

# AKUISISI DATA SECARA WIRELESS UNTUK SISTEM MONITORING KUALITAS UDARA BERBASIS TCP/IP

Diyah Amiati Rochmana<sup>\*)</sup>, Sumardi, and Budi Setiyono

Jurusan Teknik Elektro, Universitas Diponegoro Semarang  
Jl. Prof. Sudharto, SH, Kampus UNDIP Tembalang, Semarang 50275, Indonesia

<sup>\*)</sup>E-mail: dyahami26@gmail.com

## Abstrak

Pencemaran udara menjadi permasalahan serius di kota – kota besar di Indonesia. Salah satu faktor utama dari pencemaran udara adalah penggunaan transportasi publik yang semakin bertambah. Terdapat berbagai komponen pencemar udara yang diakibatkan oleh penggunaan transportasi diantaranya NO<sub>x</sub>, HC, CO dan partikel. Selain itu faktor yang ikut mempengaruhi pencemaran udara diantaranya adalah suhu, kelembaban dan intensitas cahaya. Pada penelitian ini diciptakan sebuah alat yang dapat mengakuisisi data sensor sehingga mampu melakukan monitoring kualitas udara di suatu wilayah melalui PC dengan memanfaatkan protokol TCP/IP. Peralatan yang digunakan mikrokontroler AVR tipe ATmega 32 sebagai unit pusat kontrol, sensor gas TGS 2201 yang berfungsi untuk mengukur kadar NO<sub>2</sub> dan HC, TGS 2600 untuk mengukur kadar CO, GP2Y1010AU0F untuk mengukur partikel debu, dan SHT 11 untuk mengukur kadar suhu dan kelembaban serta LDR untuk mengukur intensitas cahaya. Selain sensor – sensor tersebut, digunakan WIZ110SR sebagai converter serial ke ethernet dan Access Point WAP54G untuk mengirimkan data dari sensor ke PC secara wireless. Hasil penelitian ini adalah sebuah sistem yang mampu memonitor kondisi kualitas udara di suatu tempat melalui GUI. Sistem monitoring ini mampu memberikan indikator kondisi kualitas udara dalam kondisi baik atau sebaliknya.

*Kata-kunci: pencemaran udara, ATmega32, monitoring, sensor, TCP/IP*

## Abstract

Air pollution became a serious problem in the big cities in Indonesia. One major factor of air pollution is increasing the public transport that was used by society. There are various components of air pollution caused by the use of transport including NO<sub>x</sub>, HC, CO and particulate matter. In addition, factors that influence air pollution include temperature, humidity and light intensity. In this study created a tool that can acquire sensor data so that they can monitor air quality in an area through a PC by using TCP / IP protocol. The Equipment that was used are ATmega AVR microcontroller type 32 as the central control unit, gas sensor TGS 2201 that works to measure the levels of NO<sub>2</sub> and HC, TGS 2600 to measure levels of CO, GP2Y1010AU0F to measure dust particles, and SHT 11 to measure the temperature and humidity levels as well as the LDR to measure the intensity of light. In addition, we used WIZ110SR as a serial to Ethernet converter and access point WAP54G to transmit data from the sensor to a PC wirelessly. The final result is a system capable of monitoring the air quality condition at a spot through the GUI. This monitoring system capable of providing an indicator of air quality conditions in good condition or otherwise.

*Keywords : air pollution, ATmega32, monitoring, sensor, TCP/IP*

## 1. Pendahuluan

Pencemaran udara menjadi permasalahan serius di kota – kota besar di Indonesia. Hal ini berdampak terhadap kesehatan masyarakat, lingkungan dan pengembangan ekonomi. Salah satu faktor utama dari pencemaran udara adalah penggunaan transportasi publik yang semakin bertambah. Terdapat berbagai komponen pencemar udara yang diakibatkan oleh penggunaan transportasi diantaranya NO<sub>x</sub>, HC, CO dan partikel [1], [2]. Selain itu

faktor yang ikut mempengaruhi pencemaran udara diantaranya adalah suhu, kelembaban dan intensitas cahaya [3].

Berdasarkan Keputusan Menteri Kesehatan RI nomor 1407 tahun 2002 tentang Pedoman Pengendalian Dampak Pencemaran Udara, pencemaran udara dapat didefinisikan dengan masuknya atau dimasukkannya zat, energi, dan/atau komponen lain ke dalam udara oleh kegiatan manusia, sehingga mutu udara turun sampai ke

tingkat tertentu yang menyebabkan atau mempengaruhi kesehatan manusia.

Pemantauan kualitas udara ambien melalui *Air Quality Management System (AQMS)* di beberapa kota di Indonesia sudah dimulai sejak tahun 1999. Namun, sampai saat ini pemantauan dan pengukuran kualitas udara di beberapa kota di Indonesia masih tidak efektif dan tidak berfungsi sebagaimana mestinya [4].

Berdasarkan permasalahan tersebut, maka dalam Penelitian ini menciptakan sebuah alat yang dapat mengakuisisi data sensor sehingga mampu melakukan *monitoring* kualitas udara di suatu wilayah dengan sistem *monitoring* jarak jauh tanpa menggunakan kabel atau *wireless* dengan memanfaatkan modul WIZ110SR sebagai regulator komunikasi data antara jalur Ethernet TCP/IP dengan jalur data RS 232 dan mikrokontroler Atmega 32 sebagai sistem yang bertanggung jawab untuk pengontrolan kadar CO dengan menggunakan sensor TGS 2600, NO<sub>2</sub> dan HC menggunakan sensor TGS 2201, suhu dan kelembaban menggunakan modul sensor SHT 11, densitas debu menggunakan sensor GP2Y1010AU0F, dan intensitas cahaya menggunakan sensor LDR.

Beberapa penelitian yang telah dilakukan diantaranya yaitu penelitian pertama telah merancang alat tes gas emisi secara *real time* dan dipantau via web oleh Ansar Suyuti [5], [6]. Penelitian kedua dengan sistem *monitoring* kualitas udara yang dibuat oleh Yulfiani Fikri Mahasiswa S1 Teknik Elektro Universitas Diponegoro. Sistem kerja alat ini memanfaatkan mikrokontroler ATmega 8535 dengan komunikasi protokol TCP/IP dan menggunakan 2 sensor gas yaitu sensor TGS 2600 untuk mengukur kadar CO di udara dan TGS 2201 untuk mendeteksi kadar gas NO<sub>2</sub> (Nitrogen oksida) [7].

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk akuisisi data secara *wireless* untuk sistem *monitoring* kualitas udara menggunakan 5 sensor untuk mengukur 7 parameter kualitas udara yaitu CO, NO<sub>2</sub>, HC, suhu, kelembaban, intensitas cahaya dan partikel debu berbasis TCP/IP.

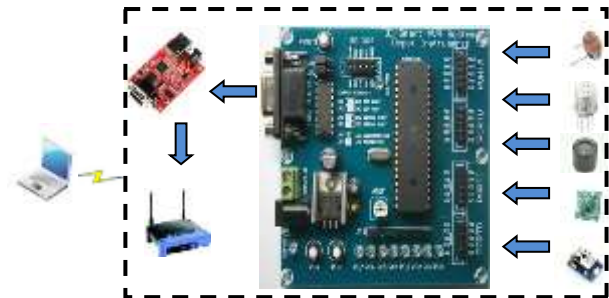
## 2. Metode

Perancangan sistem *monitoring* kualitas udara berbasis TCP/IP pada penelitian ini dibagi menjadi dua bagian, yaitu perancangan perangkat keras (*hardware*) dan perancangan perangkat lunak (*software*). Perancangan perangkat keras meliputi perangkat keras yang menyusun model sistem kualitas udara. Sedangkan perancangan perangkat lunak meliputi algoritma pemrograman pada mikrokontroler Atmega32 dan pengiriman data melalui protokol TCP/IP.

### 2.1. Perancangan Perangkat Keras (*Hardware*)

Perancangan perangkat keras sistem *monitoring* kualitas udara ini terdiri dari mikrokontroler Atmega32, sensor TGS 2201, sensor TGS 2600, sensor LDR, sensor

GP2Y1010AU0F, sensor SHT 11, WIZ110SR dan *Access Point*. Secara umum perancangan perangkat keras sistem ditunjukkan pada Gambar 1.



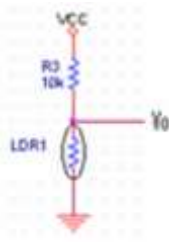
Gambar 1. Rancangan *hardware* sistem *monitoring* kualitas udara

Penjelasan dari masing – masing blok sistem *monitoring* kualitas udara pada Gambar 1. adalah sebagai berikut :

1. Sensor TGS 2600 merupakan sensor yang akan mendeteksi gas karbon monoksida yang direpresentasikan sebagai sensor gas CO. Keluaran sensor ini berupa tegangan analog.
2. Sensor TGS 2201 merupakan sensor yang akan mendeteksi gas nitrogen dioksida dan hidrokarbon yang direpresentasikan sebagai sensor gas NO<sub>2</sub> dan HC. Keluaran sensor ini berupa tegangan analog.
3. Sensor SHT 11 merupakan sensor yang akan mendeteksi suhu dan kelembaban.
4. Sensor GP2Y1010AU0F merupakan sensor yang akan mendeteksi jumlah partikel debu dalam udara. Keluaran sensor ini berupa tegangan analog.
5. LDR merupakan sensor yang akan mengukur tingkat intensitas cahaya.
6. Mikrokontroler AVR ATmega 32 yang berfungsi sebagai pusat pengendalian semua sensor ini dapat diprogram dengan menggunakan bahasa C *embedded*.
7. Catu daya 12V berfungsi sebagai suplai mikrokontroler dan WAP54G.
8. Catu daya 5V berfungsi sebagai suplai WIZ110SR.
9. *Access Point* yang digunakan adalah WAP54G yang di setting dengan alamat IP 192.168.1.245 , subnet 255.255.255.0 dan gateway 192.168.1.1.
10. PC sebagai penampil GUI *monitoring* kualitas udara.

#### 2.1.1. Perancangan Rangkaian Sensor LDR

Sensor LDR agar dapat bekerja dengan benar, membutuhkan rangkaian pengkondisi sinyal sederhana. Dimana LDR akan dirangkai seri dengan tahanan resistor sehingga bertindak sebagai rangkaian pembagi tegangan. Berikut pengkondisi sinyal untuk sensor LDR yang ditunjukkan oleh Gambar 2.



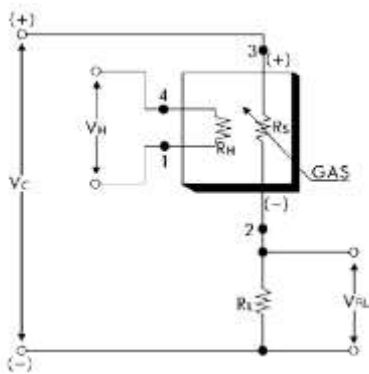
Gambar 2. Rangkaian pengkondisi sinyal LDR.

Nilai keluaran dari LDR dapat dihitung dengan menggunakan metode pencarian persamaan garis dari suatu garis lurus.

$$\frac{lux-luxmax}{luxmin-luxmax} = \frac{adc-adcmax}{adcmin-adcmax} \quad (2.1)$$

2.1.2. Perancangan Rangkaian Sensor Gas TGS2600

Sensor gas TGS 2600 digunakan untuk mendeteksi keberadaan gas CO (karbon monoksida) yang merupakan salah satu gas pencemar di udara. Rangkaian elektronik digunakan untuk mengubah konduktifitas sensor yang meningkat, seiring bertambahnya konsentrasi gas CO dalam ruang sensor. Gambar 3. adalah rangkaian elektronik untuk sensor TGS 2600.



Gambar 3. Rangkaian sensor TGS 2600.

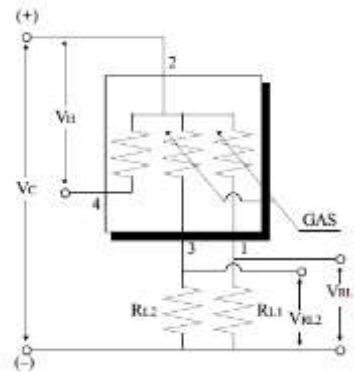
Untuk menghitung kadar gas CO maka dapat dilakukan dengan persamaan 2.2.

$$Rs = \frac{Vc * Rl}{Vrl} - Rl \quad (2.2)$$

2.1.3. Perancangan Rangkaian Sensor TGS 2201

Sensor gas TGS 2201 merupakan sensor gas dengan 2 output, yang digunakan untuk mendeteksi keberadaan gas NO dan HC, yang merupakan gas pencemar di udara. Rangkaian elektronik digunakan untuk mengubah konduktifitas sensor yang meningkat, seiring bertambahnya konsentrasi gas

dalam ruang sensor. Gambar 4. adalah rangkaian elektronik untuk sensor TGS 2201.



Gambar 4. Rangkaian sensor TGS 2201.

Untuk menghitung kadar gas NO<sub>2</sub> dan HC maka dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan 2.3.

$$Rs = \frac{Vc - Vrl}{Vrl} * Rl \quad (2.3)$$

2.1.4. Perancangan Sensor SHT 11

Sensor SHT 11 merupakan chip tunggal yang terdiri dari multi sensor yaitu suhu dan temperatur yang dikompres menjadi satu dengan output berupa data digital dan telah terkalibrasi. Sensor ini mempunyai kisaran pengukuran dari 1 – 100% RH dan akurasi RH absolute +/-3% RH. Sedangkan akurasi pengukuran temperatur +/-0.4°C pada suhu 25°C. Hubungan antara modul SHT 11 dengan sistem mikrokontroler Atmega 32 ditunjukkan Tabel 1. :

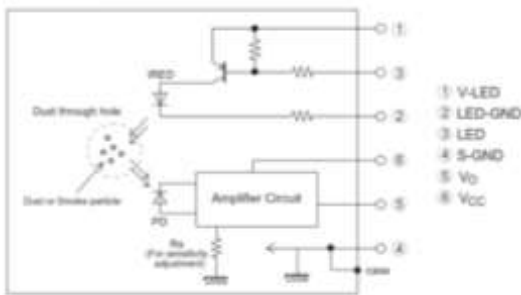
Tabel 1. Hubungan antara modul SHT 11 dengan ATmega 32.

Sistem Minimum ATmega 32	Modul SHT 11
GND	GND
VCC	VCC
PA.0	SDA/DATA
PA.1	SCK

2.1.5. Perancangan Sensor GP2Y1010AU0F

Sensor GP2Y1010AU0F adalah alat untuk mendeteksi debu, asap rokok dan lain sebagainya. Sensor Asap Sharp GP2Y1010AU0F mengeluarkan sinyal Analog atau level tegangan yang berubah - ubah seiring dengan perubahan asap yang masuk maupun keluar dari lubang sensor. Gambar 5. adalah gambar skematik dari sensor GP2Y1010AU0F:

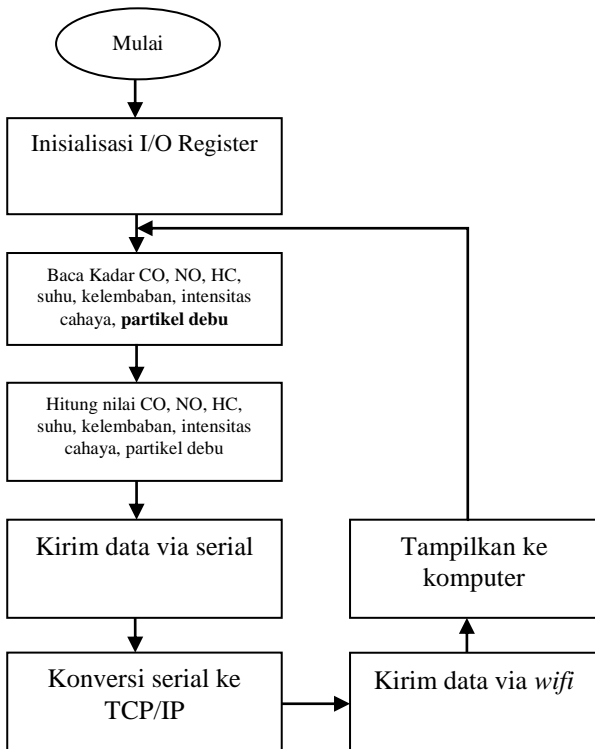
Pada perancangan penelitian ini, pin 1, 4 dan 6 terhubung ke Vcc yang dalam hal ini diberikan daya sebesar 5V, pin 2 terhubung ke ground, pin 3 dihubungkan ke Port A.6 sedangkan untuk pin 5 dihubungkan ke Port A.7.



Gambar 5. Skematik Sensor GP2Y1010AU0F.

## 2.2. Perancangan Perangkat Lunak (Software)

Pemrograman mikrokontroler ATmega 32 dapat dilakukan dengan menggunakan bahasa C. Perancangan perangkat lunak penelitian ini digunakan bahasa C dengan compiler CodeVisionAVR versi 2.04.4a. Pemilihan bahasa C dikarenakan kemudahan, kesederhanaan, serta fleksibilitas pemrograman. Diagram alir program utama dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Diagram Alir Program Utama.

## 2.3. Konfigurasi Port TCP/IP pada WIZ110SR

Pengaturan terhadap port TCP/IP pada modul WIZ110SR ini, dapat dilakukan dengan menggunakan aplikasi WIZ Configuration Tool. Berikut adalah konfigurasi yang digunakan :

- IP Configuration Method, menggunakan pilihan Static.

- Local IP, menggunakan nilai 192.168.1.10.
- Port, menggunakan 80.
- Subnet, menggunakan nilai 255.255.255.0.
- Gateway, menggunakan nilai 192.168.1.1.
- Operation Mode, menggunakan pilihan Server.

## 2.4. Konfigurasi Access Point WAP54G

Konfigurasi yang digunakan pada Access Point WAP54G :

- Configuration Type, menggunakan Static.
- Local IP, menggunakan nilai 192.168.1.245.
- Subnet, menggunakan nilai 255.255.255.0.
- Gateway, menggunakan nilai 192.168.1.1.

## 3. Hasil dan Analisa

Pengujian dilakukan untuk menguji keberhasilan program dan algoritma yang dirancang dengan melihat respon sistem ketika mendeteksi kadar gas yang akan diukur, perubahan suhu, kelembaban, intensitas cahaya, dan densitas debu. Pengujian dilakukan dengan cara mengamati respon sistem pada beberapa nilai konsentrasi gas CO, NO, dan HC serta suhu, kelembaban, intensitas cahaya dan partikel debu.

### 3.1. Pengujian Sistem Monitoring di Dalam Ruangan

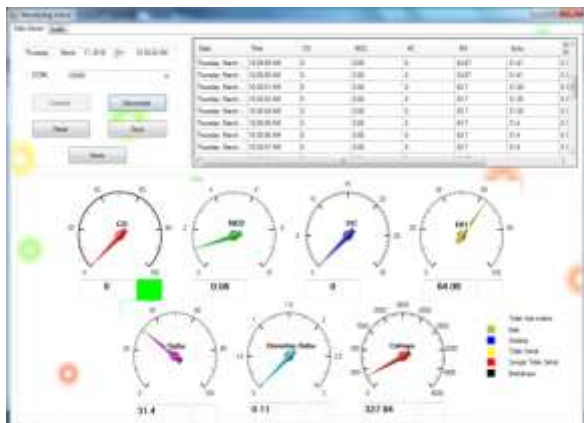
Pengujian dilakukan di dalam ruang 302 kampus Teknik Elektro Universitas Diponegoro. Data pengujian dilakukan dengan mengamati kadar gas CO, NO<sub>2</sub>, HC, besar intensitas cahaya, suhu, kelembaban dan jumlah partikel debu dan asap setiap 5 menit dalam rentang waktu selama 30 menit. Tabel 2. menunjukkan data monitoring polusi udara di dalam ruang B.302.

Tabel 2. Data monitoring polusi udara di dalam Ruang B302 Kampus Teknik Elektro

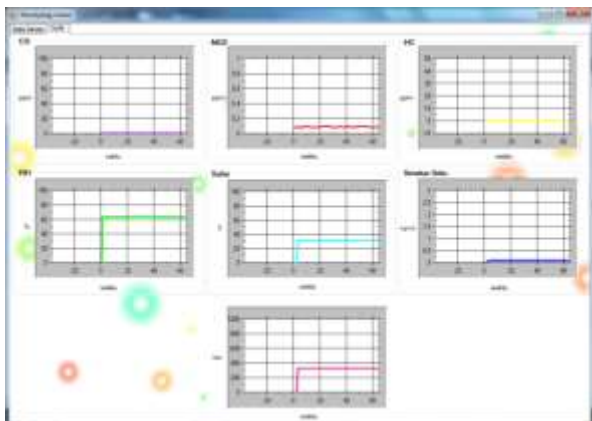
Waktu (menit)	CO (ppm)	NO <sub>2</sub> (ppm)	HC (ppm)	Intensitas Cahaya	Suhu	Kelembaban	Partikel Debu
5	0	0,08	0	332,33	30,88	63,73	0,07
10	0	0,09	0	330,86	30,9	63,7	0,07
15	0	0,09	0	327,94	30,86	63,73	0,07
20	0	0,08	0	327,94	30,85	64	0,07
25	0	0,08	0	329,40	30,86	64,03	0,07
30	0	0,1	0	316,22	30,80	64,09	0,07
Rata-rata	0	0,09	0	327,45	30,86	63,88	0,07

Berdasarkan pengujian yang dilakukan menunjukkan kondisi udara di dalam ruang 302 kampus Teknik Elektro Undip dengan rata – rata sebagai berikut :

- Gas CO sebesar 0 ppm
- Gas NO<sub>2</sub> sebesar 0,09 ppm
- Gas HC sebesar 0 ppm
- Intensitas cahaya sebesar 327,45 lux
- Suhu sebesar 30,86°C
- Kelembaban sebesar 63,88%
- Partikel debu sebesar 0,07 mg/m<sup>3</sup>



Gambar 7. Tampilan GUI pengujian di dalam ruang 302.



Gambar 8. Tampilan Grafik pada GUI pengujian di dalam ruang 302.

Gambar 7. dan Gambar 8. menunjukkan tampilan GUI pengujian di dalam ruang 302.

### 3.2. Pengujian Sistem Monitoring di Luar Ruang

Pengujian dilakukan di Jalan Banjarsari Depan Warung Makan SBC, Tembalang Semarang. Data pengujian dilakukan dengan mengamati kadar gas CO, NO<sub>2</sub>, HC, besar intensitas cahaya, suhu, kelembaban dan jumlah partikel debu dan asap setiap 5 menit dalam rentang waktu selama 60 menit. Tabel 3. menunjukkan data monitoring polusi udara di Jalan Banjarsari Depan Warung Makan SBC, Tembalang Semarang.

Tabel 3. Data Monitoring Polusi Udara di Luar Ruang 302 Kampus Teknik Elektro

Waktu (menit)	CO (ppm)	NO2 (ppm)	HC (ppm)	Intensitas Cahaya	Suhu	Kelembaban	Partikel Debu
5	0	0,27	0	327,94	29,34	84,18	0,2
10	0	0,28	0	326,47	29,31	83,89	0,2
15	0	0,31	0	326,47	29,34	84,21	0,2
20	0	0	0	313,30	29,37	82,71	0,2
25	0	0	2,19	317,69	29,78	81,26	0,21
30	0	0	3,48	316,22	29,86	80,14	0,2
Rata-rata	0	0,14	0,95	321,35	29,5	82,73	0,2

Berdasarkan Tabel 3. dapat diketahui kondisi udara di Jalan Banjarsari Depan Warung Makan SBC Tembalang dengan rata – rata setiap parameter kualitas udara sebagai berikut :

- Gas CO sebesar 0 ppm
- Gas NO<sub>2</sub> sebesar 0,14 ppm
- Gas HC sebesar 0,95 ppm
- Intensitas cahaya sebesar 321,35 lux
- Suhu sebesar 29,5<sup>0</sup>C
- Kelembaban sebesar 82,73%
- Partikel debu sebesar 0,2 mg/m<sup>3</sup>

Intensitas cahaya di luar ruangan lebih kecil daripada yang berada di dalam ruangan hal ini dikarenakan pengujian dilakukan saat langit agak mendung.

## 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa telah dibuat alat monitoring kualitas udara berbasis TCP/IP untuk mengukur 7 parameter kualitas udara yaitu CO, NO<sub>2</sub>, HC, suhu, kelembaban, intensitas cahaya dan partikel debu yang ditampilkan melalui GUI, dengan rata – rata setiap parameter kualitas udara pada pengujian di dalam ruangan yaitu gas CO sebesar 0 ppm, gas NO<sub>2</sub> sebesar 0,09 ppm, gas HC sebesar 0 ppm, intensitas cahaya sebesar 327,45 lux, suhu sebesar 30,86 °C, kelembaban sebesar 63,88% dan partikel debu sebesar 0,07 mg/m<sup>3</sup>, sedangkan pada pengujian di luar ruangan didapatkan rata – rata setiap parameter kualitas udara yaitu gas CO sebesar 0 ppm, gas NO<sub>2</sub> sebesar 0,14 ppm, gas HC sebesar 0,95 ppm, intensitas cahaya sebesar 321,35 lux, suhu sebesar 29,5 °C, kelembaban sebesar 82,73% dan partikel debu sebesar 0,2 mg/m<sup>3</sup>.

## Referensi

- Michael, G., *An Efficient Interface for Monitoring Air Pollution by Using Micro-Controller Based Sensors*, International Journal of Innovative Research in Computer and Communication Engineering (IJIRCCE), ISSN (Print) : 2320 – 9798, ISSN (Online) : 2320 – 9801, Volume 1, Issue 3, May, 2013.
- Popescu, F., Ionel, I., Lontis, N., Calin, L., Dungan, I.L., *Air Quality Monitoring in an Urban Agglomeration*, University Politehnica, 2009.
- Neigburger, Morris, *Memahami Lingkungan Atmosfer Kita*, 1995, Bandung: ITB.
- AQMS. [Online]. Tersedia: <http://pusarpedal.menlh.go.id/?p=300>. Diakses: Okt 5, 2015.
- Ansar Suyuti, M. Tola, M. S. Pallu, N. Harun, *Design of Real-Time Gas Emission Tester for Diesel Power Plant Applications*, International Journal of Electronics Communication and Computer Engineering (IJECCCE), ISSN (Online Journal): 2249-071X, ISSN (Print): 2278 – 4209, Volume 4. Issue 1, January-February, 2013.

- [6]. Ansar Suyuti, *Web-Based Gas Emission Level Monitoring of Diesel Power Plant using Multi-Sensors*, International Journal of Engineering and Innovative Technology (IJEIT), ISSN : 2277-3754, ISO 9001: 2008 Certified, Volume 3, Issue 2, August 2013.
- [7]. Fikri, Y., *Sistem Monitoring Kualitas Udara Berbasis Mikrokontroler Atmega 8535 dengan Komunikasi Protokol TCP/IP*, Skripsi S-1, Teknik Elektro, Universitas Diponegoro, Semarang, 2013.