Pada kondisi LOS (Line Of Side) didapatkan jarak maksimum modul zigbee yaitu 90 meter dengan hasil pengukuran BER adalah  $3,9 \cdot 10^{-4}$  dan nilai RSL yaitu -60,60 dBm dan FSL yaitu 79,089 dBm
  2. Pada kondisi NLOS (Non Line Of Side) didapatkan jarak maksimum modul zigbee yaitu 60 meter dengan hasil pengukuran BER adalah  $3,3 \cdot 10^{-4}$  dan nilai RSL yaitu -92,92 dBm .

Nilai BER dan RSL dipengaruhi oleh jarak dan kondisi saat implementasi sistem, Semakin jaraknya jauh maka akan menyebabkan level daya penerimaan menurun dan nilai BER meningkat.



4. Dengan menggunakan mikrokontroler ATmega128 yang diintegrasikan dengan blok sensor tgs 2442 serta menggunakan modul zigbee sebagai media pengiriman data, dapat direalisasikan perangkat sistem monitoring kualitas udara dalam ruang bebas.

## 5.2 Saran

1. Untuk Pengambilan data polutan CO dilakukan didaerah kawasan Industri sehingga dapat mengetahui pengaruh terhadap lingkungan sekitan kawasan industri.
2. Untuk pemakaian antena pada modul Zigbee menggunakan antena *unidirectional* untuk memperluas area cakupan zigbee.

