

# Rancang Bangun Alat Pengukur Konsentrasi Gas Karbon Monoksida(CO) Menggunakan Sensor Gas MQ-135 Berbasis Mikrokontroller Dengan Komunikasi Serial USART

Elly Indahwati<sup>1</sup>, Nurhayati<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Fisika, FMIPA, UNESA

<sup>2</sup>Jurusan Teknik Elektro FT-Unesa

## Abstrak

Karbon monoksida (CO) merupakan salah satu zat polusi udara yang bersifat racun dan dihasilkan dari sektor transportasi dan industri. Sensor gas MQ-135 memiliki kepekaan yang relatif tinggi, low cost dan relatif lebih tahan lama dapat digunakan sebagai alternatif dalam pengukuran polusi udara. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membuat rancang bangun alat pengukur konsentrasi gas Karbon Monoksida (CO) menggunakan sensor gas MQ-135 berbasis Mikrokontroler dengan komunikasi serial USART dan untuk mengetahui *output* pengukuran berdasarkan regresi jika dibandingkan dengan alat ukur standar ECOM J2KN.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah membuat hasil rancangan alat rancang bangun alat pengukur konsentrasi gas karbon monoksida (CO) dengan mikrokontroler ATMega32, sensor gas MQ-135, IC MAX 232, serta konektor DB9. Sumber tegangan yang digunakan 18 V kemudian difilter oleh LM7805 menjadi 5 V untuk tegangan referensi ADC mikrokontroler. Sedangkan tampilan hasil pengukuran ditampilkan dengan menggunakan LCD dan Interface pada Laptop dengan program visual basic 6.0 . Analisis data digunakan uji regresi. Penelitian dilakukan menggunakan bahan penghasil asap yang bersumber dari kertas yang dibakar kemudian diukur kadar CO-nya dan dikalibrasi menggunakan , ECOM J2KN.

Dari hasil penelitian dan berdasarkan hasil uji regresi diperoleh koefisien determinasi ( $R^2$ ) sebesar 0,949. Hal ini berarti bahwa terdapat faktor yang mempengaruhi hasil konsentrasi gas CO selain resistansi sensor sebesar 5,1%. Faktor tersebut antara lain suhu gas, kelembaban gas, dan tekanan gas. Komunikasi serial yang dipakai adalah jenis serial USART dengan mode Asynchronous data dengan baud rate 9600.

Kata kunci: Sensor gas MQ-135, Mikrokontroler, komunikasi serial USART

## Abstract

*Carbon monoxide (CO) is one of the substances that are toxic air pollution and resulting from transport and industrial sectors. MQ-135 gas sensor has a relatively high sensitivity, low cost and relatively durable. It can be used as an alternative in the measurement of air pollution. The purpose of this study was to design gas concentration measuring device of Carbon Monoxide (CO) using the MQ-135 gas sensor-based Microcontroller with USART serial communication and to know the measurements based on the regression output when compared to standard gauge J2KN ECOM.*

*The method used in this study is to design tool gauges for the concentration of carbon monoxide gas (CO) with ATMega32 microcontroller, the gas sensor MQ-135, IC MAX 232, and the DB9 connector. Voltage source is 18V then filtered by LM7805 become 15 V for reference voltage microcontroller ADC. While the display of measurement results by using the LCD display and interface on a laptop with visual basic 6.0 program. Data analysis used regression test. The study was conducted using smoke-producing materials are sourced from burnt paper and then measured the CO levels and calibrated using, ECOM J2KN.*

*From the results of research and based on test results obtained by the regression coefficient of determination ( $R^2$ ) of 0.949. This means that there are factors that affect the concentration of CO gas in addition to the sensor resistance of 5.1%. These factors include the gas temperature, gas humidity, and gas pressure. Serial communication is used to fashion the type USART Asynchronous serial data with baud rate 9600.*

**Key words:** MQ-135 gas sensor, Microcontroller, serial communication

## 1. Pendahuluan

Udara merupakan salah satu jenis dari kelompok gas yang juga sebagai sumber utama untuk pernapasan makhluk hidup. Namun, seiring dengan meningkatnya pembangunan fisik kota dan pusat-pusat industri, kualitas udara telah mengalami perubahan. Karbon monoksida

(CO) merupakan salah satu zat pencemar. Berdasarkan estimasi, jumlah CO di Indonesia diperkirakan mendekati 60 juta ton/tahun. Seperdelapan dari jumlah ini berasal dari kendaraan bermotor yang menggunakan bahan bakar bensin dan sepertiganya berasal dari sumber tidak bergerak. Padahal karbon

monoksida merupakan gas yang mudah terbakar dan sangat beracun bagi manusia. Di dalam laporan Organisasi Kesehatan Dunia, WHO diperkirakan bahwa sekurangnya satu jenis pencemaran udara di kota-kota besar telah melebihi ambang batas toleransi pencemaran udara (The World Bank Country Studi, 1994). Sementara itu dinyatakan pula bahwa sebanyak 75% keberadaan karbon monoksida (CO) di udara berasal dari emisi kendaraan bermotor (Muraleedharan, 2000). Seiring dengan perkembangan penelitian maka produk-produk baru seperti sensor dan IC (Integrated Circuit) dapat tercipta dan lebih bersifat ekonomis dan ramah lingkungan (Giancoli, 1998).

Berdasarkan uraian latar belakang tersebut maka permasalahan yang ada adalah Bagaimanakah membuat rancang bangun alat pengukur konsentrasi gas Karbon Monoksida (CO) menggunakan sensor gas MQ-135 berbasis mikrokontroler dengan komunikasi serial USART dan Bagaimana *output* pengukuran kepekatan gas CO dengan menggunakan sensor gas MQ-135 berdasarkan regresi jika dibandingkan dengan alat ukur standar ECOM J2KN. Sedangkan Tujuan dari penelitian ini adalah: Untuk mengetahui cara membuat rancang bangun alat pengukur konsentrasi gas Karbon Monoksida (CO) menggunakan sensor gas MQ-135 berbasis Mikrokontroler dengan komunikasi serial USART dan untuk mengetahui *output* pengukuran kepekatan gas CO dengan menggunakan sensor gas MQ-135 berdasarkan regresi jika dibandingkan dengan alat ukur standar ECOM J2KN.

## 2. Teori

### a. Udara

Udara merupakan campuran beberapa macam gas yang perbandingannya tidak tetap, tergantung pada keadaan suhu udara, tekanan udara dan lingkungan sekitarnya. Udara juga merupakan atmosfer yang berada di sekeliling bumi yang fungsinya sangat penting bagi kehidupan di dunia ini. Dalam udara terdapat oksigen ( $O_2$ ) untuk bernapas, karbondioksida ( $CO_2$ ) untuk proses fotosintesis oleh klorofil, ozon ( $O_3$ ) yang berfungsi untuk menahan sinar ultrafiolet dan komposisi gas lainnya (Gunawan, 1997).

Keracunan asap adalah penyebab utama kematian korban kebakaran di dalam ruangan.

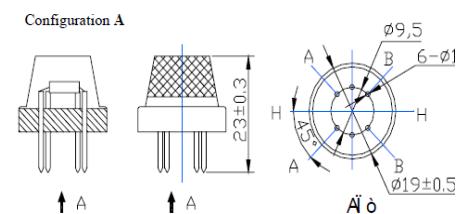
Asap ini membunuh dengan kombinasi kerusakan termal, keracunan, dan iritasi paru-paru yang disebabkan oleh karbon monoksida, hidrogen, hidrogen sianida, dan produk pembakaran lainnya. Partikel asap terutama terdiri dari aerosol (atau kabut) partikel padat atau butiran cairan yang mendekati ukuran ideal untuk penyebaran cahaya tampak (Anonim4, 2011; Hariyani, 2008).

### b. Gas Karbon Monoksida (CO)

Karbon dan Oksigen dapat bergabung membentuk senyawa karbon monoksida (CO) sebagai hasil pembakaran yang tidak sempurna dan karbon dioksida ( $CO_2$ ) sebagai hasil pembakaran sempurna. Karbon monoksida merupakan senyawa yang tidak berbau, tidak berasa dan pada suhu udara normal berbentuk gas yang tidak berwarna. Tidak seperti senyawa CO mempunyai potensi bersifat racun yang berbahaya karena mampu membentuk ikatan yang kuat dengan pigmen darah yaitu haemoglobin (Anonim1, 2009).

### c. Sensor Gas MQ-135

Sensor asap MQ-135 adalah sensor gas yang memiliki konduksifitas rendah jika berada di udara bersih. Konduktivitas sensor akan naik seiring dengan kenaikan konsentrasi gas.

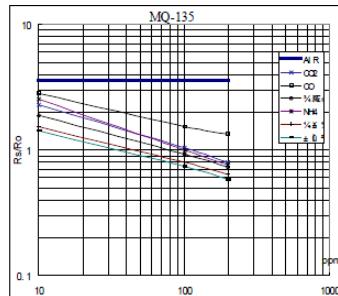


Gambar 2.1. Konfigurasi sensor gas MQ-135

Untuk mengonversi terhadap kepekatan gas, sensor ini memerlukan suatu sirkuit listrik tambahan. Kelebihan dari sensor ini adalah: memiliki kepekaan yang baik terhadap gas berbahaya (Amonia, Sulfida, Benzena) dalam berbagai konsentrasi, Masa aktif yang lama, dan membutuhkan biaya yang lebih rendah (Anonim2, 2010).

Dengan memanfaatkan prinsip kerja dari sensor MQ-135 ini, kandungan gas-gas tersebut dapat diukur. Gambar satu adalah grafik tingkat

sensitifitas sensor MQ-135 terhadap kedua gas tersebut (Anonim2, 2010).



Gambar 2.2. Grafik Respistansi Sensor

Dari grafik pada gambar 2.2 dapat dilihat bahwa dengan mengukur perbandingan antara resistansi sensor pada saat terdapat gas dan resistansi sensor pada udara bersih atau tidak mengandung gas tersebut ( $R_{gas}/R_{air}$ ), dapat diketahui kadar gas tersebut. Sensor ini termasuk jenis sensor TGS (Taguchi Gas Sensor). Karakteristik dari jenis sensor ini adalah jika dalam posisi bekerja mendeteksi suatu gas, maka tegangan sensor akan turun (Frenden, 2003) Sebagai contoh jika resistansi sensor (RS) pada saat terdapat gas Hydrogen adalah 1KW dan resistansi sensor (RS) pada saat udara bersih adalah 10KW maka:

$$\frac{R_{gas}}{R_{air}} = \frac{1000 \Omega}{10000 \Omega} = 0.1$$

Dari perhitungan diatas serta menurut grafik pada gambar A, jika  $R_{gas}/R_{air}=0.1$  maka konsentrasi gas Hydrogen pada udara adalah sekitar 100ppm. Untuk mengetahui besarnya resistansi sensor (RS) saat udara bersih dapat dihitung menggunakan rumus (Anonim5, 2011):

$$RS = \frac{V_c - V_{out}}{V_{out}} \times RL$$

#### d. ADC

ADC (Analog to Digital Converter) adalah suatu rangkaian pengubah informasi dari tegangan analog ke digital. A/D Converter ini dapat dipasang sebagai pengonversi tegangan analog dari suatu peralatan sensor ke konfigurasi digital yang akan diumpulkan ke suatu sistem minimum. Secara umum Rangkaian di dalam IC ADC memiliki 2 bagian utama, yaitu:

1. Bagian Sampling and Hold, yang berfungsi menangkap atau menahan tagangan analog input

sesaat untuk seterusnya diumpulkan ke rangkaian pengonversi.

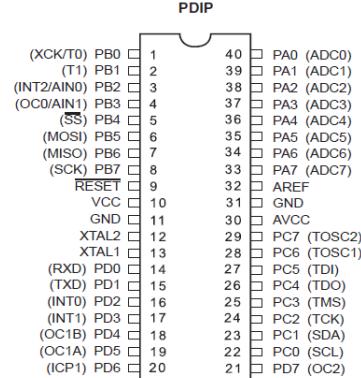
#### 2. Rangkaian Konversi A/D (plus rangkaian kontrolnya).

Pada Mikrokontroler AT-Mega32, ADC sudah tersedia dalam port A, sehingga tidak perlu menggunakan IC ADC 0809 untuk menggerakkan fungsi ADC (Andrianto, 2008).

Mikrokontroler merupakan komputer mikro yang memadukan CPU, ROM, RWM, I/O seri, counter-timer, dan rangkaian detak dalam satu chip tunggal. Penggunaan pokok dari mikrokontroler adalah mengontrol kerja mesin atau sistem dengan menggunakan program yang disimpan pada ROM (Andrianto, 2008).

#### e. Mikrokontroller

Penggunaan mikrokontroler dalam suatu sistem minimum lebih menguntungkan dibandingkan dengan mikroprosesor sebab mikrokontroler tidak membutuhkan lagi memori dan I/O eksternal selama memori dan I/O internal dalam chip masih mencukupi (Andrianto, 2008). ATMega32 didisain dengan logika setatis untuk operasi frekuensi *down to zero* dan mendukung dua perangkat lunak mode *saving power* yang dapat dipilih. Mode *idle* berarti menghentikan kerja CPU sementara membiarkan RAM, timer, *port* serial dan sistem interupsi untuk terus bekerja. Mode *power down* menyimpan isi dari RAM tetapi menon-aktifkan oscillator sampai di-reset kembali (Andrianto, 2008).



Gambar 2.5. Mikrokontroler ATMega32

Mikrokontroler ATMega32 memiliki dua memori utama, yaitu memori program dan memori data. Selain itu, ATMega32 memiliki memori EEPROM untuk menyimpan data dan 32 Kbyte On-Chip in System Reprogrammable Flash memori untuk menyimpan program.

Karena semua instruksi AVR memiliki format 16 atau 32 bi, flash diatur 8K x 16 bit. Untuk keamanan program, memori program, flash dibagi ke dalam dua bagian, yaitu bagian program Boot dan aplikasi. Bootloader adalah program kecil yang bekerja pada saat start up time yang dapat memasukkan seluruh program aplikasi kedalam memori prosesor (Andrianto, 2008).

a) Memori Data (SRAM)

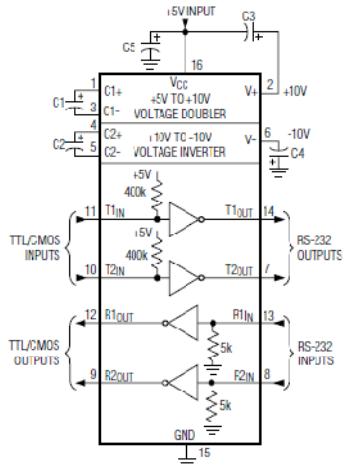
Memori data AVR ATMega32 terbagi menjadi 3 bagian, yaitu 32 buah register uum, 64 register I/O dan 1Kbyte SRAM internal. General purpose register menempati alamat data terbawah, yaitu \$00 sampai \$1F. Sedangkan memori I/O menempati 64 alamat berikutnya mulai dari \$20 hingga \$5F.

b). Memori data EEPROM

ATMega32 terdiri dari 1024 byte memori data EEPROM 8 bit, data dapat ditulis/baca dari memori ini, ketika catu daya dimatikan, data terakhir yang ditulis pada memori EEPROM masih tersimpan pada memori ini, atau denagn kata lain memori EEPROM bersifat nonvolatile.

**f. IC MAX 232 (RS 232)**

Kegunaan RS232 adalah sebagai driver, yang akan mengonversi tegangan dari hardware agar sesuai dengan tegangan pada komputer sehingga data dapat dibaca (Heryanto, 2007 ; Anonim3, 2010).



Gambar 2.9. IC rangkaian interface RS232

**g.USART (Universal Synchronous and Asynchronous serial Receiver and Transmitter)**

Untuk dapat berhubungan dengan piranti lain (antara mikrokontroler dan komputer, atau antara mikrokontroler dengan mikrokontroler yang lainnya, mikrokontroler dilengkapi dengan fasilitas komunikasi. Ada dua jenis fasilitas komunikasi, yaitu komunikasi parallel dan serial. Komunikasi parallel, transfer data dilakukan secara serempak atau bersamaan, sedangkan pada komunikasi serial data dikirim secara bergantian (Heryanto, 2007). Pada ATMega32 terdapat aturan komunikasi serial, yaitu USART, SPI dan UART. Diantara ketiga jenis komunikasi serial tersebut, sistem USART memiliki lebih banyak keuntungan, karena memiliki sistem operasi full duplex, mendukung komunikasi multiprosesor, dan mode kecepatan transmisi berorde Mbps (Heryanto, 2007). Pada komputer, terdapat sebuah port untuk komunikasi serial. Contoh penerapan komunikasi serial ialah mouse, scanner dan sistem akuisisi data yang terhubung ke port serial COM1/COM2. Bagian yang penting dari komunikasi serial adalah konektor DB9 dan RS232 J (Heryanto, 2007).

**h. ECOM J2KN**

ECOM J2KN adalah alat pengukur emisi yang bersifat portabel dan dikontrol oleh mikroprosesor berbasis sensor *emissionanalyzer* yang menggabungkan teknologi terbukti akurat untuk analisa gas emisi. ECOM J2KN dapat dipasang dengan sampai 5 sensor gas yang terpisah. ECOM J2KN dapat digunakan untuk mengukur gas CO, NO, SO<sub>2</sub>, dan gas-gas lainnya (Anonim6, 2011). Parameter yang dihitung termasuk CO<sub>2</sub>, efisiensi pembakaran, udara kelebihan, dan kerugian. Alat ini juga dilengkapi mini *printer* yang berfungsi sebagai pencetak hasil pengukuran dalam bentuk *hard copy*. Berikut ini merupakan gambar dari alat ECOM-J2KN:

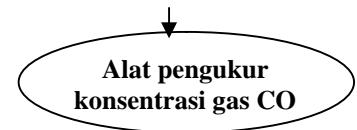
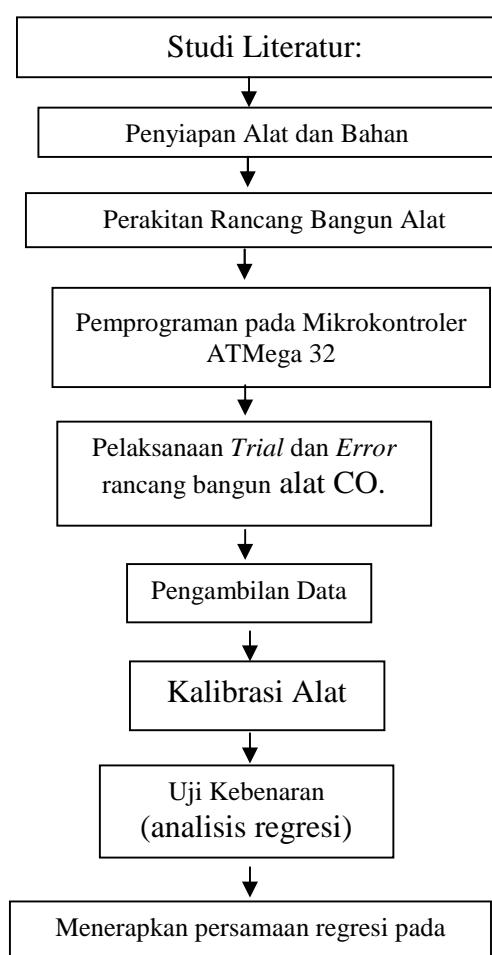


Gambar 2.10. *Gas Analyzer ECOM J2KN*  
 (Sumber:  
[http://www.ecomusa.com/ecom\\_j2kn.php](http://www.ecomusa.com/ecom_j2kn.php))

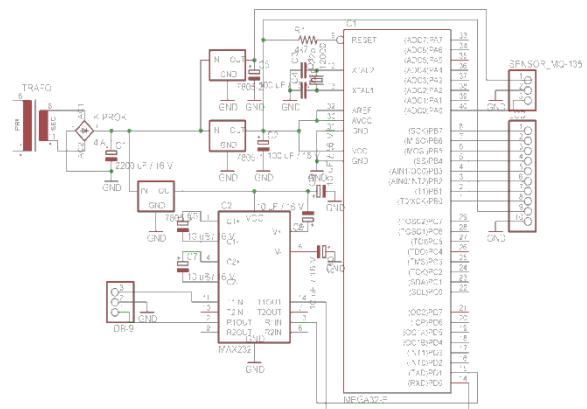
ECOM J2KN memiliki rentang pengukuran untuk gas CO antara 0 hingga 40.000 ppm, untuk gas NO antara 0 hingga 4000 ppm, dan untuk gas SO<sub>2</sub> antara 0 hingga 4000 ppm dengan masing-masing ketelitian sebesar 1 ppm. Selain itu, alat ini juga dapat mengukur suhu gas, suhu ruangan pada saat proses pengukuran gas, dan suhu sensor (Anonim6, 2011).

### 3. Metode

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini penelitian eksperimental yang hasilnya dijelaskan secara deskriptif. Tempat yang digunakan dalam membuat alat dalam penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Fisika dan Instumentasi Jurusan Fisika Unesa, sedangkan kalibrasi dilakukan di Laboratorium Studi dan Rekayasa ITS, Jurusan Teknik Industri Institut Teknologi Surabaya. Tahapan yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat dari diagram alir pelaksanaan penelitian.



Gambar 3.1 Diagram Alir Langkah Penelitian  
 Skemat rangkaian pada penelitian ini merupakan skema minimum sistem dari mikrokontroler ATMega 32 yang dipadukan dengan komunikasi serial pada laptop dan sensor gas MQ-135.



Gambar 3.2 Rangkaian Alat

Kepekatan asap yang dimaksudkan dalam penelitian ini adalah kepekatan asap pada suatu ruangan dengan ukuran 30cm x 30 cm x 30 cm. Kepekatan asap ini dalam satuan ppm. Resistansi (hambatan) sensor asap MQ-135 merupakan resistansi yang dapat terukur oleh alat pengukur resistansi (Multitester/ AVO-Meter) pada kaki-kaki sensor ketika berada dalam udara yang telah terkontaminasi asap. Untuk tampilan pada PC menggunakan software Visual basic 6.0. Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah: Mikrokontroler ATMega 32, Konektor 2 pin, Kiprok 4 A, LM 7805, ELCO 2200 uF/ 25 V, Elco 10 uF/ 16 V, Xtal 12 MHz, Kapasitor Keramik 22 pF, Kapasitor keramik 100nF, Swith Push Button, R 4k7, LCD, Kabel konektor 16 pin, R 10 Ohm, R 1k, Trimpot 10k, Kabel konektor 3 pin, MQ-135, MAX 232, Kapasitor 1 uF/ 25 V, Kabel konektor 3 pin, DB 9.

Teknik analisis data menggunakan uji Ssignifikansi yang dilakukan dengan menggunakan metode statistik regresi dan korelasi. Besar pengaruh signifikansi antar variabel dapat, diketahui dari nilai *multiple R* ( $R^2$ ) yang merupakan koefisien determinasinya.

Hubungan antar variabel dikatakan berpengaruh signifikan jika nilai  $R^2 \geq 0,6$  (Retno, 2008). Hasil yang diperoleh dari pra penelitian dianalisis secara regresi untuk mengetahui jika hasil antara *output* alat pengukur kepekatan asap (variabel manipulasi) dengan detektor (variabel respon) saling berhubungan. Sebagai tanda jika antara variabel manipulasi dan respon saling berhubungan, yakni nilai  $R^2$  grafik data akan menunjukkan nilai antara 0,6 – 0,99. Sedangkan untuk mendapatkan rumus yang tepat sebagai pengisi dalam program pada visual basic menggunakan uji korelasi yakni dari persamaan gradiennya

#### 4. Hasil dan Pembahasan

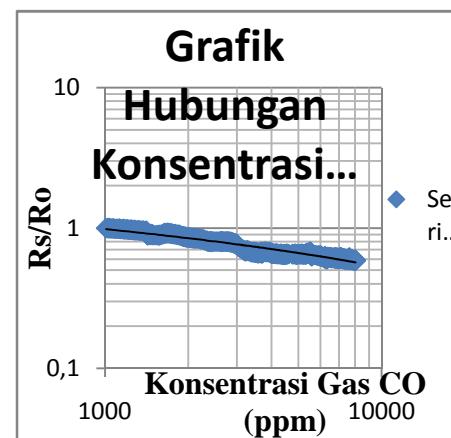
Dari hasil pengambilan data dan pengkalibrasian alat pengukur konsentrasi gas CO produk penelitian dengan menggunakan pengukur konsentrasi gas berstandar internasional ECOM J2KN, maka diperoleh hasil berupa nilai resistansi sensor MQ-135 pada berbagai nilai konsentrasi gas CO. Tabel berikut ini menggambarkan contoh beberapa data yang didapatkan.

Tabel 1. Cuplikan data hasil pengukuran gas Karbon Monoksida pada suhu (110-150) °F

Waktu (ms)	Rs	PPM	Log PPM	Rs/Ro
100	26801,6	15	1,17609	1,1214
200	26762,5	28	1,44716	1,11976
300	26724,3	42	1,62325	1,11816
400	26687,0	55	1,74036	1,1166
500	26649,4	68	1,83251	1,11503
600	26610,9	81	1,90849	1,11342
700	26571,7	94	1,97313	1,11178
800	26531,7	108	2,03342	1,1101
900	26493,2	122	2,08636	1,10849
1000	26455,5	135	2,13033	1,10692

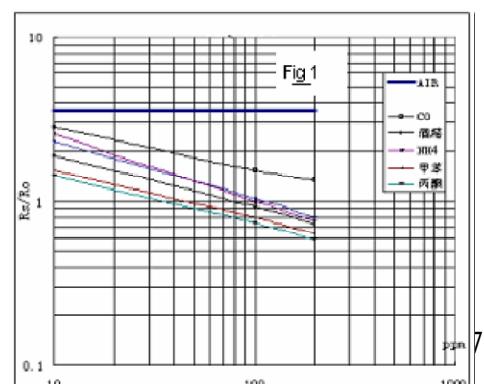
Dari hasil Pengukuran Resistansi Sensor MQ-135 dalam berbagai Konsentrasi Gas CO dapat diketahui bahwa adanya hubungan berbanding terbalik antara konsentrasi gas CO yang terukur oleh alat pengukur konsentrasi gas CO berstandar internasional, ECOM J2KN

dengan resistansi yang terukur dengan menggunakan sensor MQ-135 sebagai produk penelitian ini. Adanya gas yang terdeteksi oleh sensor gas MQ-135 menyebabkan terjadinya perubahan nilai konduktansi dari sensor gas tersebut yang semula kecil menjadi lebih besar dan semakin besar ketika gas yang terdeteksi tersebut semakin tinggi konsentrasinya. Dari data hasil pengukuran tersebut, maka dapat diperoleh grafik hubungan konsentrasi gas CO dengan resistansi sensor sebagai berikut:



Gambar 4.1. Grafik Hubungan Konsentrasi Gas CO dengan Resistansi Sensor

Berdasarkan grafik tersebut sumbu y mewakili  $\log (Rs / Ro)$  dengan  $Rs$  merupakan nilai resistansi yang terukur oleh sensor MQ-135 pada berbagai konsentrasi gas CO, dan  $Ro$  merupakan nilai resistansi sensor MQ-135 pada saat konsentrasi gas 1000 ppm gas CO (dalam hal ini nilai  $Ro$  adalah 23900). Sedangkan sumbu x merupakan tingkat konsentrasi gas CO dalam skala logaritma. Pada grafik logaritmik tersebut dapat diketahui bahwa terdapat hubungan linier antara resistansi sensor MQ-135 dan log dari nilai-nilai nilai ppm konsentrasi gas. Hal ini sesuai dengan grafik karakteristik yang terdapat pada datasheet sensor MQ-135. Adapun grafik karakteristik sensor gas MQ-135 tersebut adalah sebagai berikut:



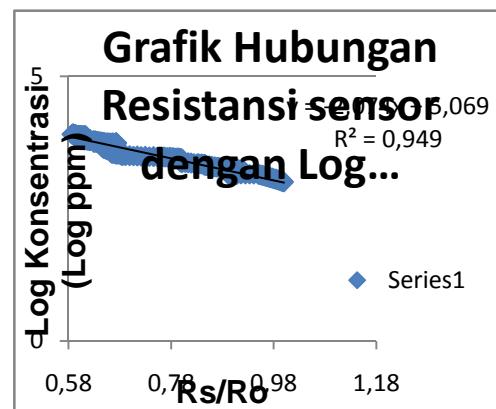
Gambar 4.2. Karakteristik Sensor Gas MQ-135

Dari kedua grafik tersebut, dapat diketahui bahwa terdapat perbedaan kemiringan grafik. Selain itu, garis grafik pada gambar 4.1 menunjukkan adanya penurunan grafik secara tajam pada saat konsentrasi gas CO antara 2000 sampai 2300 ppm dengan  $Rs/Ro$  sebesar 0,8-0,6. Kondisi ini terjadi juga ketika konsentrasi gas CO sebesar 1400-1600 dan nilai  $Rs/Ro$  antara 0,8-0,9. Hal ini disebabkan oleh rentang konsentrasi gas CO yang berbeda ketika melakukan pengujian. Selain itu, suhu ruangan ketika pengambilan data yang kurang stabil yakni sebesar 110-150 °F (berkisar antara 43 °C hingga 66 °C) sedangkan grafik pada datasheet adalah 20 °C. Faktor lain yang juga dapat mempengaruhi hasil tersebut, antara lain kelembapan udara dan tekanan udara.

Berdasarkan grafik 4.1 dapat diketahui bahwa pemakaian secara efektif rancang bangun alat pengukur konsentrasi gas CO menggunakan sensor MQ-135 berbasis mikrokontroler ATMega 32 dengan sistem komunikasi serial berada pada konsentrasi antara 1000 sampai 10.000 ppm. Hal ini juga berbeda dengan grafik yang ditunjuk pada gambar 4.2 dengan range konsentrasi 10-100 ppm. Hal ini juga disebabkan karena saat pengujian suhu ruangan kurang stabil. Pada datasheet, pengujian dilakukan pada suhu ruangan 20 °C. Sedangkan pada penelitian ini suhu ruangan tidak stabil yakni sebesar 115 sampai 150 °F.

Berdasarkan gambar 4.1 dapat juga diketahui hubungan antara konsentrasi gas CO dengan resistansi sensor. Adapun semakin besar konsentrasi gas CO, maka semakin kecil nilai resistansi sensor ( $Ro$  sensor tetap). Pada grafik logaritmik tersebut dapat diketahui bahwa terdapat hubungan linier antara resistansi sensor MQ-135 dan log dari nilai-nilai nilai ppm konsentrasi gas. Oleh karena tegangan dan resistansi secara umum memiliki hubungan linier, sehingga dalam grafik logaritma tersebut dapat dikatakan bahwa tegangan output sensor MQ-135 dan log konsentrasi gas terdapat hubungan linier juga.

Untuk mengetahui hubungan antara konsentrasi gas dengan resistansi sensor, dapat dibuat grafik hubungan antara resistansi sensor ( $Rs/Ro$ ) dengan log konsentrasi gas CO. Berikut ini merupakan grafik hubungan antara resistansi sensor ( $Rs/Ro$ ) dengan log konsentrasi gas CO.



Gambar 4.3. Grafik Hubungan  $Rs/Ro$  dengan Log Konsentrasi CO pada (110-150) °F

Dari grafik hubungan antara resistansi sensor dengan log konsentrasi gas CO dapat diketahui adanya hubungan linear antara tingkat resistansi sensor dengan tingkatan logaritma konsentrasi gas CO dengan menggunakan Excel 2007. Pada grafik tersebut, sumbu y mewakili nilai resistansi ( $Rs / Ro$ ) dengan  $Rs$  merupakan nilai resistansi yang terukur oleh sensor MQ-135 pada berbagai konsentrasi gas CO, dan  $Ro$  merupakan nilai resistansi sensor MQ-135 seperti pada grafik 4.1. Sedangkan sumbu x merupakan nilai logaritma dari konsentrasi gas CO. Berdasarkan grafik 4.3, maka dapat diperoleh persamaan regresi sebagai berikut:

$$y = -2,074x + 5,069$$

Berdasarkan persamaan regresi tersebut dapat diketahui bahwa semakin besar resistansi sensor ( $Rs$ ), maka semakin kecil log dari konsentrasi gas CO. Selain itu, persamaan regresi di atas dapat diubah menjadi hubungan antara konsentrasi gas CO dengan resistansi sensor. Adapun formulasi konsentrasi gas karbon Monoksida sebagai berikut:

$$ppm = 10^{(-2,074 \times \frac{Rs}{Ro} + 5,069)}$$

Berdasarkan persamaan regresi di atas, diperoleh koefisien determinasi ( $R^2$ ) sebesar 0,949. Menurut Retno (2008), disimpulkan bahwa persamaan regresi tersebut memiliki korelasi yang signifikan. Hal ini berarti bahwa hubungan linieritas antara konsentrasi gas CO dengan resistansi sensor signifikan. Sedangkan menurut Ashadi (2010), disimpulkan bahwa 94,9% variasi dapat diprediksi menggunakan persamaan regresi ini. Hal ini berarti bahwa terdapat faktor yang mempengaruhi hasil konsentrasi gas CO selain resistansi sensor. Faktor ini mempengaruhi konsentrasi gas CO sebesar 5,1%. Faktor-faktor tersebut seperti yang telah dijelaskan di atas yakni suhu ruangan, kelembaban gas, dan tekanan gas.

Setelah diketahui persamaan regresi, formulasi tersebut akan dimasukkan ke dalam program visual basic sehingga output tampilan berupa nilai konsentrasi dari gas CO (ppm) yang dihitung secara otomatis oleh mikrokontroler. Terdapat dua jenis tampilan data dari mikrokontroler, yakni melalui LCD dan tampilan pada komputer. Adapun tampilan LCD menggunakan LCD 2x16 karakter. Dengan tampilan LCD tersebut diharapkan alat pengukur konsentrasi gas CO hasil penelitian ini dapat digunakan secara portable. Namun untuk mempermudah pengawasan dan pencatatan data, tampilan juga dapat disajikan melalui komputer melalui komunikasi serial. Adapun komunikasi serial yang dipakai pada mikrokontroler menggunakan serial USART dengan mode Asynchronous data dengan baud rate standar yakni 9600.

Program yang digunakan dalam penampilan hasil pengukuran konsentrasi gas CO pada komputer menggunakan bahasa pemrograman visual basic 6. Dengan program tersebut diharapkan user dapat lebih mudah dalam mengamati dan mencatat data hasil pengukuran.



Gambar 4.4. Program Visual Basic Pengukuran gas Karbon Monoksida

#### 4. Kesimpulan dan Saran.

##### a. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Rancang bangun alat pengukur konsentrasi gas karbon monoksida (CO) dibuat dengan cara merakit minimum sistem mikrokontroler ATMega 32 dengan sensor gas MQ-135, kemudian menghubungkannya dengan PC melalui komunikasi serial USART dengan menggunakan RS 232.
  2. Output pengukuran kepekatan gas CO dengan menggunakan sensor gas MQ-135 regresi adalah berupa konsentrasi gas (ppm). Adapun formulasi konsentrasi gas tersebut diperoleh dari analisis regresi antara resistansi sensor ( $R_s/ R_0$ ) dengan log konsentrasi gas CO, yakni:
- $$ppm = 10^{(-2,074 \times \frac{R_s}{R_0} + 5,069)}$$
3. Komunikasi data dengan USART dalam mentransfer data yang terbaca dari mikrokontroler menuju PC memiliki taraf kesalahan (*error*) sebesar 5,1 %. Hal ini membuktikan bahwa rancang bangun alat pengukur konsentrasi gas CO menggunakan sensor gas MQ-135 berbasis mikrokontroler tersebut cukup layak digunakan sebagai alat ukur konsentrasi gas CO. Komunikasi data ini menggunakan sistem Asynchronous data dengan baud rate standar yakni 9600. Sedangkan Program yang digunakan dalam penampilan hasil pengukuran konsentrasi gas CO pada komputer menggunakan bahasa pemrograman visual basic 6.

##### b. Saran

Dalam pelaksanaan penelitian ini masih terdapat beberapa kekurangan, oleh karena itu di dalam penelitian lebih lanjut atau dengan penelitian yang sama disarankan:

1. mengkondisikan tempat yang digunakan dalam pengambilan data agar tetap terjaga pada suhu 20 °C.
2. menjaga kelembapan tempat pengujian gas agar tetap stabil pada 65% kelembapan udara.

3. lebih memperhatikan keamanan sensor dari guncangan dan benturan.

### **Daftar Pustaka.**

- Andrianto, Heri. 2008. *Pemrograman Mikrokontroler AVR ATMEGA32 Menggunakan Bahasa C (CodeVision AVR)*. Bandung : Penerbit Informatika
- Anonim1. 2009. *Udara, Studi Kasus di Jakarta, Bandung dan Surabaya*, Penelitian KLH – Jurusan Teknik Lingkungan ITB. Bandung : ITB.
- Anonim2. 2010. *Datasheet of Sensor MQ-135*. (online), (diakses pada 6 September 2011, <http://www.futurlec.com/Datasheet/Sensor/MQ-135.pdf>)
- Ashadi. 2010. *Modul Kuliah Statistika Terapan*. Surakarta: UNS.
- Fraden J. 2003. *Handbook of Modern Sensor*. USA; Springer.
- Giancoli, Dauglas.1998. *Fisika Jilid 1 Edisi Kelima Terjemahan*. Jakarta : Erlangga
- Gunawan, dkk, 1997. *Analisis Kerugian Akibat Polusi Udara Dan Kebisingan Lalu Lintas*, Puslitbang Jalan, p 30-31, Bandung.
- Hadiyani, Murti. 2008. *Keracunan Karbon monoksida*. (online), (26 desember 2011, <http://www.pom.go.id/public/siker/desc/produk/RacunKarMon.pdf>).
- Heryanto, Ary dan Wisnu Adi P. 2007. *Pemrograman Bahasa C untuk Mikrokontroler ATMEGA8535*. Surabaya: Andi.
- Lazaridis, M., Latos, M., Aleksandropoulou , V., Hov, Ø., Papayannis, A., Tørseth, K. 2008. *Contribution of Forest Fire Emissions to Atmospheric Pollution in Greece*. Air Qual Atmos Health 2008;1:143–158.
- Muraleedharan, T.R., Radojevic, Miroslav., Waugh, Allan., Caruana, Anthony. 2000. *Emissions from the Combustion of Peat: An Experimental Study*. Atmospheric Environment 2000;34 3033-3035.
- Retno, R., Muntini, S.M. 2008. *Akuisisi Data Secara On-Line Pada Proses Pelayuan Teh Hitam Untuk Analisis Signifikansi Variabel Proses*, Jurnal Penelitian Sains, Volume 11, Nomor 2, Hal. 529-534, UP2M, FMIPA, UNSRI, Palembang
- Statheropoulos, Milt and Goldammer, Johann G. 2007. *Vegetation Fire Smoke: Nature, Impacts and Policies to Reduce Negative Consequences on Humans and the Environment*. Spain : A publication of the Council of Europe.
- The World Bank Country Studi. 1994. *Indonesia Environment and Development*. Washinton DC, p 67-93

