

RANCANG BANGUN SISTEM *MONITORING* POLUSI UDARA PORTABEL BERBASIS KOORDINAT GPS (*GLOBAL POSITIONING SYSTEM*)

Tito Tuesnadi^{*)}, Sumardi, and Budi Setiyono

Departemen Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro Semarang
Jln. Prof. Sudharto, SH. Kampus UNDIP Tembalang, Semarang 50275, Indonesia

^{*)}E-mail : hilariustito@gmail.com

Abstrak

Tingkat pencemaran udara ditiap tempat berbeda – beda, perbedaan ini dikarenakan jumlah sumber polusi dan polutan ditiap tempat tidak sama, seperti banyaknya industri disana, banyaknya kendaraan yang melintas. Oleh karena itu, dibutuhkan alat monitoring untuk memantau polutan agar polusi udara dapat dikurangi. Maka pada penelitian ini dirancang sebuah alat yang dapat memantau tingkat polutan di udara dengan memanfaatkan kemajuan teknologi sistem monitoring. Peralatan yang digunakan antara lain mikrokontroler AVR tipe ATmega32 sebagai unit pusat kontrol dengan menggunakan bahasa C. Sensor – sensor yang digunakan untuk mengukur jumlah gas yang ada di udara adalah sensor gas TGS 2600 yang berfungsi untuk mengukur kadar CO, TGS 2201 untuk mengukur kadar NO dan HC, LDR untuk mengukur intensitas cahaya, dan SHT 11 untuk mengukur suhu, GP2Y1010AU0F untuk mengukur partikel debu, serta GPS untuk menentukan posisi dan koordinat dimana alat pengukur berada. Pengujian alat monitoring polusi udara ini dilakukan di tiga tempat berbed di lingkungan Universitas Diponegoro Semarang. Dengan hasil, nilai rata – rata CO, NO₂, dan HC adalah 0,801 ppm, 0,857 ppm, dan 0,876 ppm. Nilai rata – rata suhu dan kelembapan adalah 36,52°C dan 67,56 RH. Sedangkan nilai rata – rata untuk partikel debu adalah 0,017 mg/m³.

Kata kunci : Pencemaran udara, ATmega32, Monitoring, GPS.

Abstract

The level of air pollution in each place is different, it is because the amount of pollution source in each place is different. Therefore, we need monitoring device to monitor the pollutants, so that air pollution can be reduced. In this research be designed a device that can monitor the level of pollutants in the air by utilizing advances in technology monitoring system. The equipment used were the type of ATmega32 AVR microcontroller as the central control unit using the c language. Sensors are used to measure the amount of gas in the air is a gas sensor TGS 2600 is used to measure the levels of CO, TGS 2201 to measure the levels of NO and HC, and SHT 11 to measure the temperature, GP2Y to measure the particle of dust, and Global Positioning System to determine position where measuring device located. Testing the air pollution monitoring was conducted at three different places at the Diponegoro University. With the results, the average of CO, NO₂, and HC are 0,801 ppm, 0,857 ppm, and 0,876 ppm. Average of temperature and humidity are 36,52°C and 67,56 RH. While the average for the dust particles is 0,017 mg/m³.

Keywords : Air pollution, ATmega32, Monitoring, CO, NO, HC, Temperature, particle of dust, Position

1. Pendahuluan

Pada era globalisasi ini, pembangunan berkembang pesat terutama dalam bidang teknologi dan industri, jumlah kendaraan bermotor juga bertambah. Peningkatan ini berdampak pada tingkat polusi udara yang semakin meningkat setiap harinya [1]. Menurut Indeks Standart Pencemaran Udara (ISPU) [2], macam-macam gas berbahaya yang termasuk dalam gas polutan antara lain,

karbon monoksida (CO), nitrogen oksida (NO_x), belerang oksida (SO_x), hidro karbon (HC) dan partikel. Komponen pencemar udara tersebut jika dalam jumlah besar dan dalam jangka waktu yang lama akan mengganggu kesehatan [1]. Untuk dapat mengetahui tingkat polusi udara dari polutan yang membahayakan manusia, maka dibutuhkan suatu alat yang mampu mendeteksi dan mengukur konsentrasi polutan yang bersifat mudah dibawa kemana-mana. Alat *monitoring* ini dapat

memantau tingkat polusi udara di tempat-tempat tertentu, tanpa harus menambah jumlah alat, sehingga biaya pembuatan dan biaya perawatan menjadi lebih sedikit dibandingkan alat *monitoring* yang tetap di satu tempat.

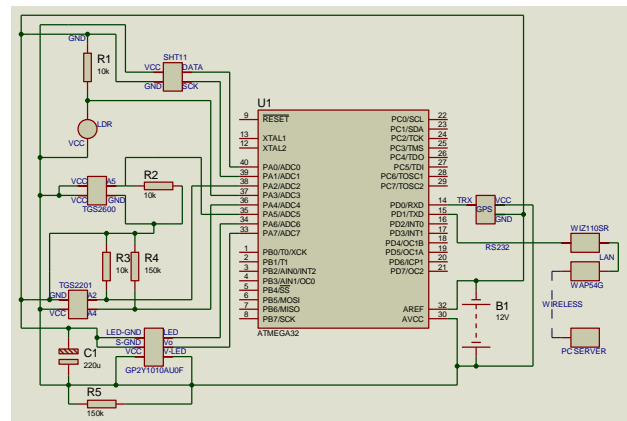
Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Kulkarni [3] dan Marjovi [4], telah dirancang alat *monitoring* polusi udara yang mampu mendeteksi kadar CO, NO₂, suhu, kelembapan, dan posisi. Kedua alat *monitoring* tersebut ditempatkan di mesin kendaraan untuk membatasi gas buang kendaraan [3], dan di bus umum untuk mengetahui tingkat polusi udara di daerah yang dilewati bus [4]. Di Teknik Elektro Undip juga pernah dibuat alat sistem *monitoring* kualitas udara berbasis Mikrokontroler ATmega8535 dengan komunikasi protokol TCP/IP pada tahun 2013 [5]. Pada penelitian ini dibuat alat *monitoring* polusi udara dengan memanfaatkan mikrokontroler ATmega32 dan parameter yang akan diukur, yaitu CO, HC, NO₂, suhu, kelembapan, partikel debu, intensitas cahaya dan memberikan informasi titik koordinat tempat, di mana alat *monitoring* berada [6]. Kadar gas CO dideteksi menggunakan sensor TGS 2600, untuk mengukur kadar gas NO₂ dan HC menggunakan sensor TGS 2201, untuk mengukur suhu dan kelembapan menggunakan sensor SHT11, sensor GP2Y1010AU0F untuk mengukur banyaknya partikel debu, sensor LDR untuk mengukur intensitas cahaya, sedangkan GPS U-blox NEO 6M untuk mengirimkan titik koordinat tempat yang sedang di pantau kadar polutannya.

2. Metode

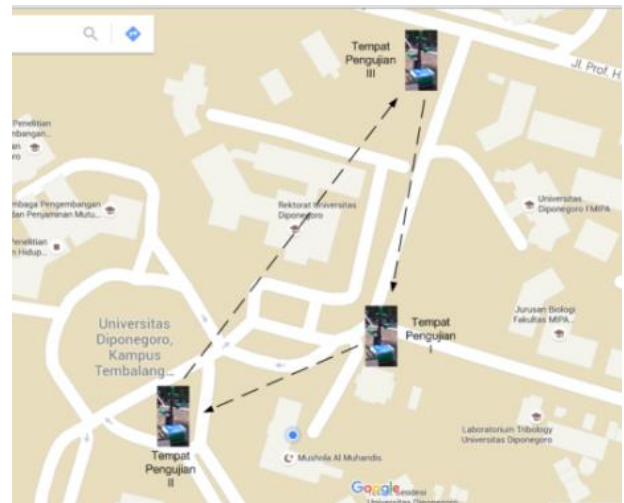
2.1. Perancangan Perangkat Keras

Perancangan perangkat keras rancang bangun sistem monitoring polusi udara portabel berbasis koordinat GPS ini terdiri dari mikrokontroler ATmega32 sebagai pusat kontrol alat, sensor TGS 2600 untuk mendeteksi gas CO, sensor TGS 2201 pendeteksi gas NO₂ dan HC, sensor SHT 11 pendeteksi suhu dan kelembapan, GP2Y pendeteksi partikel debu, GPS U-blox NEO 6M pendeteksi lokasi dalam bentuk koordinat, WIZ110SR dan *Wireless access point* berfungsi sebagai media pengiriman data, serta Aki kering berfungsi sebagai sumber tegangan. Secara umum perancangan perangkat sistem ditunjukkan pada Gambar 1.

Pengambilan data dari penelitian ini, dilakukan dengan cara memantau parameter-parameter yang telah ditentukan sebelumnya, kemudian berpindah ke beberapa tempat, dan lokasi yang sedang dipantau akan ditampilkan dalam peta. Sehingga diperoleh data yang berbeda – beda di setiap tempatnya. Untuk lebih jelasnya, dapat dilihat pada Gambar 2.



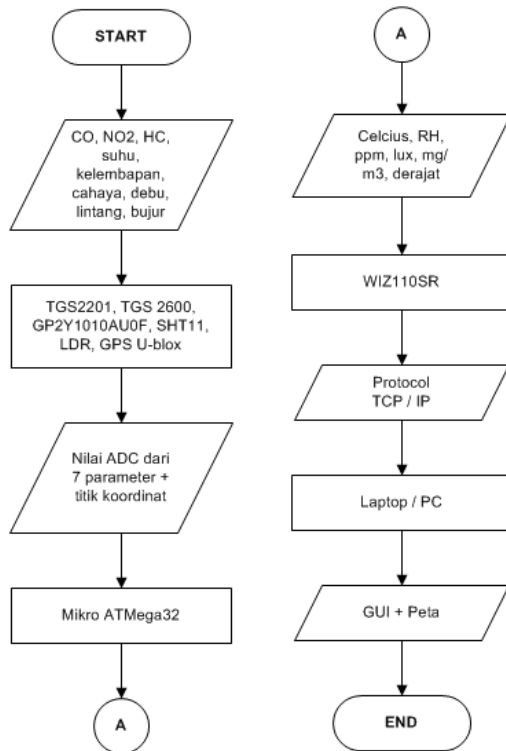
Gambar 1. sstem monitoring portabel polusi udara



Gambar 2. metode pengambilan data

2.2. Perancangan Perangkat Lunak

Pada tugas akhir ini digunakan dua perangkat lunak yaitu, perangkat lunak *Visual C# 2010* yang dijalankan pada komputer sebagai perangkat pembuatan GUI agar operator dapat berkomunikasi dengan alat monitoring tanpa harus melihat alat secara langsung. Perangkat lunak satunya adalah *CodeVision AVR* sebagai untuk membuat coding agar sensor – sensor dapat membaca dan bekerja sesuai yang diinginkan. Untuk lebih jelasnya dapat melihat flowchart pada Gambar 3, sedangkan untuk perancangan GUI dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 3. Flowchart sistem monitoring



Gambar 4. Perancangan GUI

3. Hasil dan Analisa

3.1. Pengujian Sensor Gas TGS 2201

Pengujian sensor TGS 2201 dilakukan dengan cara membandingkan data hasil perhitungan yang didapatkan dari *datasheet* [7] dengan data hasil keluaran sensor TGS 2201 sendiri. Pengujian dilakukan dengan cara mendekatkan sensor TGS2201 ke knalpot motor sedikit demi sedikit hingga diletakkan di dekat knalpot yang ditunjukkan oleh Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1. Pengujian sensor TGS 2201 keluaran NO₂

Pengukuran NO ₂		Datasheet	
Vout (v)	ADC	Vrl (v)	ADC
1,38	290	1,33	278
1,12	235	1,14	238
0,98	206	0,93	194
0,85	178	0,79	166
0,70	147	0,68	143

Tabel 2. Pengujian sensor TGS 2201 keluaran HC

Pengukuran HC		Datasheet	
Vout (v)	ADC	Vrl (v)	ADC
0,82	172	0,8	168
0,92	193	0,93	194
0,96	201	0,99	207
1,12	235	1,1	230
1,13	237	1,14	239

3.2. Pengujian Sensor Gas TGS 2600

Pengujian sensor gas TGS 2600 dilakukan dengan cara membandingkan data hasil perhitungan yang didapatkan dari *datasheet* [8] dengan data hasil keluaran COMeter. Langkah pertama dengan memasukkan asap ke dalam boks yang didalamnya telah diletakkan COMeter dan sensor TGS 2600, kemudian boks ditutup. Setelah terjadi peningkatan asap dalam boks, tutup boks dibuka kemudian diamati setiap perubahan penurunan kadar CO dalam boks. Pengujian sensor dan COMeter dalam boks, ditunjukkan oleh Tabel 3.

Tabel 3. Hasil pengujian sensor TGS 2600

No.	Waktu (detik)	Nilai PPM CO TGS 2600	Nilai PPM CO meter	Error
1.	20	60,17	62	1,83
2.	40	33,71	32	1,71
3.	60	22,03	21	1,03
4.	80	15,26	15	0,26
5.	100	11,28	12	0,72

3.3. Pengujian Sensor Cahaya LDR

Pengujian sensor cahaya dilakukan dengan membandingkan nilai intensitas cahaya yang diperoleh menggunakan sensor LDR [9] dengan nilai yang tertera pada *lightmeter*. Pengujian dilakukan dengan meletakkan sensor dan *lightmeter* dekat dengan lampu LED, kemudian jumlah lampu LED ditambahkan untuk menaikkan tegangan dan menambah intensitas cahaya. Pengujian sensor cahaya LDR ditunjukkan oleh Tabel 4.

Tabel 4. Perbandingan keluaran LDR dan *lightmeter*

No,	Tegangan Lampu (volt)	ADC	Intesitas Cahaya		Error
			LDR (lux)	Lightmeter (lux)	
1.	0	3	5,85	0	5,85
2.	1,15	92	178,64	197	18,36
3.	1,65	179	349,61	364	14,39
4.	1,9	275	536,31	532	4,31
5.	2,15	374	728,57	736	7,43

3.4. Pengujian Sensor Suhu dan Kelembapan SHT11

Pengujian terhadap sensor SHT11 ini dilakukan dengan melihat nilai suhu dan persentase kelembapan pada sistem melalui pembacaan yang dilakukan oleh sensor SHT11 [10]. Pengujian dilakukan dengan membandingkan nilai suhu yang diperoleh menggunakan sensor SHT11 dengan nilai yang tertera pada termometer. Pengujian pada nilai kelembapan dilakukan dengan membandingkan hasil keluaran sensor SHT11 dengan alat ukur lain yaitu *humiditymeter*. Pengujian sensor SHT11 dapat dilihat pada Tabel 5 dan Tabel 6.

Tabel 5. Perbandingan SHT11 dengan termometer

No.	Waktu (detik)	Suhu Temp. meter (°C)	Suhu SHT 11 (°C)	Error
1	10	29,7	29,17	0,53
2	20	29,8	29,26	0,54
3	30	29,9	29,32	0,58
4	40	30,1	29,64	0,46
5	50	30,3	29,77	0,53

Tabel 6. Perbandingan SHT11 dengan *humiditymeter*

No.	Waktu (detik)	Kelembapan <i>humiditymeter</i> (%RH)	Kelembapan SHT 11 (%RH)	Error
1	10	65,3	65,24	0,06
2	20	65,3	65,27	0,03
3	30	65,4	65,33	0,07
4	40	65,5	65,33	0,17
5	50	65,4	65,41	0,01

3.5. Pengujian Sensor Debu GP2Y1010AU0F

Pengujian terhadap sensor GP2Y1010AU0F dilakukan dengan melihat nilai *dust density* yang tertera [11]. Pengujian dilakukan dengan memasukkan abu kertas sisa pembakaran. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil pengujian sensor debu

No.	Waktu (detik)	Nilai <i>Dust Density</i> (mg/m ³)	
		Tanpa abu kertas	Dengan abu kertas
1	5	0,04	0,36
2	10	0,06	0,47
3	15	0,05	0,57
4	20	0,04	0,38
5	25	0,06	0,58

3.6. Pengujian Modul GPS U-blox NEO 6M

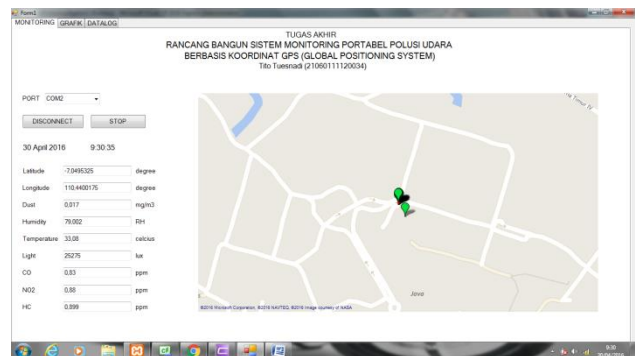
Pengujian GPS U-blox NEO 6M dilakukan dengan untuk mengetahui sejauh mana tingkat akurasi data koordinat yang diberikan oleh modul GPS U-blox NEO 6M [12]. Pengujian ini dilakukan dengan cara menempatkan GPS pada suatu tempat, kemudian membandingkan koordinat keluaran GPS dengan koordinat dari *google map* di tempat yang sama. Data hasil pembacaan GPS dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Data GPS dalam format desimal derajat-menit

No.	Lintang (ddmm,mmmm)	Bujur (dddmm,mmmm)
1.	07°03,00059' LS	110°26,36787' BT
2.	07°03,00059' LS	110°26,36786' BT
3.	07°03,00059' LS	110°26,36786' BT
4.	07°03,00060' LS	110°26,36786' BT
5.	07°03,00060' LS	110°26,36786' BT

3.7. Pengujian Alat Monitoring Polusi Udara

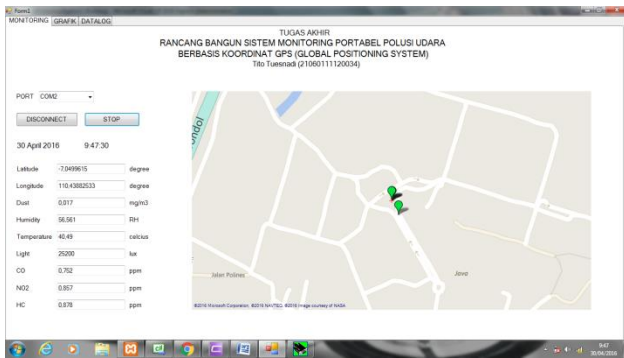
Pada pengujian pertama di lokasi pertama yaitu di depan gedung Teknik Elektro, saat 5 menit pertama setelah alat dinyalakan, data yang didapat adalah sebagai berikut, titik koordinat yang diberikan oleh modul GPS adalah 7,04955333° LS dan 110,44000533° BT sehingga pada peta menunjukkan lokasi saat itu yaitu gedung Teknik Elektro, untuk suhu dan kelembapan menunjukkan angka 33,26°C dan 78,32%RH dikarenakan pengambilan data dilakukan saat jam 09:29 hingga 09:34 dengan cuaca yang cukup cerah dan tidak terlalu kering pada saat itu, dibuktikan dengan intensitas cahaya yang mencapai angka 25250 lux, sementara untuk gas CO yang terdeteksi yaitu sebesar 0,864 ppm, sedangkan untuk gas NO₂ dan gas HC menunjukkan angka 0,893 ppm dan 0,944 ppm. Pengujian ditunjukkan Gambar 5.



Gambar 5. Pengujian di lokasi pertama

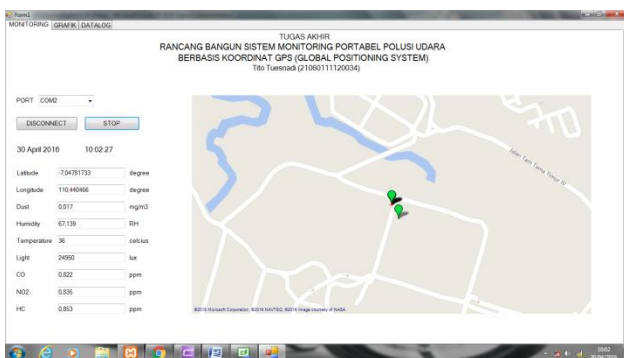
Pada pengujian kedua di lokasi kedua yaitu di bundaran Widya Puraya Undip Semarang, saat 5 menit pertama setelah alat dinyalakan, data yang didapat adalah sebagai berikut, titik koordinat yang diberikan oleh modul GPS adalah 7,04995983° LS dan 110,438827° BT sehingga

pada peta menunjukkan lokasi saat itu, untuk suhu dan kelembapan menunjukkan angka 38,76°C dan 60,447 RH dikarenakan pengujian pada jam 09:47. Intensitas cahaya berada dikisaran 25200 lux, partikel debu statis di angka 0,017 mg/m³, sementara untuk gas CO yang terdeteksi yaitu sebesar 0,764 ppm, sedangkan untuk gas NO₂ dan gas HC menunjukkan angka 0,853 ppm dan 0,875 ppm. Pengujian ditunjukkan Gambar 6.



Gambar 6. Pengujian di lokasi kedua

Pada pengujian ketiga di lokasi ketiga yaitu di pertigaan gedung FSM, gedung FEB, dan gedung Rektorat saat 5 menit pertama setelah alat dinyalakan, data yang didapat adalah sebagai berikut, titik koordinat yang diberikan oleh modul GPS adalah 7,04782833° LS dan 110,44047883° BT sehingga pada peta menunjukkan lokasi saat itu, untuk suhu dan kelembapan menunjukkan angka 36°C dan 67,109 RH dikarenakan pengujian pada jam 10:01. Intensitas cahaya berada dikisaran 24975 lux, partikel debu statis di angka 0,017 mg/m³, sementara untuk gas CO yang terdeteksi yaitu sebesar 0,916 ppm, sedangkan untuk gas NO₂ dan gas HC menunjukkan angka 0,841 ppm dan 0,877 ppm. Pengujian ditunjukkan Gambar 7.



Gambar 7. Pengujian di lokasi ketiga

4. Kesimpulan

Berdasarkan pengujian perangkat keras, perangkat lunak dan keseluruhan maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Sudah dibuat sistem *monitoring* polusi udara portabel berbasis koordinat GPS (*Global Positioning System*), dengan spesifikasi mampu mengukur gas CO 0-275 ppm, NO₂ 0-2,2 ppm, HC 0-159 ppm, suhu 20-42°C, kelembapan 40%-90%RH, LDR 25.600 lux, partikel debu 0,017-0,58 mg/m³, informasi koordinat dengan galat 3 meter, dan jangkauan sinyalnya ± 80 m.
2. Pada pengujian pertama titik koordinat yang diberikan oleh modul GPS adalah 7,04955333° LS dan 110,44000533° BT, suhu dan kelembapan menunjukkan angka 33,26°C dan 78,324%RH, intensitas cahaya 25.250 lux, gas CO yang terdeteksi yaitu sebesar 0,864 ppm, sedangkan untuk gas NO₂ dan gas HC menunjukkan angka 0,893 ppm dan 0,944 ppm.
3. Pada pengujian kedua titik koordinat yang diberikan oleh modul GPS adalah 7,04995983° LS dan 110,438827° BT, suhu dan kelembapan menunjukkan angka 38,76°C dan 60,447%RH, intensitas cahaya berada dikisaran 25.200 lux, partikel debu statis di angka 0,017 mg/m³, sementara untuk gas CO yang terdeteksi yaitu sebesar 0,764 ppm, gas NO₂ dan gas HC menunjukkan angka 0,853 ppm dan 0,875 ppm.
4. Pada pengujian ketiga titik koordinat yang diberikan oleh modul GPS adalah 7,04782833° LS dan 110,44047883° BT, suhu dan kelembapan menunjukkan angka 36°C dan 67,109%RH, intensitas cahaya berada dikisaran 24.975 lux, partikel debu statis di angka 0,017 mg/m³, sementara untuk gas CO yang terdeteksi yaitu sebesar 0,916 ppm, untuk gas NO₂ dan gas HC menunjukkan angka 0,841 ppm dan 0,877 ppm.

Referensi

- [1]. Arya Wardhana, W. *Dampak Pencemaran Lingkungan*, Ed.II, Penerbit Andi, Yogyakarta, 2004.
- [2]. Keputusan Kepala Bapedal Nomor 107 Tahun 1997 tentang Pedoman Teknis Perhitungan dan Pelaporan Serta Informasi Indeks Standar Pencemaraan Udara, 1997.
- [3]. Kulkarni, A., T. Ravi Teja, "Automated System for Air Pollution Detection and Control in Vehicles", IJAREEIE, Vol.3, Issue 9, September 2014.
- [4]. Marjovi, A., A. Arfire, dan A. Martinoli, "High Resolution Air Pollution Maps in Urban Environments Using Mobile Sensor Networks", IEEE 10.1109, pp. 11 – 20, DCOSS 2015.
- [5]. Fikri, Z., "Sistem Monitoring Kualitas Udara Berbasis Mikrokontroler ATmega 8535 dengan Komunikasi Protokol TCP/IP", Tugas Akhir, Jurusan Teknik Elektro, Universitas Diponegoro, Semarang, 2013.
- [6]. Devendra, S., K. Verma, dan P. K. Barhai, "Design and Development of WINGSNET (Wireless Intelligent GPS-Based Sensor Network) System for Monitoring Air Pollution and Radiation Based on WiFi & WiMAX Communication Network", IEEE, 10.1109, pp. 507 – 508, MASS 2014.
- [7]. -----, *datasheet* FIGARO TGS 2201.

- [8]. -----, *datasheet* FIGARO TGS 2600.
[9]. -----, *datasheet* Light Dependent Resistor.
[10]. -----, *datasheet* SHT 11.

- [11]. -----, *datasheet* SHARP GP2Y1010AU0F.
[12]. -----, *datasheet* GPS U-Blox Neo 6M.