

# PENGEMBANGAN SISTEM MONITORING PENCEMARAN UDARA BERBASIS PROTOKOL ZIGBEE DENGAN SENSOR CO

Ramdan Satra<sup>1</sup>, Abdul Rachman<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ramdan@umi.ac.id, <sup>2</sup>emanrstc@yahoo.co.id  
<sup>1,2</sup>Fakultas Ilmu Komputer Universitas Muslim Indonesia

## Absrak

Pencemaran udara merupakan suatu masalah yang berdampak buruk bagi kehidupan makhluk hidup. Udara yang tercemar akan menimbulkan berbagai macam penyakit, sehingga perlu dilakukan pengamatan tingkat pencemaran udara pada lingkungan masyarakat. Penelitian ini telah mengembangkan sistem monitoring tingkat pencemaran udara menggunakan protokol zigbee dengan menggunakan *sensor* gas CO (Karbon Monoksida). Penelitian ini menggunakan protocol zigbee sebagai media transmisi tanpa kabel, kemudian menggunakan arduino with socket xbee dan sensor gas MQ-9 sebagai stasiun node. Hasil penelitian ini adalah *prototype* sistem *monitoring* tingkat pencemaran udara gas karbon monoksida berbasis protokol zigbee dan telah berhasil mengirimkan hasil pengambilan data pencemaran udara dari client node sensor gas CO ke server raspberry pi.

**Kata kunci:** monitoring, pencemaran udara, protokol zigbee, arduino, *sensor* gas CO.



ILKOM Jurnal Ilmiah work is licensed under a CCA-SA 4.0 International License.

## 1. Pendahuluan

Pencemaran udara merupakan suatu masalah yang berdampak buruk bagi kehidupan makhluk hidup. Udara yang tercemar akan menimbulkan berbagai macam penyakit, sehingga perlu dilakukan pengamatan tingkat pencemaran udara pada lingkungan masyarakat. Dampak perubahan kualitas udara akan menyebabkan timbulnya beberapa dampak lanjutan, baik terhadap kesehatan manusia dan makhluk hidup lainnya, aspek estetika udara, keutuhan bangunan, dan lainnya. Dampak terhadap kesehatan manusia yang banyak terjadi adalah iritasi mata dan gangguan infeksi saluran pernafasan atas (ISPA), seperti hidung berair, radang batang tenggorokan, dan bronkitis. Partikel berukuran kecil dapat masuk sampai ke paru-paru dan kemudian menyebar melalui sistem peredaran darah ke seluruh tubuh. Gas CO (karbon monoksida), jika bercampur dengan *hemoglobin*, akan mengganggu transportasi oksigen. Partikel timbal akan mengganggu pembentukan sel darah merah [1].

Kepedulian pemerintah terkait penanganan pencemaran udara yaitu dengan membuat keputusan No KEP- 107/KABAPEDAL/11/1997 menetapkan aturan tentang pedoman teknis perhitungan dan pelaporan serta informasi indeks standar pencemar udara (ISPU) [2]. ISPU merupakan laporan kualitas udara yang menerangkan seberapa tercemar dan bersihnya udara pada lingkungan masyarakat [3]. Pemerintah menetapkan parameter ISPU dengan lima jenis pencemaran udara yaitu CO, SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, Ozon permukaan (O<sub>3</sub>), dan partikel debu (PM-10) [2]. ISPU dikategorikan kedalam 5 tingkatan pengukuran yaitu 1) kategori baik rentang nilai pengukuran 0-50, 2) kategori sedang (51-100), 3) kategori tidak sehat (101 – 199), 4) kategori sangat tidak sehat (200 – 299), 5) kategori berbahaya (300 – 500) [2].

Stasiun pengamatan ISPU sangat diperlukan dalam lingkungan masyarakat Indonesia, upaya pemeriah adalah telah membuat stasiun ISPU pada setiap propinsi di Indonesia. Stasiun ISPU yang ada di Indonesia menggunakan perangkat instrumentasi yang didatangkan dari luar negeri, sehingga memerlukan biaya mahal untuk pengadaannya [3]. Pengembangan stasiun ISPU telah dilakukan oleh Aziz yaitu membuat sebuah sistem informasi pengukuran nilai ISPU yang terdiri tiga bagian utama yaitu 1) stasiun akuisisi *sensor* gas pencemar udara, 2) *server* pengumpul dan penyimpanan data, 3) tampilan antar muka untuk mengakses data. Setiap stasiun memiliki lima buah *sensor* untuk membaca gas CO, SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, Ozon permukaan (O<sub>3</sub>), dan partikel debu (PM-10). Media komunikasi data pada menggunakan jaringan *wireless* selanjutnya ditampilkan secara waktu nyata (*real time*) dan secara tidak waktu nyata oleh aplikasi *desktop* dan aplikasi *web* [3]. Namun pada penelitian Aziz hanya diterapkan pada lingkungan Kampus IPB dan *server* akuisisi data menggunakan PC (*Personal Computer*), hal ini menjadi alasan peneliti dalam melakukan penelitian pengamatan tingkat pencemaran udara pada lingkungan UMI terkhusus Fakultas Ilmu komputer menggunakan *server* raspberry pi.

## 2. Landasan Teori

### 2.1. ISPU

Penjelasan Bapedal 1998: "... keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup tentang Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU) nomor KEP-45/MENLH/10/1997, ISPU didefinisikan sebagai angka yang tidak mempunyai satuan yang menggambarkan kondisi kualitas udara ambien di lokasi dan waktu tertentu yang didasarkan kepada dampak terhadap kesehatan manusia, nilai estetika dan makhluk hidup lainnya ...".

Tabel 1 Kategori, rentang, dan indikator warna ISPU

Kategori	Rentang	Indikator warna	Penjelasan
Baik	0-50	Hijau	Tingkat kualitas udara yang tidak memberikan efek bagi kesehatan manusia atau hewan dan tidak berpengaruh pada tumbuhan, bangunan ataupun nilai estetika
Sedang	51-100	Biru	Tingkat kualitas udara yang tidak memberikan efek bagi kesehatan manusia atau hewan tetapi berpengaruh pada tumbuhan yang sensitif, dan nilai estetika tumbuhan, bangunan ataupun nilai estetika
Tidak Sehat	101-199	Kuning	Tingkat kualitas udara yang bersifat merugikan pada manusia ataupun kelompok hewan yang sensitif atau bisa menimbulkan kerusakan pada tumbuhan ataupun nilai estetika
Sangat tidak sehat	200-299	Merah	Tingkat kualitas udara yang dapat merugikan kesehatan pada sejumlah segmen populasi yang terpapar
Berbahaya	> 299	Hitam	Tingkat kualitas udara berbahaya yang secara umum dapat merugikan kesehatan yang serius pada populasi

Sumber:

Keputusan Kepala Badan Pengendalian Dampak Lingkungan Tentang Pedoman Teknis Perhitungan dan Pelaporan Serta Informasi Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU) nomor: KEP-107/KABAPEDAL/11/1997 pasal 8.

Kandungan parameter pencemaran lingkungan yang melewati ketentuan batas ambang, akan berdampak pada lingkungan masyarakat [2].

Tabel 2 Memperlihatkan pengaruh ISPU untuk setiap parameter pencemar

Kategori	Karbon Monoksida (CO)	Nitrogen (NO <sub>2</sub> )	Ozon (O <sub>3</sub> )	Sulfur Dioksida (SO <sub>2</sub> )	Partikel Debu (PM-10)
Baik	Tidak ada efek	Sedikit berbau	Luka pada beberapa spesies tumbuhan akibat kombinasi dengan SO <sub>2</sub> (Selama 4 Jam)	Luka pada beberapa spesies tumbuhan akibat kombinasi dengan O <sub>3</sub> (Selama 4 Jam)	Tidak ada efek
Sedang	Perubahan kimia darah tapi tidak Terdeteksi	Berbau	Luka pada babarapa Spesies tumbuhan	Luka pada Beberapa Spesies tumbuhan	Terjadi penurunan pada jarak pandang
Tidak Sehat	Peningkatan Kardiovaskular pada perokok yang sakit jantung	Bau dan kehilangan warna, peningkatan reaktivitas pembuluh tenggorokan pada penderita asma	Penurunan kemampuan pada atlet yang berlatih keras	Bau, meningkatnya Kerusakan tanaman	Jarak pandang turun dan terjadi pengotoran debu di manamana

Sangat tidak Sehat	Meningkatnya kardiovaskular pada orang bukan perokok yang berpanyakit jantung, dan akan tampak beberapa kelemahan yang terlihat secara nyata	Meningkatnya sensitivitas pasien yang berpanyakit asma dan bronchitis	Olahraga ringan mangakibatkan pengaruh parnafasan pada pasien yang berpanyakit paru-paru kronis	Meningkatnya sensitivitas pada pasien berpanyakit asthma dan bronchitis	Meningkatnya sensitivitas a sensitivitas pada pasien berpanyakit asthma dan bronchitis
Berbahaya	Tingkat yang berbahaya bagi semua populasi yang terpapar				

Sumber:

Keputusan Kepala Badan Pengendalian Dampak Lingkungan Tentang Pedoman Teknis Perhitungan dan Pelaporan Serta Informasi Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU) nomor: KEP-107/KABAPEDAL/11/1997 pasal 4.

## 2.2. Protokol Zigbee

Ergan menjelaskan pengertian protokol zigbee adalah protokol jaringan *wireless* dengan standar 802.15.4 memiliki keunggulan pengiriman data rate rendah, konsumsi daya rendah, dan biaya murah [4].

## 2.3. Raspberry pi

Raspberry pi merupakan sebuah komputer *single board computer* dikembangkan oleh yayasan raspberrypi dengan spesifikasi chip Broadcom BCM2835, prosesor ARM1176JZF-S 700 Mhz, VideoCore IV GPU, memory RAM 512 MB [5][6]. Raspberry Pi beroperasi seperti PC standar, membutuhkan *keyboard* untuk masuk perintah, unit *display* dan *power supply*. SD MIPRO merupakan kartu memori flash yang biasanya digunakan *hard drive* pada Raspberry Pi [7].

## 3. Metode

Pada penelitian ini terdiri dari tiga bagian utama yaitu perancangan *prototype* stasiun indeks standar pencemar udara (ISPU), perancangan akuisisi data secara nirkabel (*wireless*), dan pengujian sistem.

## 4. Hasil

Hasil yang didapatkan pada penelitian ini adalah berupa *prototype* sistem monitoring pencemaran gas karbon monoksida. Rincian perancangan sistem monitoring ISPU menggunakan protocol zigbee adalah sebagai berikut:

### 4.1. Perancangan stasiun ISPU terdiri dari 4 tahapan yaitu:

#### a) Pemasangan modul Xbee pada perangkat Arduino

Pada tahapan ini dilakukan pemasangan modul xbee pada perangkat arduino dengan menempatkan modul xbee pada *socket* xbee yang tersedia pada perangkat arduino. Pemasangan modul xbee pada perangkat arduino dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Pemasangan modul xbee pada perangkat arduino

#### b) Pemasangan sensor CO

Pada tahapan ini dilakukan pemasangan *sensor* CO pada pin arduino. Pin yang digunakan untuk menghubungkan sensor CO dengan arduino adalah pin GND sebagai grounding, pin VCC = 5 V sebagai power, dan pin A0 sebagai masukkan data *sensor*.

c) Konfigurasi pengiriman data ISPU pada stasiun ISPU

Pada tahapan ini dilakukan penginstalan *software* IDE arduino dan X-CTU untuk mengatur konfigurasi stasiun ISPU. *Software* IDE arduino digunakan untuk menuliskan listing program arduino kemudian diupload ke dalam perangkat arduino. *Software* X-CTU digunakan untuk konfigurasi *router* dan koordinator modul xbee. Langkah selanjutnya untuk konfigurasi pengiriman data ISPU adalah dengan mengatur konfigurasi *default* pada xbee. Selanjutnya pengaturan pada *software* X-CTU dengan PAN ID = 111, *Channel Verification* = 1, *Destination Address High* = 0, *Destination Address Low* = 0 dan *Baud Rate* = 9600. Tahap terakhir konfigurasi pengiriman data adalah melakukan penulisan listing program untuk pengiriman data *sensor* CO dapat dilihat pada Gambar 2.

```

#define BAUD_RATE 9600
const int analogInPin0 = A0;
int sensorCO = 0;
void setup() {
  // initialize serial communications at 115200 bps:
  Serial1.begin(BAUD_RATE);
}

void loop() {
  // read the analog in value:
  sensorCO = analogRead(analogInPin0);
  // Convert the analog reading (which goes from 0 - 1023) to
  // a measurement ISPU (0 - 500):
  sensorCO = sensorCO*(1980/1023)+20;
  Serial1.print("CO = "); //5 bytes
  Serial1.println(sensorCO); //2 atau 3 bytes
  delay(1000);
}

```

Gambar 2 Listing pengiriman data *sensor* CO

#### 4.2. Perancangan server akuisisi data ISPU dengan zigbee protocol

Pada tahapan ini dilakukan perancangan *server* menggunakan perangkat raspberry pi dengan arduino dan xbee. Perancangan *server* akuisisi data ISPU dengan *zigbee protocol* terdiri dari beberapa tahapan yaitu:

a) Pemasangan perangkat arduino pada raspberry

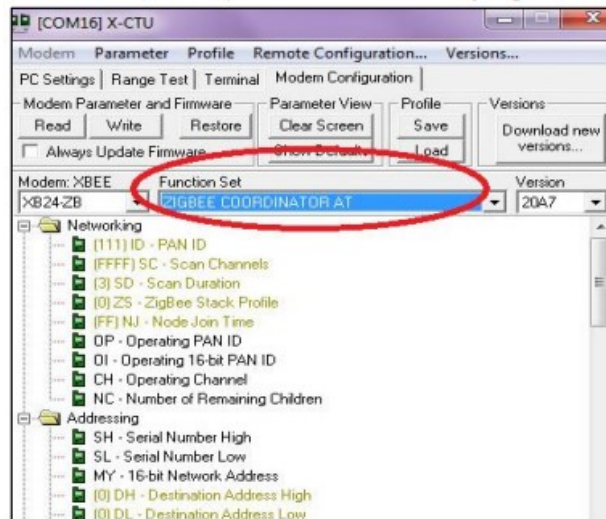
Pada tahapan ini raspberry akan dihubungkan dengan arduino, untuk menghubungkannya yaitu dengan menggunakan kabel data USB to Data. *Socket* USB pada raspberry dihubungkan dengan *socket* data pada arduino. Pemasangan perangkat arduino pada raspberry dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3 Pemasangan arduino pada raspberry

b) Konfigurasi *server* penerima data *sensor* CO

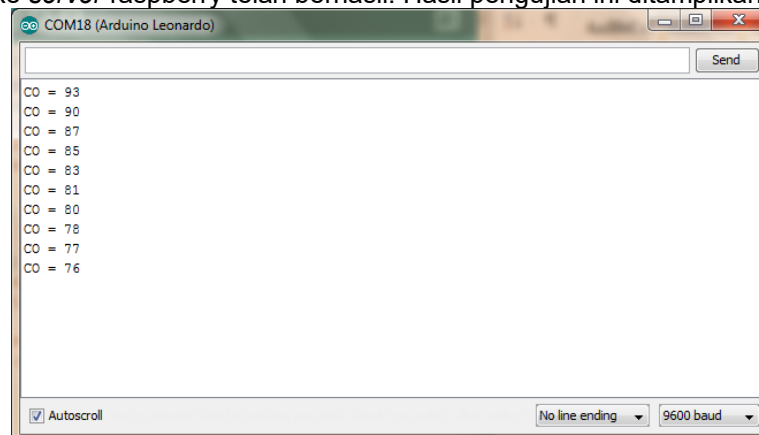
Pengaturan konfigurasi *server* penerima data data *sensor* CO dengan menggunakan *software* X-CTU. Adapun pengaturan *software* X-CTU adalah sebagai berikut *function set* diubah menjadi *zigbee coordinator AT*, PAN ID = 111 dan Baud Rate = 9600. Konfigurasi *server* penerima data dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4 Konfigurasi *server* penerima data data *sensor* CO

### 4.3. Pengujian sistem

Pada pengujian sistem telah berhasil menampilkan data hasil *capture sensor* CO pada layar monitor serial pada *software* arduino IDE. Hasil pengujian menjelaskan bahwa pengiriman data dari stasiun ISPU *sensor* CO ke *server* raspberry telah berhasil. Hasil pengujian ini ditampilkan pada Gambar 5.



Gambar 5 Hasil pengujian pengiriman data *sensor* CO dari stasiun ISPU ke *server* raspberry

## 5. Kesimpulan dan Saran

### 5.1. Kesimpulan

Penelitian ini telah berhasil merancang sistem monitoring pencemaran udara gas CO dengan protokol zigbee. Penelitian yang telah dilakukan menghasilkan sebuah sistem yang secara *realtime* menampilkan data tingkat pencemaran udara gas karbon monoksida (CO) yang sangat berbahaya bagi kehidupan manusia. Sistem ini diharapkan membantu dalam pengontrolan wilayah sekitar kampus dari tingkat polusi udara gas CO. Pengontrolan ini dilakukan agar dapat dilakukan tindakan pencegahan pencemaran udara pada lingkungan tersebut.

### 5.2. Saran

Penelitian selanjutnya dapat dikembangkan dengan menambah jenis *sensor* gas lainnya dan melakukan perancangan interface berbasis web.

## Daftar Pustaka

- [1] Deputi Bidang Tata Lingkungan - Kementerian Negara Lingkungan Hidup. 2007. *Memprakirakan Dampak Lingkungan Kualitas Udara*.
- [2] Badan Pengendalian Dampak Lingkungan. 1998. *Pedoman Teknis Perhitungan dan Pelaporan Serta Informasi Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU)*.
- [3] Azis M. 2011. *Rancang Bangun Sistem Akuisisi Data Berbasis Wireless Sensor Network (WSN) dan Internet Access untuk Pengukuran Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU)* [tesis]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- [4] Hastriyandi H. 2014. *Pengembangan Sistem Pemantauan Suhu pada Greenhouse Berbasis Wireless Menggunakan Multi Sensor* [tesis]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- [5] Danymol R, Ajitha T, Gandhiraj R. 2013. Real-Time Communication System Design using RTL-SDR and Raspberry Pi. International Conference on Advanced Computing and Communication Systems (ICACCS).
- [6] Pereira V, Fernandes VA, Sequeira J. 2014. Low Cost Object Sorting Robotic Arm using Raspberry Pi. IEEE Global Humanitarian Technology Conference - South Asia Satellite (GHTC-SAS).
- [7] Vujovic' V, Maksimovic' M. 2014. Raspberry Pi as a Wireless Sensor Node: Performances and Constraints. MIPRO.