

RANCANG BANGUN SISTEM PENGUKUR GAS KARBON MONOKSIDA (CO) MENGUNAKAN SENSOR MQ-7 BERBASIS MIKROKONTROLER ATMEGA 16A

Haris Aydin Ya'kut¹, Arinto Yudi P.W², Hari Arief D³
¹) Mahasiswa Jurusan Fisika FMIPA Univ. Brawijaya
^{2,3}) Dosen Jurusan Fisika FMIPA Univ. Brawijaya
Email : harisaydin@gmail.com

ABSTRAK

Perancangan dan pembuatan alat pengukur konsentrasi gas CO telah dibuat. Alat ini dapat bekerja dengan baik secara otomatis mencatat konsentrasi gas CO dan hasilnya dapat ditampilkan pada komputer. Tujuan dari penelitian ini adalah melakukan rancang bangun alat pengukur konsentrasi gas Karbon Monoksida (CO) menggunakan sensor gas MQ-7 berbasis mikrokontroler ATmega 16A dengan komunikasi serial USART dan mengetahui output pengukuran berdasarkan regresi jika dibandingkan dengan alat ukur standar StarGas 898. Hasil pengukuran dan kalibrasi rancang bangun alat pengukur konsentrasi gas CO terhadap sensor gas MQ-7 sudah terkalibrasi dengan baik, dimana hubungan antara resistensi sensor gas MQ-7 dengan konsentrasi gas CO adalah linier.

Berdasarkan hasil penelitian dan hasil uji regresi diperoleh koefisien determinasi (R²) sebesar 0,9406 dan menghasilkan persamaan $y = -0,0003x + 1,2911$ dimana y adalah resistensi sensor dan x adalah konsentrasi gas CO. Alat ini dapat mengukur konsentrasi gas CO pada range 30-10.000 ppm.

Kata kunci : Sensor gas MQ-7, Mikrokontroler, Komunikasi serial USART.

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 [9].

Di Indonesia kendaraan bermotor meningkat jumlahnya dari tahun ke tahun, gas buang yang ditimbulkan dari kendaraan bermotor tersebut menimbulkan polusi udara sebesar 70 sampai 80 persen, sedangkan pencemaran udara akibat industri hanya 20-30 persen saja. Banyak polusi udara terjadi di mana-mana yang disebabkan oleh banyak hal antara lain : asap kendaraan, asap pabrik, pembakaran sampah dan sebagainya. Asap kendaraan merupakan penyebab terbesar terjadinya polusi udara karena perkembangan teknologi pada berbagai

bidang khususnya di bidang transportasi dewasa ini, mengakibatkan jumlah kendaraan bermotor dengan berbagai jenis dan merk meningkat cukup tinggi. Peningkatan jumlah kendaraan bermotor yang ada disebabkan semakin tingginya aktivitas masyarakat yang sangat membutuhkan sarana transportasi untuk kelancaran aktivitas mereka [7].

Karbon dan Oksigen dapat bergabung membentuk senyawa karbon monoksida (CO) sebagai hasil pembakaran yang tidak sempurna dan karbon dioksida (CO₂) 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 [1].

Mengingat pentingnya pengukuran karbon monoksida, maka diperlukan suatu alat yang dapat digunakan untuk mengukur konsentrasinya di udara. Penelitian bertujuan merancang bangun suatu sistem instrumentasi untuk mengukur gas karbon monoksida yang datanya dapat diakses secara real time.

Dibandingkan dengan sistem pengukur gas karbon monoksida yang sudah ada di pasaran, sistem yang akan dibangun ini mempunyai beberapa kelebihan diantaranya berbasis PC, bersifat fleksibel dan upgradable.

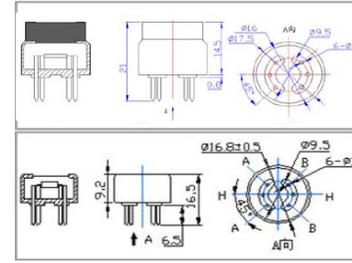
DASAR TEORI

Gas CO berasal dari hasil pembakaran tidak sempurna dari bahan fosil, hasil industri dan materi lain yang mengandung gasolin, kerosen, minyak, propana, batu bara dan hasil pembakaran mesin kendaraan bermotor dan industri. Di udara, gas CO terdapat dalam jumlah sangat rendah yaitu sekitar 0,1 ppm, tetapi di wilayah perkotaan dengan lalu lintas padat dapat mencapai 10–15 ppm. Sektor transportasi menyumbang polutan gas CO yaitu 59% dari mobil bensin; 0,2% dari mobil diesel; 2,4% dari pesawat terbang; 0,1% dari kereta api; 0,3% dari kapal laut dan sepeda motor serta lainnya sebesar 1,8% [10].

Gas CO adalah penyebab utama dari kematian akibat keracunan di Amerika Serikat dan lebih dari setengah penyebab keracunan fatal lainnya di seluruh dunia. Terhitung sekitar 40.000 kunjungan pasien pertahun di unit gawat darurat di Amerika Serikat yang berhubungan dengan kasus intoksikasi gas CO dengan angka kematian sekitar 500-600 pertahun yang terjadi pada 1990an. Sekitar 25.000 kasus keracunan gas CO pertahun dilaporkan terjadi di Inggris. Dengan angka kematian sekitar 50 orang pertahun dan 200 orang menderita cacat berat akibat keracunan gas CO [8].

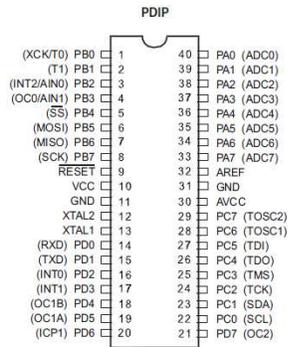
Untuk itu dalam perancangan alat ini diperlukan sensor pengukur gas CO MQ-7. Sensor buatan Hanwei China ini digunakan untuk mendeteksi keberadaan gas CO (karbon monoksida) yang merupakan hasil pembakaran rokok, kendaraan bermotor dll. Sensor ini terdiri dari keramik Al_2O_3 , lapisan tipis SnO_2 , elektroda serta *heater* yang digabungkan dalam suatu lapisan kerak yang terbuat dari plastik dan *stainless*.

Ketika terjadi perubahan resistensi sensor maka arus elektrik akan mengalir melewati daerah sambungan dari kristal SnO_2 . Pada daerah grain boundary, penyerapan oksigen mencegah muatan untuk bergerak bebas. Apabila terdeteksi gas CO maka tegangan output pada sensor akan naik, sehingga konsentrasi gas akan menurun dan terjadi proses deoksidasi. Akibatnya permukaan dari muatan negatif oksigen akan berkurang, ketinggian permukaan sambungan penghalang pun akan ikut terjadi. Hal ini mengakibatkan penurunan resistansi sensor yang juga memiliki sebuah heater, yang berfungsi sebagai pembersih dari kontaminasi udara di dalam ruangan sensor [5].



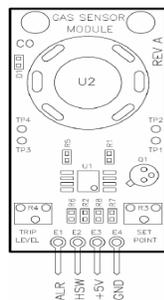
Gambar 1 Konfigurasi Sensor Gas MQ-7
(www.sparkfun.com/datasheets/sensors/Bio-metric/MQ-7.pdf)

ATMega16 mempunyai empat buah port yang bernama PortA, PortB, PortC, dan PortD. Keempat port tersebut merupakan jalur bidirectional dengan pilihan internal pull-up. Tiap port mempunyai tiga buah register bit, yaitu DDxn, PORTxn, dan PINxn. Huruf 'x' mewakili nama huruf dari port sedangkan huruf 'n' mewakili nomor bit. Bit DDxn terdapat pada I/O address DDRx, bit PORTxn terdapat pada I/O address PORTx, dan bit PINxn terdapat pada I/O address PINx. Bit DDxn dalam register DDRx (Data Direction Register) menentukan arah pin. Bila DDxn diset 1 maka Px berfungsi sebagai pin output. Bila DDxn diset 0 maka Px berfungsi sebagai pin input. Bila PORTxn diset 1 pada saat pin terkonfigurasi sebagai pin input, maka resistor pull-up akan diaktifkan. Untuk mematikan resistor pull-up PORTxn harus diset 0 atau pin dikonfigurasi sebagai pin output. Pin port adalah tri-state setelah kondisi reset. PORTxn diset 1 pada saat pin terkonfigurasi sebagai pin output maka pin port akan berlogika 1. PORTxn diset 0 pada saat pin terkonfigurasi sebagai pin output maka pin port akan berlogika 0. Saat mengubah kondisi port dari kondisi tri-state (DDxn=0, PORTxn=0) ke kondisi output high (DDxn=1, PORTxn=1) maka harus ada kondisi peralihan apakah itu kondisi pull-up enabled (DDxn=0, PORTxn=1) atau kondisi output low (DDxn=1, PORTxn=0). Biasanya, kondisi pull-up enabled dapat diterima sepenuhnya, selama lingkungan impedansi tinggi tidak memperhatikan perbedaan antara sebuah strong high driver dengan sebuah pull-up. Jika ini bukan suatu masalah, maka bit PUD pada register SFIOR dapat diset 1 untuk mematikan semua pull-up dalam semua port. Peralihan dari kondisi input dengan pull-up ke kondisi output low juga menimbulkan masalah yang sama. Kita harus menggunakan kondisi tri-state (DDxn=0, PORTxn=0) atau kondisi output high (DDxn=1, PORTxn=0) sebagai kondisi transisi [4].



Gambar 2 Diagram Pinout Mikrokontroler AVR ATmega16 (www.atmel.com/Images/doc2466.pdf).

CO Gas Sensor Module (#27930, #27931, 27932) merupakan sebuah modul sensor gas yang berbasiskan MQ-7. Sensor ini yang bereaksi terhadap kadar gas karbon monoksida yang terdapat dalam udara. Modul ini memiliki keluaran data analog serta desain hardware minimalis yang ditujukan untuk memudahkan proses penggunaan sensor MQ-7. Modul ini dapat diaplikasikan sebagai alarm peringatan dini, ataupun gas detector untuk membantu proses industri yang melibatkan gas karbon monoksida [6].

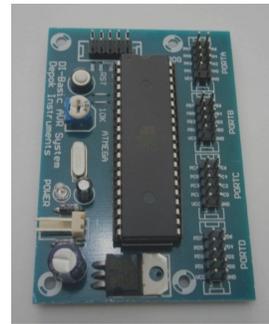


Gambar 3 CO Gas Sensor Module (<http://www.parallax.com/Store/Sensors/AllSensor>).

DI-Basic AVR.16 System adalah modul sistem AVR yang berdasar pada sistem minimum AVR ATmega16 dan seri yang bersesuaian yang telah dilengkapi dengan beberapa fitur yang dapat mempermudah proses pembelajaran atau proses "troubleshooting" pemrograman.

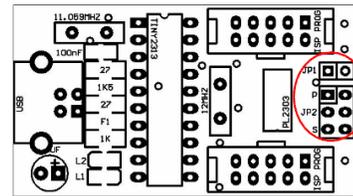
DI-Basic AVR.16 System merupakan modul single chip mikrokontroler ATmega16(L) yang dapat juga digunakan untuk jenis AVR ATmega8535(L), ATmega32(L), ATmega163(L), ATmega323 (L), sedangkan untuk koneksi ADC sudah disiapkan (AVCC, AGND dan AREF)

sehingga sistem sudah siap untuk menerima input ANALOG pada PORTA [3]



Gambar 4 DI-Basic AVR.16 System (www.depokinstruments.com).

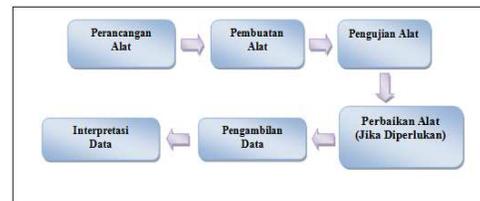
DI-USB AVR ISP V2 / DI-USB to Serial TTL adalah modul pengunduh (downloader) program dari PC/Notebook ke IC mikrokontroler AVR yang memiliki fitur pemrograman ISP (In System Programming) melalui port USB dari PC/Notebook. Dan selain itu modul ini pun memiliki fitur pengubah USB to Serial TTL, sehingga mikrokontroler yang berlevel tegangan TTL dapat langsung berkomunikasi via USB dengan computer [2].



Gambar 5 Konfigurasi Jumper Untuk Komunikasi Serial dan Downloader Program (www.depokinstruments.com).

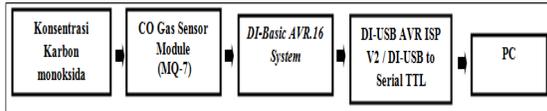
METODE PENELITIAN

Agar penelitian yang dilakukan dapat berjalan dengan baik, maka diperlukan adanya perencanaan di dalam setiap melakukan kegiatan. Selain perencanaan schedule yang telah di buat maka diperlukan juga diagram alir penelitian. Berikut diagram alir penelitian yang akan dilakukan.



Gambar 6 Diagram Alir Penelitian.

Dari blok diagram di bawah ini terlihat bahwa hasil pengukuran yang dilakukan oleh sensor MQ-7 akan dianalisa di *DI-Basic AVR.16 System*. Sinyal masukan yang dianalisa oleh *DI-Basic AVR.16 System* akan dapat di tampilkan pada PC dengan menggunakan komunikasi serial dari *DI-USB AVR ISP V2 / DI-USB to Serial TTL*. Sinyal inilah yang akan diolah kedalam PC untuk diperoleh kesimpulan hasil pengukuran. Hasil pengukuran tersebut dapat diamati di dalam program *display* yang telah dibuat dengan menggunakan Delphi 7.



Gambar 7 Blok Diagram Alat.

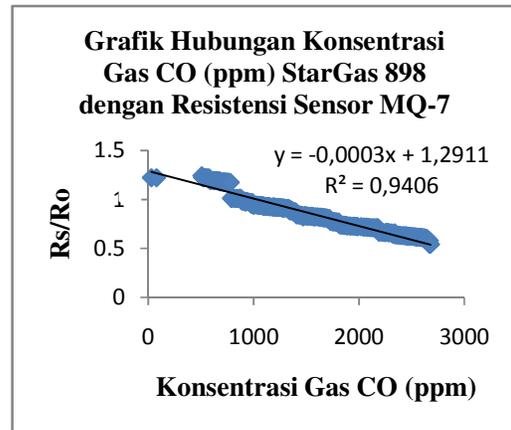
HASIL DAN PEMBAHASAN

Agar di dapatkan data lapangan maka dilakukan pengesetan alat seperti pada Gambar 4.15 di bawah ini. Set Sensor gas MQ-7 di lapangan dihubungkan dengan alat yang dibuat dan komputer untuk di monitoring hasil pengukuran yang terjadi. Selain itu, untuk membandingkan besar konsentrasi antara program tampilan sensor gas dengan alat pengukur lainnya digunakan alat pembanding yang bernama StarGas 898.



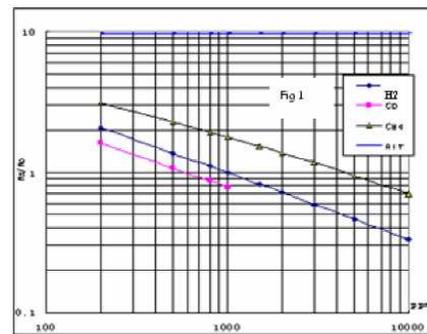
Gambar 8 Set Alat Pengambilan Data.

Dari hasil pengambilan data dan pengkalibrasian alat pengukur konsentrasi gas co dengan menggunakan pengukur konsentrasi gas berstandar internasional StarGas MQ-7, maka diperoleh hasil berupa nilai resistensi sensor MQ-7 pada berbagai nilai konsentrasi gas CO dapat dapat digambarkan dalam Grafik di bawah ini.



Gambar 9 Grafik Hubungan Konsentrasi Gas CO StarGas 898 dengan Resistensi Sensor MQ-7.

Berdasarkan grafik tersebut sumbu y mewakili Log (Rs / Ro) dengan Rs merupakan nilai resistansi yang terukur oleh sensor MQ-7 pada berbagai konsentrasi gas CO, dan Ro merupakan nilai resistansi sensor MQ-7 pada saat konsentrasi gas CO (dalam hal ini nilai Ro adalah 21,45). Sedangkan sumbu x merupakan tingkat konsentrasi gas CO. Pada grafik tersebut dapat diketahui bahwa terdapat hubungan linier antara resistansi sensor MQ-7 dan nilai-nilai ppm konsentrasi gas. Hal ini sesuai dengan karakteristik yang terdapat pada datasheet sensor MQ-7. Adapun grafik karakteristik sensor gas MQ-7 tersebut adalah sebagai berikut:



Gambar 10 Karakteristik Sensor Gas MQ-7 (www.sparkfun.com/datasheets/sensors/Biometric/MQ-7.pdf).

Dari kedua grafik tersebut, dapat diketahui bahwa terdapat perbedaan kemiringan grafik. Selain itu, garis grafik pada Gambar 9 menunjukkan adanya penurunan grafik secara tajam pada saat konsentrasi gas CO antara 30 sampai 500 ppm dengan Rs/Ro sebesar 6,44-1,22. Kondisi ini terjadi juga ketika konsentrasi gas CO sebesar

820-870 ppm dan nilai Rs/Ro antara 1,011-1,016. Hal ini disebabkan oleh rentang konsentrasi gas CO yang berbeda ketika melakukan pengujian. Selain itu, suhu ruangan ketika pengambilan data yang kurang stabil yakni berkisar antara 26 °C hingga 32 °C sedangkan grafik pada data sheet adalah 20 °C.

Setelah diketahui persamaan regresi, formulasi tersebut akan dimasukkan ke dalam program Delphi sehingga *output* tampilan berupa nilai konsentrasi dari gas CO (ppm) dapat langsung dilihat pada PC secara real time melalui DI-USB AVR ISP V2 / DI-USB to Serial TTL. Adapun komunikasi serial yang digunakan pada mikrokontroler menggunakan serial USART dengan mode Asynchronous data dengan baud rate standar 9600. Dengan program tersebut diharapkan user dapat lebih mudah dalam mengamati dan mencatat hasil pengukuran, berikut tampilan program display pengukur gas CO :



Gambar 11 Pengukuran Gas CO yang Ditampilkan pada Program *Display* PC.

KESIMPULAN

Dalam penelitian ini, telah dibuat rancang bangun sistem pengukur gas karbon monoksida yang berfungsi dengan baik dalam mengukur konsentrasi gas CO udara. Alat ini menggunakan sensor gas CO yaitu MQ-7 yang memiliki keluaran analog sehingga diperlukan pemrosesan ADC yang telah diprogram pada mikrokontroler. Kalibrasi alat pengukur gas CO dilakukan dengan membandingkan hasil pengukuran dari alat pengukur gas yang bernama StarGas898 yang sudah terstandarisasi, sehingga dihasilkan persamaan $y = -0,0003x + 1,2911$ dengan nilai koefisien korelasi sebesar 0,9406, yang dapat digunakan untuk menghitung dan menganalisa jumlah konsentrasi gas CO.

Rancang bangun sistem pengukur ini

telah dapat berfungsi untuk mengukur konsentrasi gas CO dengan range pengukuran 30-100000 ppm, hal ini berbeda dengan datasheet dari sensor gas MQ-7 yang dapat mengukur dari range 10-10000. Hal ini dikarenakan faktor suhu ruangan pengujian memiliki suhu diatas 20° sehingga mempengaruhi resistensi sensor MQ-7 itu sendiri.

DAFTAR PUSTAKA

1. Anonim¹.2009.Udara, Studi Kasus di Jakarta, Bandung dan Surabaya, Penelitian KLH – Jurusan Teknik Lingkungan ITB. Bandung :ITB
2. Anonymou².2010. DI-USB AVR ISP V2 /DIUSBtoSerialTTL.<http://depokinstruments.com/2010/11/04/produk-baru-di-usb-avr-isp-v2-di-usb-to-serial-ttl/>. Diakses tanggal 22 Oktober 2013.
3. Anonymous³.2009.DI.BasicAVR.16System.<http://depokinstruments.com/2009/11/14/di-avr16-system-2/>. Diakses tanggal 22 Oktober 2013.Telford, W.M., Geldart, L.P. and Sheriff, R.E., 1990. *Applied Geophysics*. Cambridge University Press : Cambridge.
4. Anonymous⁴.2005. Microcontroller with 16KBytesInSystemProgrammableFlashATmega16ATmega16L.www.atmel.com/Images/doc2466.pdf. Diakses tanggal 26 Juni 2013.
5. Anonymous⁵.2013.MQ7 Semiconductor SensorforCarbonMonoxide.www.sparkfun.com/datasheets/sensors/Biometric/MQ-7.pdf.Diakses tanggal 22 Oktober 2013.
6. Anonymous⁶.2002. CO Gas Sensor Module(#27930,#27931,27932).<http://www.parallax.com/Store/Sensors/AllSensors/tabid/760/CategoryID/46/List/0/Level/a/ProductID/547/Default.aspx?SortField=productname%2Cproductname>. Diakses tanggal 26 Juni 2013.
7. Budiraharjo, H. 1991. Pencemaran Udara di DKI Jakarta Paru, Jakarta.
8. Ivan Blumenthal. Carbon monoxide poisoning. J R Soc Med 2001;94:270-272.
9. The World Bank Country Studi. 1994.Indonesia Environment and Development. Washinton DC, p 67-93
10. Wardhana, WA.1995. Dampak Pencemaran Lingkungan. Penerbit ANDI .Yogyakarta.