

Sistem Pendeteksian Pencemaran Udara Akibat Kabut Asap Dengan Alir Informasi *Short Message Service*

Nila Pratiwi¹

Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang, Indonesia
nilapратиwi1991@gmail.com¹

Received 01 Agustus 2019 | Revised 23 September 2019 | Accepted 27 September 2019

ABSTRAK

Sensor yang digunakan untuk mengukur kualitas udara pada sistem ini adalah sensor CO MQ-9, yang mana sensor ini memiliki kemampuan untuk mengukur kadar pembacaan sensor pada udara bebas. Tujuan dari penelitian ini yang mana data output yang dihasilkan adalah data analog yang mempresentasikan nilai kadar kandungan CO untuk kemudian diolah oleh mikrokontroler ATmega 16 dan untuk mengimplementasikan komunikasi data serial pada interface antara modem GSM dan mikrokontroler. Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan 2 tahapan pengujian: 1) pengujian didalam ruangan dengan 4 operator yang berbeda dan dengan waktu yang berbeda, 2) pengujian di luar ruangan dengan 4 operator yang berbeda dan dengan waktu yang berbeda pula. Dari hasil pengujian ini didapatkan data output rata-rata di dalam ruangan sebesar 193,75 ppm pada pukul 08.00, 183,25 ppm pada pukul 12.00, 170,5 ppm pada pukul 16.00 dan 130 ppm pada pukul 19.00. Sedangkan output rata-rata di luar ruangan sebesar 196 ppm pada pukul 08.00, 190,75 ppm pada pukul 12.00, 178,75 ppm pada pukul 16.00 dan 178,75 ppm pada pukul 19.00. Hasil pengujian ini, alat mampu mendeteksi kadar pembacaan sensor pada lingkungan baik di dalam ruangan maupun di luar ruangan. Sementara hasil perhitungan secara manual didapatkan nilai selisih perhitungan sebesar 2 ppm dari nilai pembacaan maksimum 2000 ppm yang seharusnya didapatkan dari datasheet menjadi 1980 ppm berdasarkan perhitungan. Selisih kesalahan perhitungan program sebesar 0,1%.

Kata kunci : Sensor MQ-9, Mikrokontroler ATmega16, Modem Wavecom, LCD 16x2, Bascom AVR, Prog ISP

ABSTRACT

The sensor used to measure air quality in this system is the CO MQ-9 sensor, which has the ability to measure the level of sensor readings in free air. The purpose of this study where the output data generated is analog data that presents the value of CO content to be processed by ATmega 16 microcontroller and to implement serial data communication on the interface between the GSM modem and the microcontroller. The research method used in this study uses 2 stages of testing: 1) indoor testing with 4 different operators and at different times, 2) outdoor testing with 4 different operators and at different times. From the results of this test, the average output data in the room was 193.75 ppm at 08.00, 183.25 ppm at 12.00, 170.5 ppm at 16.00 and 130 ppm at 19.00. While the average outdoor output is 196 ppm at 08.00, 190.75 ppm at 12.00, 178.75 ppm at 16.00 and 178.75 ppm at 19.00. The results of this test, the tool is able to detect levels of sensor readings in the environment both indoors and outdoors. While the manual calculation results obtained difference calculation value of 2 ppm from the maximum reading value of 2000 ppm which should be obtained from the datasheet to 1980 ppm based on calculations. Difference in program calculation error by 0.1%.

Keywords: MQ-9 Sensor, ATmega16 Microcontroller, Wavecom Modem, 16x2 LCD, Bascom AVR, Prog ISP

I. PENDAHULUAN

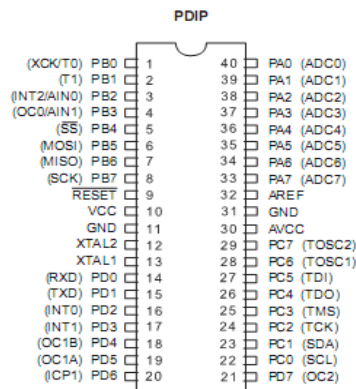
Polusi udara dapat terjadi dikarenakan berbagai sebab, di antaranya adalah reaksi kimia dari limbah yang ada di bumi, sisa pembuangan kendaraan bermotor, gunung meletus, sisa pembakaran yang ada pada pabrik dan industri serta kebakaran hutan. Kondisi ini merupakan penyebab utama yang mengakibatkan kualitas udara menurun. Dari berbagai faktor penyumbang polusi udara yang telah disebutkan, kebakaran lahan merupakan penyebab utama terjadinya kabut asap yang terjadi akhir-akhir ini. Fokus penelitian ini berfokus pada proses pengiriman informasi yang didapatkan dari hasil pembacaan sensor. Penelitian ini juga dilakukan dengan judul "Simulasi Sistem Pendeteksi Polusi Ruangan Menggunakan Sensor Asap dengan Pemberitahuan Melalui SMS (*Short Message Service*) dan Alarm Berbasis Arduino" (Utomo, B. T. W., & Saputra, D. S., 2016). Tujuan dari penelitian ini yang mana data output yang dihasilkan adalah data analog yang mempresentasikan nilai kadar kandungan CO untuk kemudian diolah oleh mikrokontroler ATmega 16 dan untuk mengimplementasikan komunikasi data serial pada interface antara modem GSM dan mikrokontroler. Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan 2 tahapan pengujian: 1) pengujian

didalam ruangan dengan 4 operator yang berbeda dan dengan waktu yang berbeda, 2) pengujian di luar ruangan dengan 4 operator yang berbeda dan dengan waktu yang berbeda pula. Diharapkan dari penelitian ini alat mampu mendeteksi kadar pembacaan sensor pada lingkungan, baik di dalam ruangan maupun di luar ruangan dan dapat mengimplementasikan komunikasi data serial pada *interface* antara modem GSM dan mikrokontroler.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Mikrokontroler ATmega 16

Mikrokontroler adalah sebuah sistem komputer lengkap dalam satu serpih (*chip*). Mikrokontroler lebih dari sekedar sebuah mikroprosesor karena sudah terdapat atau berisikan ROM (*Read-Only Memory*), RAM (*Read-Write Memory*), beberapa Port masukan maupun keluaran, dan beberapa peripheral seperti pencacah/pewaktu, ADC (*Analog to Digital Converter*), DAC (*Digital to Analog Converter*) dan serial komunikasi (AT24C64, E. E. P. R. O. M. 2010). Mikrokontroler ATmega 16 ini menggunakan arsitektur Harvard yang memisahkan memori program dari memori data, baik bus alamat maupun bus data, sehingga pengaksesan program dan data dapat dilakukan secara bersamaan (*concurrent*). Konfigurasi pena (pin) mikrokontroler Atmega16 dengan kemasan 40-pin dapat dilihat pada Gambar 1. Dari gambar tersebut dapat terlihat ATmega16 memiliki 8 pin untuk masing-masing Gerbang A (Port A), Gerbang B (Port B), Gerbang C (Port C), dan Gerbang D (Port D) (Andrianto, H, 2008).



Gambar 1. Pin-Pin Mikrokontroler ATmega 16

B. Sensor CO MQ-9

Sensor gas CO MQ-9 memiliki sensitivitas tinggi untuk karbon monoksida, metana dan LPG. Sensor ini bisa digunakan untuk mendeteksi gas yang berbeda mengandung CO dan gas mudah terbakar dengan biaya yang rendah dan cocok untuk aplikasi yang berbeda. Aplikasi ini merupakan aplikasi monitoring keadaan polusi udara dengan alir data informasi melalui sms. Penerapan sensor yang diaplikasikan merupakan sensor kualitas udara dengan *output* data analog (Talumewo, R.F, 2012). Adapun tampilan sensor yang diterapkan dapat dilihat pada gambar 2 dibawah ini.



Gambar 2. Sensor CO MQ-9

C. Modem Wavecom M1306B

Modem *wavecom* M1306B adalah modul komunikasi seluler GSM yang menggunakan prinsip *Plug and Play* sehingga tidak memerlukan instalisasi yang rumit. *Wavecom* M1306B juga menyediakan komunikasi data dengan perangkat luar melalui antarmuka serial serta yang dapat diprogram dengan menggunakan perintah *AT Command* (Pancu, C., Baraboi, A., Adam, M., Plesca, A., Mastorakis, N., Mladenov, V., & Jha, M, 2009). Bentuk fisik modem *wavecom* M1306B ditunjukkan pada gambar 3 .



Gambar 3. Bentuk Fisik Modem Wavecom M1306B

D. Perhitungan Konversi Data Analog Sensor Menjadi Data *Output* PPM

Berdasarkan pengujian yang dilakukan pada *output* sensor didapatkan pembacaan tegangan dengan rentang nilai antara 0,2 V - 3,04 V. Data ini mewakili nilai pembacaan jangkauan sensor 20 - 2000 ppm. Nilai *output* analog ini selanjutnya di konversi ke bentuk bilangan desimal yang mewakili keadaan pembacaan sensor dengan persamaan:

$$\text{Nilai ADC (dec)} = \frac{\text{output sensor} \cdot \text{resolusi}}{\text{referensi}} \quad (1)$$

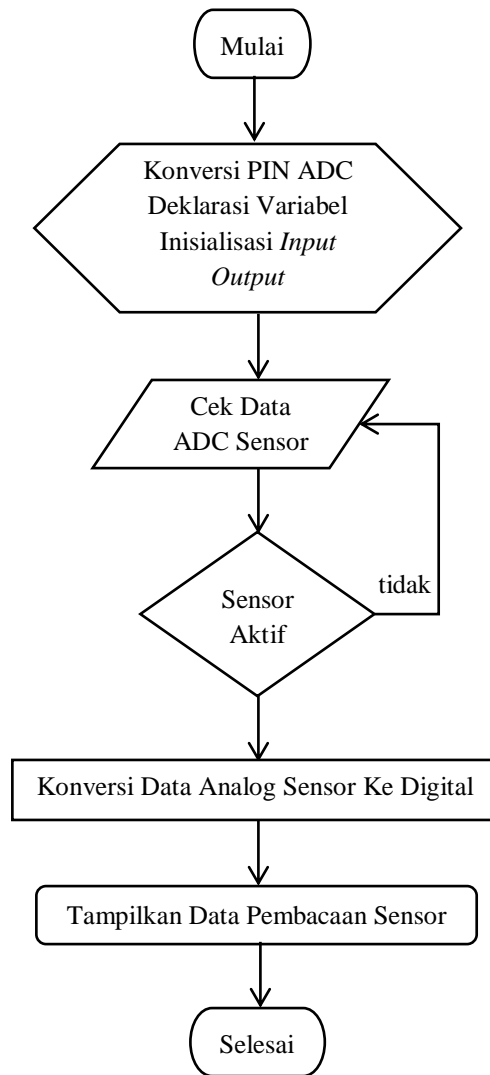
Hasil bilangan desimal tersebut didapat nilai PPM pembacaan sensor dengan persamaan sebagai berikut:

$$PPM = \frac{\text{Nilai ADC (dec)} - \text{ADC min} \cdot (\text{ppm max} - \text{ppm min})}{(\text{ADCmax} - \text{ADCmin})} + 20 \text{ ppm} \quad (2)$$

III. METODE PENELITIAN

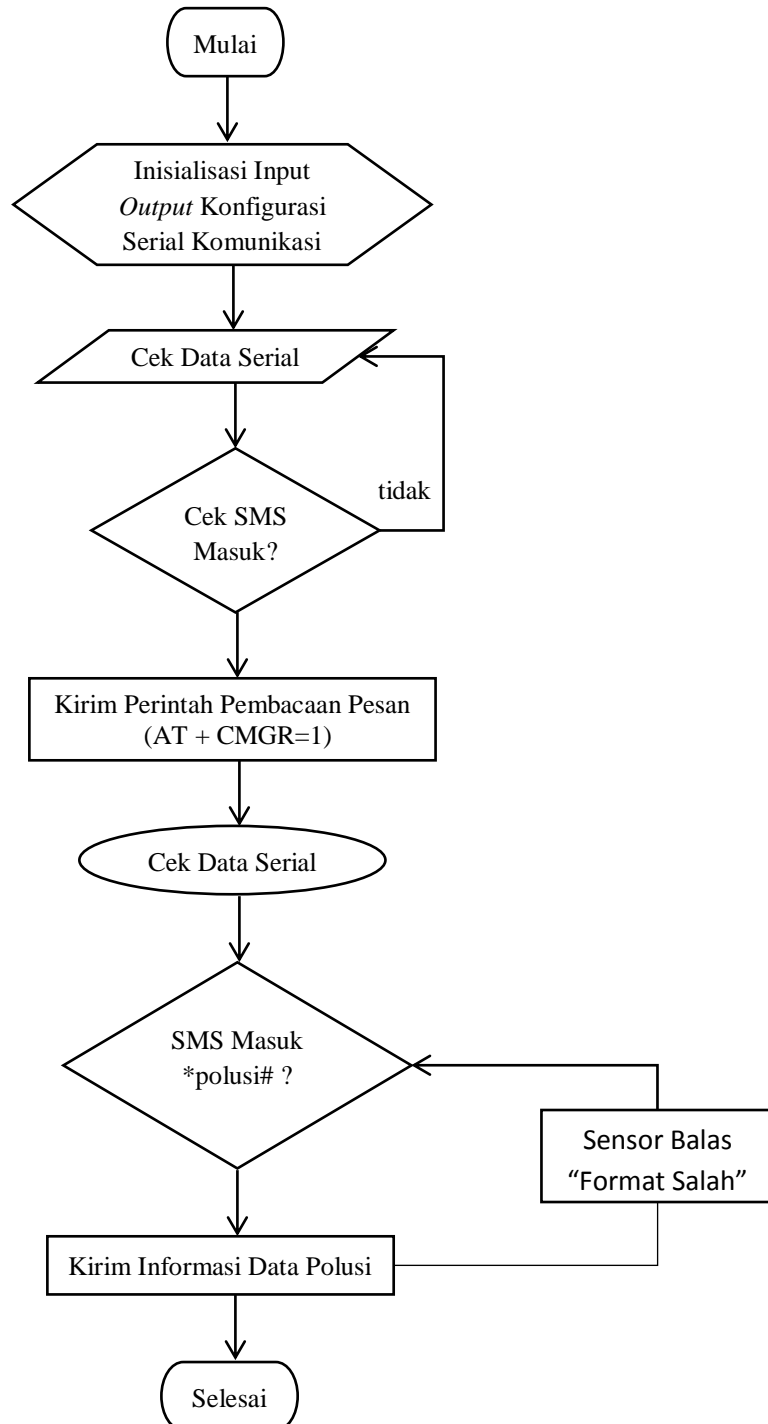
Metode penelitian pengambilan data, penulis melakukan 2 pengujian diantaranya: pengujian didalam ruangan dan diluar ruangan dengan 4 operator yang berbeda dan dengan waktu yang berbeda pula. Berikut alir kerja alat dapat dilihat pada gambar 4 dan 5.

A. Flowchart Konversi Data Analog Sensor Menjadi Data Digital



Gambar 4. Flowchart Konversi Data Analog Sensor Menjadi Data Digital

B. Flowchart Akses Data Sensor Dengan SMS



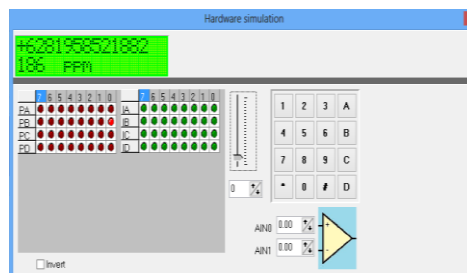
Gambar 5. Flowchart Akses Data Sensor Dengan SMS

Jadi, ketika ada pesan masuk dari operator, modem akan mengirimkan data +cmti = "sm", 1 kemudian mikrokontroler akan merespon pemberitahuan dari modem dengan perintah at+cmgr=1, lalu modem akan mengirimkan balasan isi pesan. Di mikrokontroler nanti, format yang dikirim oleh user akan dibandingkan dengan format yang sudah di setting di program Bascom AVR. Apabila data dikenali, mikrokontroler akan mengirimkan command / perintah at+cmgs ke no HP user berupa kadar CO dan data output yang dihasilkan sensor ini juga ditampilkan di LCD.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Alir Kerja Alat

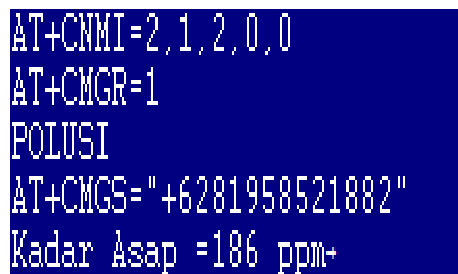
Proses pengkonversi data analog ke digital terjadi perubahan data dengan bentuk analog menjadi bentuk digital. Proses ini terjadi di dalam perangkat analog digital konverter yang terdapat pada mikrokontroler ATMega 16. Proses pengkodean analog ke digital menggunakan ADC dengan resolusi 10 bit yang memiliki jangkauan data dari 000000000 - 111111111 untuk mendeteksi keadaan *input* sensor. Adapun nilai referensi tegangan yang dimiliki oleh ADC ini adalah sebesar 5 V. Dari kondisi ini dapat diketahui bahwa ADC dapat mengolah data yang dihasilkan oleh sensor dengan tingkat ketelitian tegangan referensi per 10 bit tingkat resolusi. Dengan demikian dapat diartikan tingkat ketelitian pendeteksian yang dimiliki oleh ADC adalah sebesar $5 / 1024 = 0.004$ V. Berdasarkan kemampuan yang dimiliki oleh ADC ini, maka setiap kejadian perubahan nilai pembacaan sensor sebesar 0.004 V akan mengakibatkan bergesernya data susunan digital biner sebanyak 1 bit. Sebagai contoh: jika diketahui sensor menghasilkan tegangan sebesar 1.7 V pada suatu pendeteksian keadaan udara, maka dapat dicari nilai digitalnya dengan $V_{out} \text{ sensor} / \text{resolusi volt ADC} = 1.7 / 0.004 = 425$ dec. Adapun nilai digital binernya adalah 110101001. Untuk melakukan pengolahan data digital sensor kebentuk data kadar CO yang dideteksi, maka harus dilakukan proses konversi yang dilakukan pada mikrokontroler yang melibatkan perhitungan jangkauan pendeteksian sensor yang didapatkan dari proses kalibrasi. Proses kalibrasi awal dilakukan dengan mengamati data awal sensor dalam mendeteksi keadaan udara bersih. Hasil pengujian mendapatkan data pembacaan dengan nilai 41 desimal sebagai acuan awal kalibrasi nilai minimum pembacaan sensor. Pada gambar 6 didapatkan hasil pengolahan data konversi kemudian ditampilkan pada LCD.



Gambar 6. Simulasi Hasil Pengolahan Data Konversi di Program Bascom AVR

B. Akses Data Sensor Dengan SMS

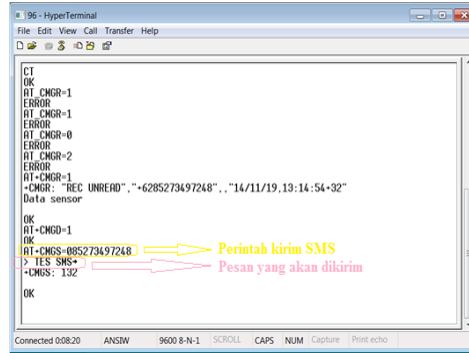
Proses *request* data melalui SMS dilakukan dengan mengirimkan pesan dengan format “#POLUSI” ke nomor HP pada alat. Pada proses ini akan terjadi proses validasi pesan sesuai dengan format yang ditentukan. Jika pesan dikenali sebagai instruksi pengaksesan sensor, maka sistem akan merespon dengan sms ke pengirim pesan. Berikut ini adalah simulasi yang dilakukan melalui bascom simulator yang dapat dilihat pada gambar 7 dibawah ini.



Gambar 7. Simulasi Pengaksesan Data Sensor Dengan SMS

C. Pengujian Software Serial Terminal Hyperterminal

Pengujian ini dilakukan untuk mengamati fungsi kinerja modem dan saluran *transmitter receiver* data antara modem yang digunakan dan terminal serial yang tersedia. Pengujian bagian ini sangat penting dilakukan karena proses ini sangat menentukan keberhasilan perangkat modem, guna dapat berkomunikasi dengan baik dengan perangkat eksternal modem yaitu mikrokontroler ATMega 16.



Gambar 8. Screenshot Tampilan Proses Pengiriman SMS

D. Pengujian Sistem

Pengujian system dilakukan sebagai parameter kesesuaian kinerja alat yang sudah dirancang dengan desain rancangan yang sudah disusun sebelumnya. Pengujian pertama dilakukan dengan mengamati tampilan awal pada layar LCD.



Gambar 9. Tampilan Awal Alat Pertama Kali Dinyalakan

Hasil pengujian yang dilakukan selama 10 menit dapat disimpulkan bahwa kinerja sistem dalam keadaan stabil. Hal ini dapat diketahui dengan tidak berubahnya *performance* alat dari awal ketika dihidupkan. Pengujian berikutnya adalah uji coba pengiriman *request* data melalui pengiriman pesan SMS. Pengiriman pesan SMS dilakukan dengan format #POLUSI yang telah di *setting* diprogram sebelumnya. Berikut ini adalah tampilan respon pada alat ketika menerima perintah dengan beberapa kali pengujian menggunakan nomor pengirim yang berbeda-beda.

Tabel 1. Pengujian Dalam Ruangan

Provider	Waktu Pengujian	Pengujian		Output
		User - Modem	Modem - User	
Telkomsel	Pukul 08.00	03.66 detik	04.96 detik	196 ppm
	Pukul 12.00	01.96 detik	04.83 detik	181 ppm
	Pukul 16.00	03.23detik	04.11 detik	178 ppm
	Pukul 19.00	05.25 detik	05.23 detik	130 ppm
XL	Pukul 08.00	02.38 detik	14.36 detik	193 ppm
	Pukul 12.00	04.26 detik	05.58 detik	184 ppm
	Pukul 16.00	06.48 detik	05.48 detik	175 ppm
Indosat	Pukul 19.00	05.43 detik	03.63 detik	130 ppm
	Pukul 08.00	04.11 detik	06.78 detik	193 ppm
	Pukul 12.00	04.05 detik	05.73 detik	184 ppm
3	Pukul 16.00	03.03 detik	05.43 detik	160 ppm
	Pukul 19.00	03.30 detik	05.18 detik	130 ppm
	Pukul 08.00	06.58 detik	05.16 detik	193 ppm
	Pukul 12.00	05.36 detik	05.49 detik	184 ppm
	Pukul 16.00	06.05 detik	06.55 detik	169 ppm
	Pukul 19.00	07.66 detik	06.38 detik	130 ppm

Tabel 2. Output Rata - Rata Dalam Ruangan

Pukul 08.00	Pukul 12.00	Pukul 16.00	Pukul 19.00
196 ppm	181 ppm	178 ppm	130 ppm
193 ppm	184 ppm	175 ppm	130 ppm
193 ppm	184 ppm	160 ppm	130 ppm
193 ppm	184 ppm	169 ppm	130 ppm
193,75 ppm	183,25 ppm	170,5 ppm	130 ppm

Tabel 3. Pengujian Luar Ruangan

Provider	Waktu Pengujian	Pengujian		Output
		User - Modem	Modem - User	
Telkomsel	Pukul 08.00	04.70 detik	04.85 detik	199 ppm
	Pukul 12.00	04.36 detik	04.30 detik	193 ppm
	Pukul 16.00	03.30 detik	05.15 detik	181 ppm
	Pukul 19.00	05.20 detik	04.70 detik	190 ppm
XL	Pukul 08.00	03.40 detik	05.23 detik	196 ppm
	Pukul 12.00	03.06 detik	05.08 detik	190 ppm
	Pukul 16.00	03.73 detik	06.11 detik	178 ppm
	Pukul 19.00	06.38 detik	06.03 detik	190 ppm
Indosat	Pukul 08.00	03.66 detik	06.75 detik	193 ppm
	Pukul 12.00	04.60 detik	06.31 detik	190 ppm
	Pukul 16.00	03.36 detik	07:88 detik	178 ppm
	Pukul 19.00	03.41 detik	06.20 detik	172 ppm
3	Pukul 08.00	07.76 detik	06.33 detik	196 ppm
	Pukul 12.00	07.18 detik	03.53 detik	190 ppm
	Pukul 16.00	06.18 detik	04.11 detik	178 ppm
	Pukul 19.00	08.56 detik	05.51 detik	178 ppm

Tabel 4. Output Rata - Rata Luar Ruangan

Pukul 08.00	Pukul 12.00	Pukul 16.00	Pukul 19.00
199 ppm	193 ppm	181 ppm	190 ppm
196 ppm	190 ppm	178 ppm	190 ppm
193 ppm	190 ppm	178 ppm	172 ppm
196 ppm	190 ppm	178 ppm	178 ppm
196 ppm	190,75 ppm	178,75 ppm	182,5 ppm

E. Perhitungan Konversi Data Analog Sensor Menjadi Data Output PPM

Berdasarkan pengujian yang dilakukan pada *output* sensor didapatkan pembacaan tegangan dengan rentang nilai antara 0,2 V - 3,04 V. Data ini mewakili nilai pembacaan jangkauan sensor 20 - 2000 ppm. Nilai *output* analog ini selanjutnya di konversi ke bentuk bilangan desimal yang mewakili keadaan pembacaan sensor dengan menggunakan persamaan 1.

1. *Output sensor terendah* = 0,2 V

$$\text{Nilai ADC (dec)} = \frac{\text{output sensor} \cdot \text{resolusi}}{\text{referensi}} = \frac{0,2 \text{ V} \cdot 1024 \text{ dec}}{5\text{V}} = 41 \text{ dec}$$

2. *Output sensor tertinggi* = 3,04 V

$$\text{Nilai ADC (dec)} = \frac{\text{output sensor} \cdot \text{resolusi}}{\text{referensi}} = \frac{3,04 \text{ V} \cdot 1024 \text{ dec}}{5\text{V}} = 623 \text{ dec}$$

Hasil bilangan desimal tersebut dapat dihitung nilai PPM pembacaan sensor dengan menggunakan persamaan 2.

$$\begin{aligned}
 1. \quad PPM &= \frac{\text{Nilai ADC (dec)} - \text{ADCmin} \cdot (\text{ppm max} - \text{ppm min})}{(\text{ADCmax} - \text{ADCmin})} + 20 \text{ ppm} \\
 &= \frac{41 \text{ dec} - 41 \text{ dec} \cdot (2000 \text{ ppm} - 20 \text{ ppm})}{(623 \text{ dec} - 41 \text{ dec})} + 20 \text{ ppm} \\
 &= \frac{0 \cdot 1980 \text{ ppm}}{582 \text{ dec}} + 20 \text{ ppm} \\
 &= 0 + 20 \text{ ppm} \\
 &= 20 \text{ ppm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 2. \quad PPM &= \frac{\text{Nilai ADC (dec)} - \text{ADCmin} \cdot (\text{ppm max} - \text{ppm min})}{(\text{ADCmax} - \text{ADCmin})} + 20 \text{ ppm} \\
 &= \frac{623 \text{ dec} - 41 \text{ dec} \cdot (2000 \text{ ppm} - 20 \text{ ppm})}{(623 \text{ dec} - 41 \text{ dec})} + 20 \text{ ppm} \\
 &= \frac{623 \text{ dec} - 41 \text{ dec} \cdot (1980 \text{ ppm})}{582 \text{ dec}} + 20 \text{ ppm} \\
 &= 582 \text{ dec} \cdot 3,40 \text{ dec} + 20 \text{ ppm} \\
 &= 1998 \text{ ppm}
 \end{aligned}$$

Tabel 5. Tabel Tegangan Ouput Sensor Terhadap PPM

No	Voltase	PPM
1	0.2 V	20 ppm
2	0.91 V	267 ppm
3	1.26 V	515 ppm
4	1.44 V	862 ppm
5	1.62 V	1210 ppm
6	1.97 V	1355 ppm
7	2.15 V	1430 ppm
8	2.33 V	1505 ppm
9	2.68 V	1752 ppm
10	3.04 V	2000 ppm

Hasil perhitungan ini, nilai ADC 41 dec diperoleh berdasarkan kadar pembacaan sensornya sebesar 20 ppm sebagai nilai terendah pembacaan sensor dan nilai ADC 623 dec diperoleh sebagai nilai tertinggi pembacaan sensor dengan kadar pembacaan sensor secara perhitungan sebesar 1998ppm. Nilai berdasarkan *datasheet* sensor dan hasil perhitungan dicari selisih nilai yang terjadi sebagai *error* antara hasil perhitungan dan *datasheet*. Berikut selisih nilai antara hasil perhitungan dan *datasheet*:

$$\begin{aligned}
 \text{Selisih nilai} &= 2000 \text{ ppm} - 1980 \text{ ppm} \\
 &= 2 \text{ ppm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Persentase selisih} &= \frac{2 \text{ ppm}}{2000 \text{ ppm}} \times 100 \\
 &= 0,1 \%
 \end{aligned}$$

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan diatas, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Pengujian ini dilakukan didalam dan diluar ruangan dimana kondisi udara didalam ruangan tidak ada asap rokok, AC tidak dihidupkan dan tidak ada asap kendaraan bermotor yang masuk kedalam ruangan itu

sedangkan kondisi udara di luar ruangan cenderung berdebu, dimana saya melakukan pengujian di empat waktu yang berbeda diantaranya pada pukul 08.00, pukul 12.00, pukul 16.00 dan pukul 19.00. Dari hasil pengujian ini didapatkan data output rata - rata di dalam ruangan sebesar 193,75 ppm pada pukul 08.00, 183,25 ppm pada pukul 12.00, 170,5 ppm pada pukul 16.00 dan 130 ppm pada pukul 19.00. Sedangkan output rata-rata di luar ruangan sebesar 196 ppm pada pukul 08.00 , 190,75 ppm pada pukul 12.00, 178,75 ppm pada pukul 16.00 dan 178,75 ppm pada pukul 19.00. Dari hasil pengujian ini, alat mampu mendeteksi kadar pembacaan sensor pada lingkungan baik di dalam ruangan maupun di luar ruangan.

2. Hasil perhitungan secara manual didapatkan nilai selisih perhitungan sebesar 2 ppm dari nilai pembacaan maksimum 2000 ppm yang seharusnya didapatkan dari *datasheet* menjadi 1980 ppm berdasarkan perhitungan. Dari selisih ini dapat diambil persentase kesalahan perhitungan program sebesar 0,1%.

B. Saran

Penelitian ini, penulis dapat memberikan saran yaitu:

1. Penambahan baterai litium pada alat dapat menjadi pilihan tambahan karena baterai litium ini dapat melewati ratusan siklus *charge - discharge* artinya bisa dipakai berulang - ulang sehingga memiliki usia baterai yang lebih lama.
2. Hendaknya melakukan penyimpanan alat terutama sensor pada keadaan udara bersih ketika alat tidak digunakan agar alat dapat terhindar dari kerusakan dan akurasi pembacaan sensor tetap terjaga.

DAFTAR PUSTAKA

- Andrianto, H. (2008). *Pemrograman Mikrokontroler AVR ATMEGA 16 Menggunakan Bahasa C (Code Vision AVR)*. Bandung: Informatika Bandung.
- AT24C64, E. E. P. R. O. M. (2010). *Penggunaan Microcontroller Sebagai Pendeteksi Posisi Dengan Menggunakan Sinyal GSM*. Jurnal Informatika, 4(1).
- Pancu, C., Baraboi, A., Adam, M., Plesca, A., Mastorakis, N., Mladenov, V., & Jha, M. (2009, July). *GSM Based Solution for Monitoring and Diagnostic of Electrical Equipment*. In WSEAS International Conference. Proceedings. Mathematics and Computers in Science and Engineering (No.13). World Scientific and Engineering Academy and Society.
- Talumewo, R.F. (2012). Rancang Bangun Alat Pengkondisi Udara Pada Ruangan Menggunakan Sensor CO dan Temperatur. Jurnal Teknik Elektro dan Komputer, 1 (2).
- Utomo, B. T. W., & Saputra, D. S. (2016). *Simulasi Sistem Pendeteksi Polusi Ruangan Menggunakan Sensor Asap Dengan Pemberitahuan Melalui SMS (Short Message Service) Dan Alarm Berbasis Arduino*. Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi Asia, 10(1), 56-68.