

PERANCANGAN ALAT UJI DETEKTOR EMISI GAS BUANG YANG DILENGKAPI DENGAN *INTERFACE* KOMUNIKASI USB

I Wayan Arip Wibawa, I Gusti Bagus Wijaya Kusuma, I Made Widiyarta

Program Magister Teknik Mesin, Program Pascasarjana, Universitas Udayana
Gedung Pascasarjana, Kampus Sudirman, Denpasar
Telp./Fax. +62-361-241396, email: wijaya.kusuma88@yahoo.com

Abstrak:

Penggunaan motor bensin menghasilkan polutan gas yang berbahaya, dampak dari penggunaan motor bensin. Hasil dari pembakaran kendaraan bermotor mengakibatkan pencemaran udara semakin meningkat. Gas CO, CO₂, HC dan O₂ adalah jenis gas yang sering dimonitoring oleh pendeteksi emisi gas buang, namun bentuk alat yang digunakan tidak efisien karena tidak bisa digunakan secara portable.

Pada proyek kerja dirancang sebuah alat yang mampu mendeteksi langsung emisi gas buang pada motor bensin menggunakan sensor MQ-4, MQ-7 dan MQ-135. Sensor tersebut menghasilkan *output* berupa tegangan analog yang akan dikonversi ke bentuk digital. Oleh sebab itu, sensor MQ dipakai sebagai dasar pembuatan alat pendeteksi.

Output sensor yang berupa tegangan analog akan diteruskan ke rangkaian ADC untuk dikonversi ke dalam bentuk digital. Data kemudian akan dilanjutkan ke rangkaian mikrokontroler ATmega328 yang kemudian akan ditampilkan pada layar LCD dan melalui *interface* komunikasi USB bisa mendapatkan data emisi gas buang pada kendaraan dan ditampilkan pada PC.

Kata Kunci: Mikrokontroler ATmega328, Sensor emisi gas, USB interface

Design of Detector Test Equipment Exhaust Emissions Equipped with Communication Interface USB

Abstract: *The use of premium motor results in dangerous gas pollutant as the impact of the use of premium motor. The result of motor vehicle combustion results in air pollution. CO, CO₂, HC and O₂ are gases frequently monitored by emission gas detector, but the device used is not efficient as it is not portable. In this project, a device was designed which was able to detect emission gas directly on premium motor using sensor MQ-4, MQ-7, and MQ-135. The sensor produced output in the form of analog voltage which will be converted into digital. Thus, Sensor MQ was used as base for designing the detector. The sensor analog in form of analog voltage will be continued to ADC circuit to be converted into digital form. The data will then be continued to ATmega328 microcontroller circuit and will then be displayed on LCD screen and through interface USB communication it can get emission gas data on vehicle and display on PC.*

Key words: *ATmega328 microcontroller, gas emission sensor, USB interface.*

I. PENDAHULUAN

Seiring bertambahnya jumlah kendaraan bermotor mengakibatkan pencemaran udara juga semakin meningkat. Semakin tingginya angka pencemaran udara di berbagai kota besar di Indonesia saat ini semakin memprihatinkan. Fakta menunjukkan bahwa bahan-bahan pencemar udara seperti PM (*Particulate Matter*), CO (*Carbon Monoxide*), dan HC (*Hydrocarbon*) kini telah melampaui ambang batas baku mutu udara *ambient*. Jenis-jenis polutan di atas selain mengurangi kenyamanan secara umum juga berpengaruh buruk pada kesehatan. Hasil penelitian lebih lanjut mengungkap bahwa kendaraan

bermotor merupakan kontributor terbesar atas menurunnya kualitas udara [1].

Pada negara-negara yang memiliki standar emisi gas buang kendaraan yang ketat, ada 5 unsur dalam gas buang kendaraan yang akan diukur yaitu senyawa HC, CO, CO₂, O₂ dan senyawa NO_x, sedangkan pada negara-negara yang standar emisinya tidak terlalu ketat, hanya mengukur 4 unsur dalam gas buang yaitu senyawa HC, CO, CO₂ dan O₂.

Dalam mendukung usaha pelestarian lingkungan hidup, negara-negara di dunia mulai menyadari bahwa gas buang kendaraan merupakan salah satu polutan atau sumber pencemaran udara terbesar. Untuk bisa mengetahui kondisi gas buang pada

kendaraan bisa dites dengan alat uji emisi untuk mengetahui tingkat emisi pada gas buang kendaraan. Namun, kebanyakan alat yang ada sangatlah tidak efisien dalam penggunaan karena bentuknya yang besar (Arends and Brenschoot, 1980). Oleh sebab itu, perlu dibuat alat untuk mendeteksi emisi gas buang yang dihasilkan pada kendaraan, agar dapat mengetahui nilai ambang batas emisi gas buang. Melalui *interface* komunikasi USB dengan bantuan aplikasi komputer, diupayakan untuk menentukan hasil uji emisi gas buang kendaraan secara detail.

II. STUDI LITERATUR

2.1. Emisi Gas Buang

Emisi gas buang dari kendaraan bermotor merupakan salah satu polutan yang mencemari lingkungan. Zat-zat yang merugikan dalam udara antara lain :

1. Hidrokarbon (HC), merupakan pengisapan bensin dan bensin yang tidak terbakar.
2. Nitrogen Monoksida (NO). Gas ini dibentuk dalam mesin, khusus pada suhu tinggi (kira-kira di atas 2000°C). NO merupakan gas yang berbahaya karena mengganggu saraf pusat.
3. Karbon Monoksida/Uap Karbon (CO). Gas ini dalam badan manusia menyerang butir-butir darah merah yang bertugas membawa zat asam ke seluruh badan. Di dalam ruang tertutup persentase volume CO 0,1% atau lebih tinggi sudah mematikan.

2.2. Gas/Emission Analyzer

Gas/Emission Analyzer merupakan salah satu *device* yang digunakan untuk uji emisi gas pada kendaraan bermotor. *Emission Analyzer* ini biasanya ada di bengkel resmi uji emisi yang nantinya akan melakukan uji kelayakan emisi pada kendaraan.



Gambar 1. Gas Emission Analyzer

2.3. Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah sebuah sistem komputer fungsional dalam sebuah chip. Di dalamnya terkandung sebuah inti prosesor, memori (sejumlah kecil RAM, memori program, atau keduanya), dan

perlengkapan input output. Dengan kata lain, mikrokontroler adalah suatu alat elektronika digital yang mempunyai masukan dan keluaran serta kendali dengan program yang bisa ditulis dan dihapus dengan cara khusus, cara kerja mikrokontroler sebenarnya membaca dan menulis data.

Mikrokontroler digunakan dalam produk dan alat yang dikendalikan secara otomatis, seperti sistem kontrol mesin, *remote controls*, mesin kantor, peralatan rumah tangga, alat berat, dan mainan. Dengan mengurangi ukuran, biaya, dan konsumsi tenaga dibandingkan dengan mendesain menggunakan mikroprosesor memori, dan alat *input output* yang terpisah, kehadiran mikrokontroler membuat kontrol elektrik untuk berbagai proses menjadi lebih ekonomis.

Agar sebuah mikrokontroler dapat berfungsi, maka mikrokontroler tersebut memerlukan komponen eksternal yang kemudian disebut dengan sistem minimal. Untuk membuat sistem minimal paling tidak dibutuhkan sistem *clock* dan *reset*, walaupun pada beberapa mikrokontroler sudah menyediakan sistem *clock internal*, sehingga tanpa rangkaian *eksternal* pun mikrokontroler sudah beroperasi.

Yang dimaksud dengan sistem minimal adalah sebuah rangkaian mikrokontroler yang sudah dapat digunakan untuk menjalankan sebuah aplikasi. Sebuah IC mikrokontroler tidak akan berarti bila hanya berdiri sendiri. Pada dasarnya sebuah sistem minimal mikrokontroler AVR "Alf (Egil Bogen) and Vegard (Wollan) 's Risc processor" memiliki prinsip yang sama [2].

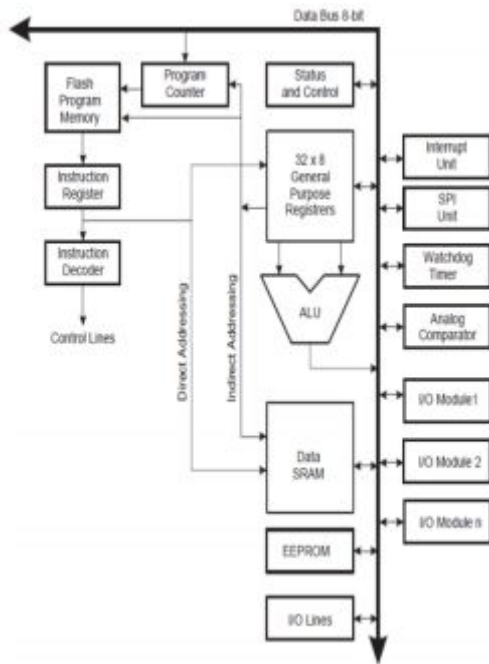
2.3.1. Fitur AVR ATmega328

ATmega328 adalah mikrokontroler keluaran dari atmel yang mempunyai arsitektur RISC (*Reduce Instruction Set Computer*) yang dimana setiap proses eksekusi data lebih cepat dari pada arsitektur CISC (*Completed Instruction Set Computer*).

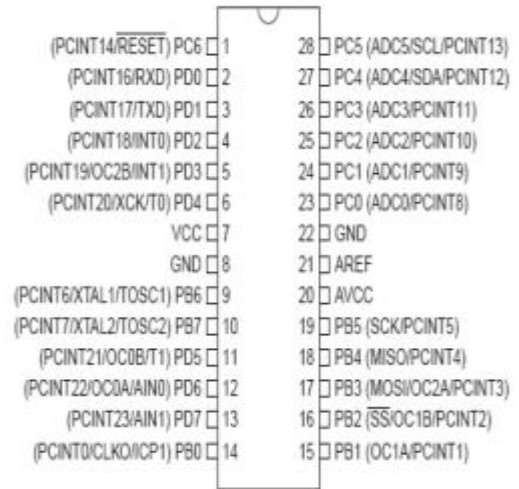
Mikrokontroler ATmega 328 memiliki arsitektur *Harvard*, yaitu memisahkan memori untuk kode program dan memori untuk data sehingga dapat memaksimalkan kerja dan *parallelism*. Instruksi-instruksi dalam memori program dieksekusi dalam satu alur tunggal, dimana pada saat satu instruksi dikerjakan instruksi berikutnya sudah diambil dari memori program. Konsep inilah yang memungkinkan instruksi-instruksi dapat dieksekusi dalam setiap satu siklus *clock*. 32 x 8-bit *register* serba guna digunakan untuk mendukung operasi pada ALU (*Arithmetic Logic unit*) yang dapat dilakukan dalam satu siklus. 6 dari *register* serbaguna ini dapat digunakan sebagai 3 buah *register pointer* 16-bit pada mode pengalamatan tidak langsung untuk mengambil data pada ruang memori data.

Ketiga *register pointer* 16-bit ini disebut dengan *register X* (gabungan R26 dan R27), *register Y* (gabungan R28 dan R29), dan *register Z* (gabungan R30 dan R31). Hampir semua instruksi AVR memiliki format 16-bit. Setiap alamat memori program terdiri dari instruksi 16-bit atau 32-bit. Selain *register* serba guna di atas, terdapat *register* lain yang terpetakan dengan teknik *memory mapped I/O* selebar 64 byte. Beberapa *register* ini digunakan untuk fungsi khusus antara lain sebagai *register control Timer/ Counter*, Interupsi, ADC, USART, SPI, EEPROM, dan fungsi *I/O* lainnya. *Register-register* ini menempati memori pada alamat 0x20h – 0x5Fh [2].

Berikut adalah tampilan *architecture* ATmega 328 :



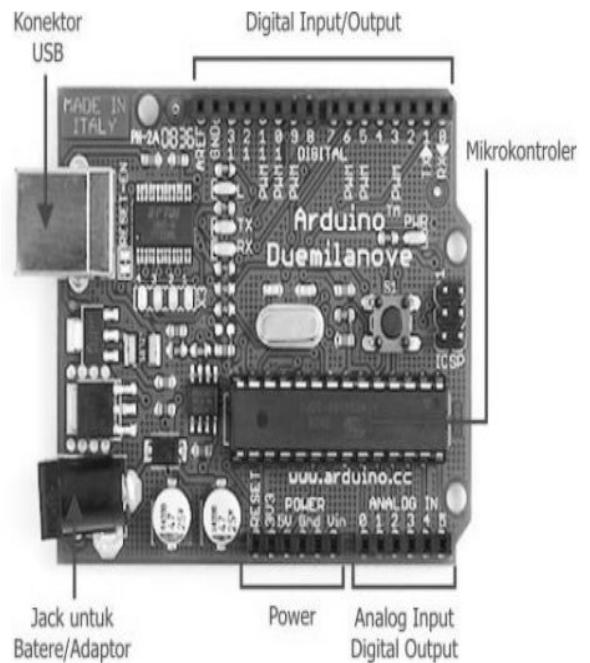
Gambar 2. Architecture ATmega328



Gambar 3. Konfigurasi Pin ATmega3

2.3.2. Arduino Uno

Arduino adalah sebuah *board* mikrokontroler yang berbasis ATmega328. Arduino memiliki 14 pin *input/output* yang mana 6 pin dapat digunakan sebagai *output* PWM, 6 *analog input*, *crystal osilator* 16 MHz, *koneksi USB*, *jack power*, kepala ICSP, dan tombol *reset*. Arduino mampu *support* mikrokontroler; dapat dikoneksikan dengan komputer menggunakan kabel USB.



Gambar 4. Board Arduino ATmega328

Arduino merupakan sebuah *board* minimum *system* mikrokontroler yang bersifat *open source*. Di dalam rangkaian *board* arduino terdapat mikrokontroler AVR seri ATmega 328 yang merupakan produk dari Atmel. Arduino memiliki kelebihan tersendiri dibanding *board* mikrokontroler yang lain selain bersifat *open source*, arduino juga mempunyai bahasa pemrogramannya sendiri yang berupa bahasa C. Selain itu dalam *board* arduino sendiri sudah terdapat *loader* yang berupa USB sehingga memudahkan kita ketika memprogram mikrokontroler di dalam arduino. Pada kebanyakan *board* mikrokontroler yang lain yang masih membutuhkan rangkaian *loader* terpisah untuk memasukkan program ketika kita memprogram mikrokontroler. Port USB tersebut selain untuk *loader* ketika memprogram, bisa juga difungsikan sebagai *port* komunikasi *serial* Arduino menyediakan 20 pin *I/O*, yang terdiri dari 6 pin input analog dan 14 pin digital *input/output*.

2.3.4 Power

Arduino dapat diberikan power melalui koneksi USB atau *power supply*. Powernya diseleksi secara otomatis. *Power supply* dapat menggunakan adaptor DC atau baterai. Adaptor dapat dikoneksikan dengan mencolok *jack adaptor* pada koneksi *port input supply*. *Board* arduino dapat dioperasikan menggunakan *supply* dari luar sebesar 6 - 20 volt. Jika *supply* kurang dari 7V, kadangkala pin 5V akan menyuplai kurang dari 5 volt dan *board* bisa menjadi tidak stabil. Jika menggunakan lebih dari 12 V, tegangan di regulator bisa menjadi sangat panas dan menyebabkan kerusakan pada board.

2.3.5 Memori

ATmega328 memiliki 32 KB *flash* memori untuk menyimpan kode, juga 2 KB yang digunakan untuk *bootloader*. ATmega328 memiliki 2 KB untuk SRAM dan 1 KB untuk EEPROM [3].

2.3.6 Input dan Output

Setiap 14 pin digital pada arduino dapat digunakan sebagai *input* atau *output*, menggunakan fungsi *pinMode()*, *digitalWrite()*, dan *digitalRead()*. *Input/output* dioperasikan pada 5 volt. Setiap pin dapat menghasilkan atau menerima maximum 40 mA dan memiliki *internal pull-up resistor* (*disconnected* oleh *default*) 20-50 KOHms.

2.3.7 Komunikasi Arduino Uno

Arduino memiliki sejumlah fasilitas untuk berkomunikasi dengan komputer, Arduino lain, atau mikrokontroler lain. ATmega328 ini menyediakan

UART TTL (5V) komunikasi *serial*, yang tersedia pada pin digital 0 (RX) dan 1 (TX). Sebuah ATmega16U2 pada saluran *board* ini komunikasi *serial* melalui USB dan muncul sebagai *com port virtual* untuk perangkat lunak pada komputer. *Firmware* 16U2 menggunakan USB *driver standard* COM, dan tidak ada *driver eksternal* yang dibutuhkan. Namun, pada *Windows*, *file. Inf* diperlukan.

Perangkat lunak Arduino termasuk *monitor serial* yang memungkinkan data *tekstual* sederhana yang akan dikirim ke dan dari papan Arduino. RX dan TX LED di papan akan berkedip ketika data sedang dikirim melalui *chip* USB-to-serial dan koneksi USB ke komputer (tetapi tidak untuk komunikasi *serial* pada pin 0 dan 1). Sebuah perpustakaan *Software Serial* memungkinkan untuk komunikasi *serial* pada setiap pin digital Uno itu. ATmega328 ini juga mendukung komunikasi I2C (TWI) dan SPI. Perangkat lunak Arduino termasuk perpustakaan kawat untuk menyederhanakan penggunaan dari bus I2C, sedangkan untuk komunikasi SPI, menggunakan perpustakaan SPI [3].

2.4. Sensor Gas

Sensor adalah sesuatu yang digunakan untuk mendeteksi adanya perubahan lingkungan fisik atau kimia, sedangkan sensor gas adalah suatu perangkat yang dibuat untuk mendeteksi salah satu jenis atau lebih dari satu jenis gas. Sensor gas berfungsi untuk mengukur senyawa gas polutan yang ada di udara, seperti Karbon Monoksida, Hidrokarbon, Nitrooksida, dan lain-lain. Sensor gas yang digunakan seperti sensor gas untuk mendeteksi gas CO yaitu *type* MQ-7, sensor untuk mendeteksi gas CO, HC yaitu *type* TGS 2201, dan lain-lain. Pada penelitian ini digunakan sensor MQ-4, MQ-7 dan MQ-135 [4].

2.4.1. MQ-4

MQ-4 memiliki kemampuan mendeteksi konsentrasi gas metana (CH_4) di udara. Sensor dapat digunakan untuk mendeteksi gas yang mudah terbakar. Sensor ini membutuhkan suplai daya sebesar 5V. Jangkauan deteksinya terhadap *natural* gas/metana adalah 300 sampai 10000 ppm.



Gambar 5. Sensor MQ-4

2.4.2. MQ-7

MQ-7 adalah sebuah sensor gas yang digunakan untuk mendeteksi gas *Carbon Monoxide* (CO). Sensor buatan Hanwei China ini terdiri dari keramik AL_2O_3 , lapisan tipis SnO_2 , elektroda serta heater yang digabungkan dalam suatu lapisan kerak yang terbuat dari *plastic* dan *stainless*. Kemasan sensor MQ-7 tersedia dalam dua macam yaitu dari bahan *metal* dan *plastic*. Sensor ini dapat beroperasi pada suhu dari $-10^{\circ}C$ sampai $50^{\circ}C$ dan mengkonsumsi kurang dari 150 mA pada 5 V. Jarak deteksi gas : 10 - 1000 ppm gas CO.



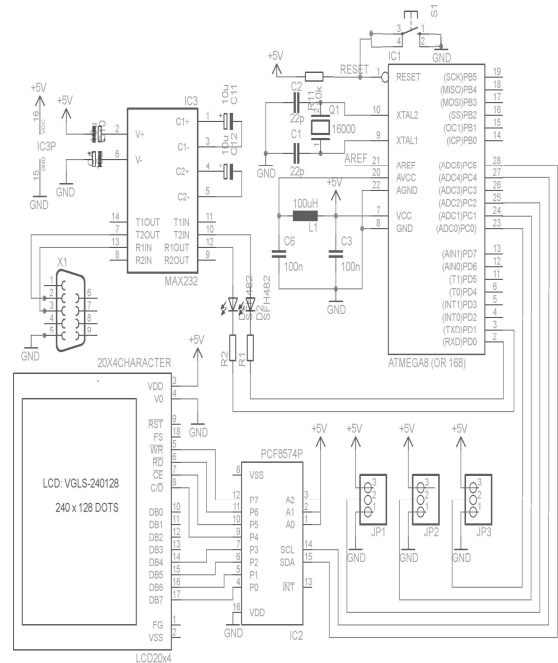
Gambar 6. Sensor MQ-7

III. METODELOGI PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan rangkaian terdiri dari *blok* mikrokontroler, *blok* input/output, *blok* programmer, *blok* Sensor CO₂, *blok* LCD 240x128 dan *blok* Speaker. Pada *blok* mikrokontroler terdapat Mikrokontroler ATmega328 bekerja dengan *level* tegangan TTL, dalam hal ini digunakan tegangan sebesar 5 volt. Semua *port* yakni digital pin 0 sampai dengan 13 dan pin analog 0 sampai 5 bersifat *bi-directional* I/O dengan *internal pull-up*. Pada *blok* mikrokontroler terdapat tiga bagian penting diantaranya, rangkaian *osilator*, rangkaian *reset* dan rangkaian tegangan.

Untuk membangkitkan frekuensi kerja pada perancangan ini menggunakan *osilator kristal* sebesar 16 MHz. Berdasarkan *data sheet* ATmega328 besar nilai kapasitor yang digunakan harus berada pada 33 ± 10 pF, pada perancangan ini digunakan *kapasitor* 22pF. Dengan demikian, dapat dihasilkan waktu mendekati 1 mikrodetik setiap satu siklus mesin. Kristal 16 MHz ini didukung dua *capasitor* keramik C1 dan C2 yang nilainya sama sebesar 22pF. Apabila terjadi beda *potensial* pada kedua *kapasitor* tersebut maka *kristal* akan *bersilasi*. Pulsa yang keluar adalah berbentuk gigi gergaji dan akan dikuatkan oleh rangkaian *internal* pembangkit rangkaian pulsa pada mikrokontroler sehingga akan berubah menjadi pulsa *clock*. Untuk pembagian dari *frekuensi internal* mikrokontroler itu sendiri yang diinisialisasi dengan program. Jadi, fungsi utama dari rangkaian *osilator*

sebagai pembangkit sinyal pewaktuan untuk menjalankan program.



Gambar 7. Skema Alat



Gambar 8. Gambar Rangkaian Alat

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Penelitian menggunakan Alat Uji Emisi Gas

4.1.1. Pengujian Sensor MQ-7 (CO)

Dari spesifikasi tersebut yang digunakan sebagai tegangan masukan dari sensor dan tahanan beban, maka tegangan yang keluar dari sensor tersebut akan berubah-ubah sesuai dengan polutan CO yang di deteksi oleh sensor. Kemudian tegangan yang keluar dari sensor tersebut dihubungkan pada input ADC dari mikrokontroler ATmega328, dan kemudian akan ditampilkan pada LCD. Pada Tabel 1 dipaparkan hasil pengukuran rangkaian untuk tegangan keluaran pada sensor berdasarkan konsentrasi gas CO.

Tabel 1. Pengukuran Sensor MQ-7 Gas CO

Konsentrasi CO (%)	Tegangan Keluaran sensor (V)
0,02	1,85
0,06	1,96
0,11	2,33

4.1.2. Pengujian Sensor DT-SENSE (HC)

Sensor DT-SENSE memiliki parameter sebagai acuan untuk memfungsikan sensor tersebut, dimana sensor ini membutuhkan tegangan kerja sirkuit (V_C), tegangan pemanas (V_H). Pada Tabel 2 dipaparkan hasil pengukuran rangkaian sensor DT-SENSE untuk pengukuran tegangan keluaran pada sensor berdasarkan konsentari gas HC.

Tabel 2. Pengukuran Sensor DT-SENSE Gas HC

Konsentrasi HC (Ppm)	Tegangan Keluaran sensor (V)
1017	1,23
1022	1,59
1261	4,42

4.1.3. Pengujian Sensor MQ-135 (CO_2)

Sensor MQ-135 memiliki parameter sebagai acuan untuk memfungsikan sensor tersebut, dimana sensor ini membutuhkan tegangan kerja sirkuit (V_C), tegangan pemanas (V_H), dan tahanan beban (R_L). Tabel 3 adalah tabel hasil pengukuran tegangan keluaran pada sensor berdasarkan konsentari gas CO_2 .

Tabel 3. Pengukuran Sensor MQ-135 Gas CO_2

Konsentrasi CO_2 (%)	Tegangan Keluaran sensor (V)
0,25	0,1
3,01	1,5
5,03	2,5

4.1.4. Pengujian Sensor MQ-4 (O_2)

Sensor MQ-4 memiliki parameter sebagai acuan untuk memfungsikan sensor tersebut, dimana sensor ini membutuhkan tegangan kerja sirkuit (V_C), tegangan pemanas (V_H), dan tahanan beban (R_L). Hasil pengukuran tegangan keluaran pada sensor berdasarkan konsentari gas O_2 disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Pengukuran Sensor MQ-4 Gas O_2

Konsentrasi O_2 (%)	Tegangan Keluaran sensor (V)
117	1,23
122	1,59
161	4,42

117	1,23
122	1,59
161	4,42

4.2. Pengujian Keseluruhan

Sebelum dilakukan pengujian untuk setiap sampel data yang diuji, kendaraan perlu di gas dengan torsi maksimum selama ± 1 menit untuk menstabilkan gas buang kendaraan. Setelah mesin kendaraan stabil, baru bisa dilakukan pengukuran pollutant HC, CO CO_2 dan O_2 pada gas buang kendaraan. Pada Tabel 5 dipaparkan data dari pengujian pollutant emisi kendaraan mesin matik. Menggunakan alat uji emisi rancangan.

Tabel 5. Data hasil pengujian alat uji emisi hasil rancangan

No.	Kendaraan	Alat Uji Emisi rancangan			
		HC (ppm)	CO (%)	CO_2 (%)	O_2 (%)
1	Yamaha Xride	1260	0.34	6	117
2	Yamaha Xride	1850	0.43	6	117
3	Yamaha Xride	1810	0.42	6	117
4	Yamaha Xride	2010	0.45	7	132
5	Yamaha Xride	1860	0.43	7	127
6	Yamaha Xride	1610	0.37	6	120
7	Yamaha Xride	1540	0.33	6	118
8	Yamaha Xride	1530	0.34	6	119
9	Yamaha Xride	1650	0.36	6	123
10	Yamaha Xride	1540	0.34	6	117

Pada Tabel 5 dipaparkan hasil pengukuran sampel data kendaraan mesin matik roda 2. Nilai gas emisi tertinggi yang terukur dari alat yang dibuat adalah HC sebesar 2010 ppm, CO sebesar 0.445 %, CO_2 sebesar 7 % dan O_2 sebesar 132 %. Dari hasil percobaan dan pengujian sistem ini mempunyai beberapa kelebihan dan kekurangan, yaitu sebagai berikut.

- Alat rancangan ini mendeteksi secara *real time* dan bisa menunjukkan kualitas udara dari hasil deteksi.
- Sensor gas dapat diatur / dikalibrasi dengan cara memberi nilai batas bawah EEPROM modul sensor gas melalui antarmuka UART.
- Modul sensor gas memiliki ADC internal sendiri sehingga tidak memakai ADC mikrokontroler.
- Kekurangan dari alat ini adalah kualitas udara hanya bergantung pada 1 sensor kualitas udara, sehingga sensor gas lain tidak berpengaruh dalam menentukan kualitas udara.

V. SIMPULAN

Setelah melakukan pengujian alat, analisis, dan pembahasan, diperoleh kesimpulan sebagai berikut.

1. Menghubungkan mikrokontroler dengan rangkaian serta LCD pengukuran emisi gas buang dapat dilakukan dengan waktu yang singkat serta dapat melihat hasil yang pasti.

2. Alat rancangan ini mendeteksi secara *real time* dan bisa menunjukkan kualitas udara dari hasil deteksi.
3. Kurang sensitifnya sensor pada rangkaian penimbang dapat mempengaruhi alat tersebut dalam mengukur kadar emisinya yang lebih kecil atau halus.
4. Sensor gas dapat diatur / kalibrasi dengan cara memberikan nilai sesuai dengan yang diinginkan melalui antarmuka pemrograman serial ke komputer.

DAFTAR PUSTAKA

- Ardianto, Heri (2008), "Pemrograman Mikrokontroler AVR ATMEGA16", Informatika
- Artanto, Dian. 2012. Interaksi Arduino dan LabView. Jakarta: PT Elex Media Komputindo.
- BAPEDAL. (1997). Indeks Standar Pencemar Udara. Jakarta: Menteri Lingkungan Hidup. Boote, K., Jones, J., &
- Winoto, Ardi (2008), "Mikrokontroler AVR Atmega8/32/16/8535", Informatika Bandung.