

# SISTEM MONITOR DAN PENGONTROL KADAR GAS KARBON MONOKSIDA (CO) DALAM RUANGAN

Yohanes Liangdo<sup>1)</sup>, Antonius Wibowo<sup>2)</sup>  
E-mail: L\_14\_NG\_84@yahoo.com antonius@mail.wima.ac.id

## ABSTRAK

*Gas Karbon Monoksida (CO) dikenal sebagai polutan udara yang berbahaya bagi kesehatan manusia. Gas ini berbahaya karena tidak berwarna, tidak mempunyai rasa, dan tidak berbau sehingga kehadirannya tidak dapat diketahui tanpa suatu alat deteksi, dan dalam kadar tertentu dapat menyebabkan kematian.*

*Saat ini perangkat deteksi keberadaan gas CO telah tersedia di pasara, tetapi detektor ini umumnya berfungsi sebagai detector saja dan bukan digunakan untuk mengetahui kadar gas CO. Pada penelitian ini akan dibuat sistem deteksi gas CO yang mampu merespon keberadaan dan menyatakan besarnya kadar gas CO. Sistem deteksi gas sekaligus berfungsi sebagai pengontrol kadar gas CO yang aman bagi manusia.*

*Secara perangkat keras alat sistem monitor dan pengontrol kadar gas karbon monoksida (CO) dalam ruangan memiliki satu buah sensor, sedangkan untuk pengaplikasiannya disediakan tujuh buah konektor untuk inputan dari sensor. Disediakan pula delapan buah konektor yang digunakan sebagai keluaran dari fan atau exhaust. Untuk display penampil kadar gas CO digunakan LCD. Satuan kadar yang digunakan adalah ppm. Untuk indikator peringatan yang digunakan apabila kadar gas CO tersebut telah melebihi standar yang tidak dapat ditoleransi oleh manusia, maka digunakan indikator LED sebagai visual, dan buzzer sebagai audio. Untuk membuang, dan menyirkulasi gas CO yang berlebih pada ruangan, digunakan fan.*

**Kata Kunci :** Sistem, monotor, pengontrol, gas CO, berbahaya, pendeteksi, sirkulasi

## PENDAHULUAN

Di Indonesia, kurang lebih 70% pencemaran udara disebabkan oleh emisi kendaraan bermotor. Zat-zat berbahaya yang dihasilkan oleh hasil pembakaran dari kendaraan bermotor dapat menimbulkan dampak negatif, baik terhadap kesehatan manusia maupun terhadap lingkungan hidup, khususnya gas karbon monoksida (CO). Dampak terhadap kesehatan yang disebabkan oleh pencemaran udara akan terakumulasi dari hari ke hari. Kualitas udara yang kita hirup memang tidak terlihat oleh mata, perbedaan kadar oksigen, dan gas lain juga sulit dideteksi oleh tubuh manusia. Pemaparan dalam jangka waktu yang lama akan berakibat pada berbagai macam gangguan kesehatan, seperti *bronchitis*, *emphysema*, dan kanker paru-paru. Dampak kesehatan yang diakibatkan oleh pencemaran udara berbeda-beda antar individu. Populasi yang paling rentan adalah kelompok individu berusia lanjut dan balita.

Penanggulangan pencemaran udara tidak dapat dilakukan tanpa menanggulangi penyebabnya. Dengan pertimbangan sektor transportasi yang bertindak sebagai kontributor utama pencemaran udara, maka sektor ini harus mendapat perhatian serius. Namun selain itu,

sangat perlu dibuat sebuah sistem yang mampu menanggulangi, serta memberikan informasi secara cepat, dan mudah tentang pencemaran udara khususnya di dalam ruangan, sehingga udara yang terdapat dalam ruangan dapat terjaga, dan tidak membahayakan bagi kesehatan manusia.

Untuk memenuhi kebutuhan udara bersih, dan sehat pada ruangan, maka penulis bermaksud untuk memaparkan artikel dengan judul "Sistem Monitor dan Pengontrol Gas Karbon Monoksida (CO) Dalam Ruangan". Informasi yang dikembangkan berupa *display* yang menampilkan angka satuan standar gas khususnya gas CO dan memberikan peringatan baik visual, maupun audio serta dapat menyesuaikan sendiri standar gas CO. Serta yang tak kalah pentingnya yaitu dapat menyirkulasi udara tersebut sehingga kebutuhan udara yang sehat dapat terpenuhi.

## TINJAUAN PUSTAKA

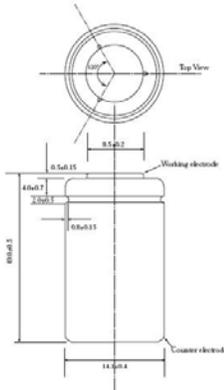
### Sensor Gas CO TGS 5042

Sensor gas CO Figaro TGS 5042 adalah *transducer* utama yang digunakan dalam rangkaian ini, yang merupakan sebuah sensor kimia atau gas sensor. Sensor ini mempunyai nilai *output* arus (I) yang akan berubah jika

<sup>1)</sup> Mahasiswa di Fakultas Teknik Jurusan Teknik Elektro Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya

<sup>2)</sup> Staf Pengajar di Fakultas Teknik Jurusan Teknik Elektro Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya

terkena gas, dan juga dapat mendeteksi kadar gas mulai dari 0 sampai 1.000 *ppm*. Struktur dari sensor gas CO Figaro TGS 5042 disajikan pada Gambar 1 sebagai berikut:



**Gambar 1.** Struktur Sensor Gas CO Figaro TGS 5042

Pada sensor ini terdapat 2 *pin out* untuk sumber arusnya, dan berperan dalam pengolahan data, di mana data diolah oleh *I to V converter* agar dapat terbaca pada mikrokontroler. Spesifikasi sensor gas ini disajikan pada Tabel 1 sebagai berikut<sup>[1,2,3]</sup>.

**Tabel 1.** Spesifikasi Sensor gas CO TGS 5042

Item	Tentative Specification
Model number	TGS 5042
Target gases	Carbon monoxide
Typical detection range	0~1000 <i>ppm</i>
Output current in CO	1.00~3.75 nA/ <i>ppm</i>
Baseline offset	<±15 <i>ppm</i> equivalent
Operating temperature	-10~+60°C
Operating humidity	5~99%RH (no condensation)
Response time (T90)	within 60 seconds
Expected accuracy (*)	±20% at 0-100 <i>ppm</i> of CO ±15% at 100-500 <i>ppm</i> of CO (at 20±5°C/50±20%RH)
Storage conditions	-40~+70°C
Weight	approx. 12 g
Standar test conditions	20±2°C, 40±10%RH

Sensor ini adalah keluaran dari Figaro yang diproduksi di negara Jepang, dan sensor ini biasanya digunakan untuk mendeteksi gas CO, dan menawarkan jangkauan yang cukup besar yaitu berkisar antara 0-1.000 *ppm*. Bentuk sensor disajikan pada Gambar 2.



**Gambar 2.** Bentuk Sensor Gas CO Figaro TGS 5042

### Mikrokontroler AVR ATmega32

Mikrokontroler yang digunakan dalam sistem monitor dan pengontrol gas CO ini adalah AVR Atmega32 produk keluaran dari ATMEL yang merupakan mikrokontroler dengan arsitektur *RISC (Reduced Instruction Set Computer)* yang lebih sederhana perintah intruksi di dalam eksekusi program, dibandingkan keluarga 80C51 yang menggunakan arsitektur *CISC (Complex Instruction Set Computer)* dengan perintah intruksi yang kompleks di dalam eksekusi programnya<sup>[4]</sup>. Mikrokontroler AVR (*Alf and Vegard's Risc Processor*) memiliki konsep yang hampir sama dengan mikrokontroler keluarga 8051, yaitu memiliki 8 pin dalam 1 *port*-nya yang dapat digunakan sebagai *input* atau *output digital*, dan penggunaan pin (MISO, MOSI, SCK, *RESET*) untuk memasukkan *file* dalam bentuk *hexadesimal* dari komputer ke mikrokontroler. Mikrokontroler AVR memiliki arsitektur *RISC* 8-bit, semua instruksi dikemas dalam kode 16-bit (16-bit *word*), dan sebagian besar instruksi dieksekusi dalam satu siklus *clock*. Secara umum yang membedakan dengan keluarga 80C51 adalah kecepatan (AVR lebih cepat dalam mengeksekusi intruksi program), memori (memori AVR lebih besar), *peripheral*, dan fungsinya (penambahan *ADC internal*, komunikasi serial *I2C*).

Pemrograman AVR tergolong mudah karena pemrograman AVR dapat dilakukan dengan menggunakan teknik *ISP (In System Programming)* di mana kode *HEX* dapat langsung di *download* pada mikrokontroler didalam rangkaian aplikasi (rangkaiannya yang diinginkan). Pengisian program pada AVR juga dapat dilakukan dengan komunikasi paralel menggunakan perangkat *downloader* dengan memakai 74HC244 (*octal buffer*).

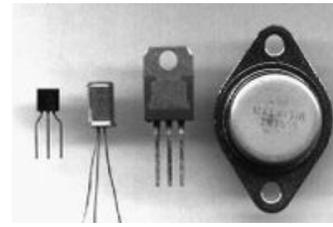
Semua mikrokontroler AVR memiliki jenis memori program *Flash* yang dapat diprogram ulang. Di sini akan dibahas sedikit keterangan mengenai mikrokontroler AVR Atmega32 yang terdiri dari:

1. Konfigurasi pin dari mikrokontroler
2. Rangkaian Osilator Kristal
3. Rangkaian reset manual Mikrokontroler AVR Atmega32 memiliki fasilitas antara lain:
  - 32K Bytes *In-System Programmable (ISP) Flash Memory*
  - Kisaran operasi 4,5V sampai 5,5V
  - Operasi Secara penuh Statis: 0 ke 16 MHz
  - 32 x 8-bit *General Purpose Register*
  - 512 Byte *EEPROM*
  - 1 K Byte *internal SRAM*
  - *Timer/Counter 2 x 8-bit*
  - 3 buah *pin interrupt (INT0, INT1, INT2)*
  - *Output PWM 4 kanal*
  - 8 x 10-bit *ADC*
  - *Master/Slave serial interface*
  - 32 *pin input/output*

### Transistor

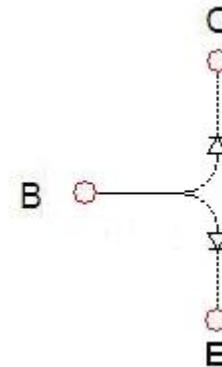
Transistor adalah alat semikonduktor yang biasanya digunakan sebagai penguat, pemotong (*switching*), stabilisasi tegangan, modulasi sinyal, atau fungsi lainnya. Transistor dapat berfungsi semacam kran listrik, yang dapat dibedakan berdasarkan arus *input*-nya (BJT) atau tegangan *input*-nya (FET), memungkinkan pengaliran listrik yang sangat akurat dari rangkaian sumber listriknya<sup>[5]</sup>.

Pada umumnya, transistor memiliki 3 terminal. Tegangan, atau arus yang dipasang di satu terminalnya mengatur arus yang lebih besar yang melalui 2 terminal lainnya. Dalam rangkaian analog, transistor digunakan dalam *amplifier* (penguat). Dalam rangkaian-rangkaian digital, transistor digunakan sebagai saklar berkecepatan tinggi. Beberapa transistor juga dapat dirangkai sedemikian rupa, sehingga berfungsi sebagai gerbang logika, memori, dan komponen-komponen lainnya.

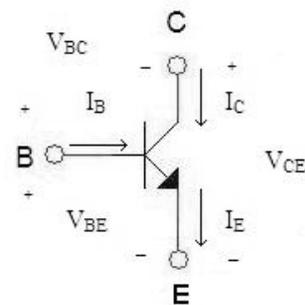


**Gambar 3.** Berbagai macam Transistor

Pada dasarnya transistor mempunyai tiga buah terminal. Terminal tersebut meliputi emitor, basis, dan kolektor. Bahan mentah yang digunakan untuk menghasilkan bahan N, dan bahan P adalah silikon dan germanium. Terdapat 2 macam jenis transistor, yaitu transistor NPN, dan transistor PNP. Transistor seakan-akan dibentuk dari penggabungan dua dioda. Dioda yang satu dengan yang lain saling digabungkan dengan cara menyambung kaki yang senama. Dioda pada transistor NPN disajikan pada Gambar 4, dan dioda pada transistor PNP pada Gambar 5.



**Gambar 4.** Dioda Pada Transistor NPN

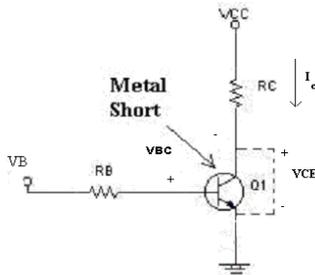


**Gambar 5.** Dioda Pada Transistor PNP

Transistor digunakan sebagai saklar. Pada saat transistor berfungsi sebagai saklar akan berada pada daerah *cutoff*, atau berada pada daerah saturasi. Bias yang digunakan adalah bias basis karena bias tersebut berguna di dalam rangkaian-rangkaian digital. Pada transistor yang

dimaksud dengan titik jenuh/saturasi adalah arus maksimum kolektor yang mungkin pada rangkaian.

Tegangan pada  $V_B$  mempengaruhi tegangan  $V_{BC}$ , sehingga turut mempengaruhi terjadinya *cutoff* dan saturasi. Titik jenuh didapatkan saat  $V_{BC} \approx 0,5V$ , sehingga kolektor dan emiter terhubung, dan tegangan kolektor dan emiter, akan sama sebagaimana disajikan pada Gambar 6.

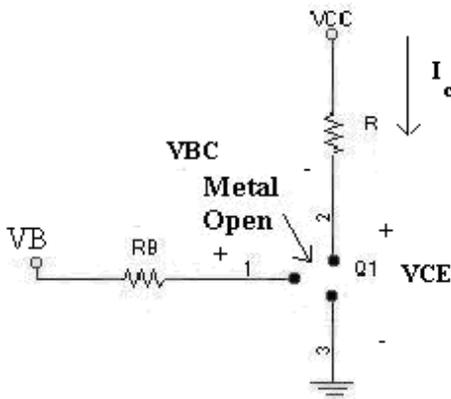


Gambar 6. Transistor Pada Saat Keadaan Saturasi

Keadaan yang terjadi pada saat jenuh/saturasi adalah tegangan  $V_{CE} \approx 0$ , maka tegangan  $V_{cc}$  akan melewati resistor  $R_c$ , sehingga akan didapatkan arus  $I_c$  (arus  $I_c$  tersebut adalah arus  $I_c$  saturasi). Hubungan  $V_{cc}$  dan  $R_c$  terhadap  $I_{c(sat)}$  diungkapkan dengan persamaan:

$$I_{c(sat)} = \frac{V_{CC}}{R_C} \quad (1)$$

Kondisi *cutoff* terjadi saat  $V_{BC} < 0,5$ . Pada kondisi ini akan didapatkan tegangan  $V_{CE}$  maksimum yaitu sama dengan tegangan yang berada di catu kolektor, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Transistor Pada Saat Keadaan Cutoff

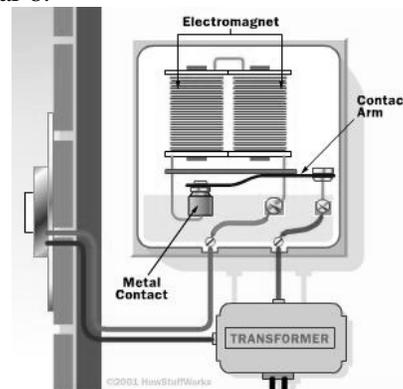
Pada kondisi ini dapat dituliskan persamaan:

$$V_{CE(Cutoff)} = V_{CC} \quad (2)$$

Maka pada kondisi rangkaian di atas hanya mempunyai 2 keadaan tegangan keluaran: 0 atau +5V. Hal ini dapat digunakan untuk rangkaian digital, karena memiliki dua tingkatan keluaran: logika *low* atau logika *high*.

### Buzzer

*Buzzer* menggunakan lilitan dan kontaktor. Saat lilitan dialiri arus, maka akan timbul medan magnet. Medan magnet akan menarik kontaktor, sehingga kontaktor mengenai lempengan *metal* yang lain, sehingga menimbulkan suara. Pada saat yang sama kontaktor tidak menempel pada *metal contact*, sehingga arus yang mengalir ke lilitan terputus. Dengan terputusnya arus, maka lilitan tidak menghasilkan medan magnet, sehingga kontaktor kembali ke *metal contact*. Arus kembali mengalir ke lilitan, sehingga timbul medan magnet, dan kontaktor kembali tertarik ke lempengan *metal*. Hal ini terjadi terus menerus selama arus mengalir ke lilitan<sup>[6]</sup>. Gambar penampang *buzzer* disajikan pada Gambar 8.



Gambar 8. Penampang Buzzer

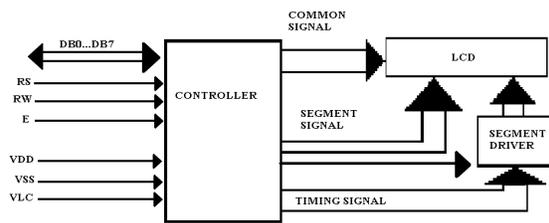
### LCD 2 x 16

*Liquid Crystal Display (LCD)* adalah suatu *display* dari bahan cairan kristal yang pengoperasiannya menggunakan *system dot matriks*. *LCD* banyak digunakan sebagai *display* dari alat-alat elektronik seperti kalkulator, multimeter digital, jam digital, dan sebagainya. *LCD* yang dipakai pada pembuatan sistem monitor dan pengontrol gas CO ini adalah 2 baris x 16 karakter tampilan<sup>[7,8]</sup>. Bentuk tampilan *LCD* disajikan pada Gambar 9.



Gambar 9. Bentuk Tampilan LCD

Adapun diagram blok *LCD* disajikan pada Gambar 10 sebagai berikut:



Gambar 10. Diagram Blok *LCD*

Fungsi terminal dari *LCD* disajikan pada Tabel 2 sebagai berikut:

Tabel 2. Dengan fungsi terminalnya sebagai berikut :

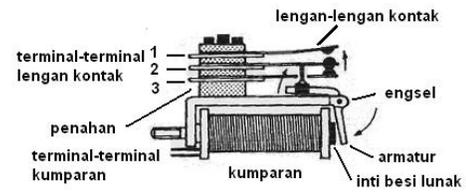
DB0..DB7	Sebagai <i>I/O</i> data
E	Sebagai input diaktifkan <i>HIGH</i> kemudian <i>LOW</i> untuk mengclock tiap satu data
R/W	Sebagai input
RS	Sebagai <i>input</i> , diaktifkan <i>LOW</i> 0 : register instruksi ( <i>write</i> ); <i>busy flag</i> dan <i>address counter</i> ( <i>read</i> ) 1 : data register ( <i>write and read</i> )
VLC	Sebagai pengatur ke-kontrasan dan terang gelapnya nyala lampu <i>LCD</i>
VDD	Sebagai terminal <i>power supply</i> (+5V)
VSS	Sebagai terminal <i>ground</i>

### Relay

*Relay* merupakan komponen elektromagnetik yang dapat mengubah posisi kontak-kontak saklar ketika komponen tersebut diberi sinyal *input*. Bentuk fisik *relay* dapat disajikan pada Gambar 11. *Relay* terdiri dari sebuah kumparan kawat, sebuah inti besi lunak, beberapa lengan kontak, dan armatur, seperti disajikan pada Gambar 12.



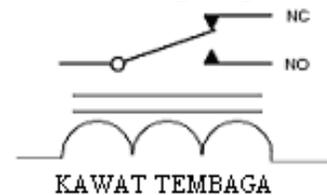
Gambar 11. Bentuk Fisik *Relay*



Gambar 12. Penampang *Relay*

Cara kerja dari komponen *relay* adalah ketika arus kontrol kecil mengalir pada kumparan, secara otomatis inti besi lunak akan dimagnetisasi, sehingga armatur akan ditarik oleh inti besi lunak yang telah dimagnetisasi. Gerakan armatur yang tertarik mengakibatkan posisi lengan kontak berubah, di mana antara lengan kontak 1, dan 2 yang terbuka akan menjadi tertutup, sedangkan kebalikannya lengan kontak 2, dan 3 yang tertutup akan menjadi terbuka, atau yang biasa disebut dengan *change over (CO)*.

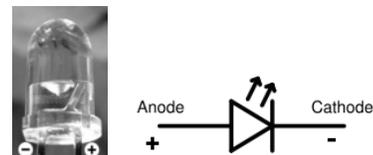
Gambar 13 menggambarkan *relay* saat arus tidak mengalir, sehingga lengan kontak akan terhubung dengan *NC*. Saat arus mengalir, maka lengan kontak akan terhubung dengan *NO*.



Gambar 13. Simbol Kontak *Relay Change Over* Dalam Keadaan Tidak Ada *Input*

### Light Emitting Diode (LED)

Dioda cahaya atau lebih dikenal dengan sebutan *LED (Light Emitting Diode)* adalah suatu semikonduktor yang memancarkan cahaya monokromatik. *LED superbright* warna merah terbuat mineral inorganik *Gallium arsenide/phosphide (GaAsP)*. Bentuk dan simbol *LED superbright* disajikan pada Gambar 14 sebagai berikut:

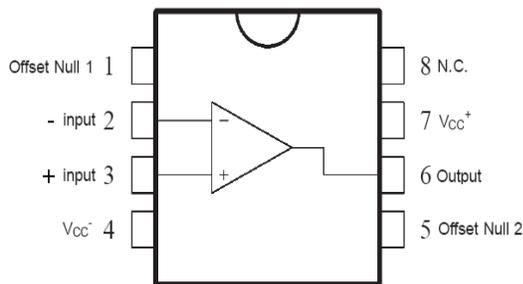


Gambar 14. Bentuk dan simbol *LED*

### IC Operational Amplifier

LF356N merupakan komponen elektronika yang di dalamnya terdapat 1 buah

op-amp, untuk dapat bekerja dibutuhkan catudaya antara 2 sampai 36 volt dengan arus  $\pm 0,8 \text{ mA}$ <sup>[9]</sup>. *Output* dari sensor gas CO akan dimasukkan ke dalam suatu rangkaian I ke V dengan menggunakan IC LF356. Rangkaian ini akan menguatkan sinyal secara *non inverting*, V ke I, *buzzer* yang digunakan untuk sensor gas CO sehingga dapat mendeteksi gas CO serta mengirim tegangan 0 sampai dengan 5 volt ke dalam mikrokontroler. Tingkat kepekaan dari sensor gas CO dapat diatur dengan mengatur nilai hambatan pada rangkaian I ke V, *amplifier non inverting* sesuai dengan kebutuhan<sup>[10]</sup>. Perangkat ini sangat mudah dikendalikan serta memberikan respon sinyal yang baik, dan mudah didapat di pasaran.

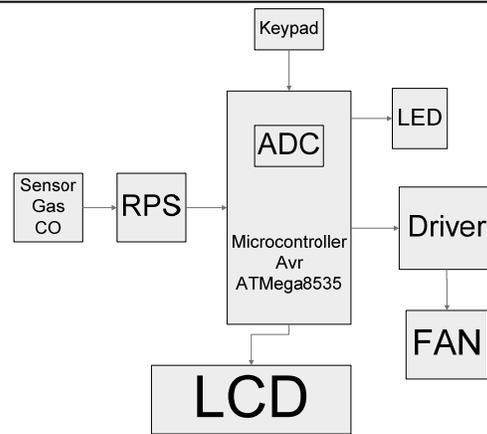


Gambar 15. Bentuk IC Op Amp LF356

## METODE PENELITIAN

### Perancangan Sistem

Alat sistem monitor dan pengontrol kadar gas CO di dalam ruangan ini menggunakan mikrokontroler AVR untuk mengendalikan kerja alat. Mikrokontroler digunakan untuk mengendalikan *driver* kipas, menyalakan *LED*, dan *buzzer*. Sensor pertama-tama akan mendeteksi gas CO, kemudian sensor akan memberikan *output* berupa arus yang kemudian diubah menjadi tegangan, dan dikuatkan oleh *amplifier non inverting*, setelah dikuatkan, maka akan masuk ke mikrokontroler AVR. Sedangkan untuk sensor gas CO pada ruangan lain akan mengalami tahap yang sama yaitu merubahnya menjadi tegangan, kemudian dikuatkan dan dirubah kembali menjadi arus, karena jika mengirim data tegangan, maka data tersebut menjadi kacau. Sedangkan untuk penerimanya digunakan V ke I kembali. Data yang telah dideteksi oleh sensor akan ditampilkan oleh *LCD*, sedangkan *keypad* berfungsi untuk mengeset standar kualitas udaranya<sup>[11]</sup>. Diagram blok sistem kerja alat disajikan pada Gambar 16.



Gambar 16. Diagram Blok Sistem Monitor dan Pengontrol kadar Gas CO dalam Ruangan

### Prinsip kerja alat monitor dan pengontrol kadar gas CO

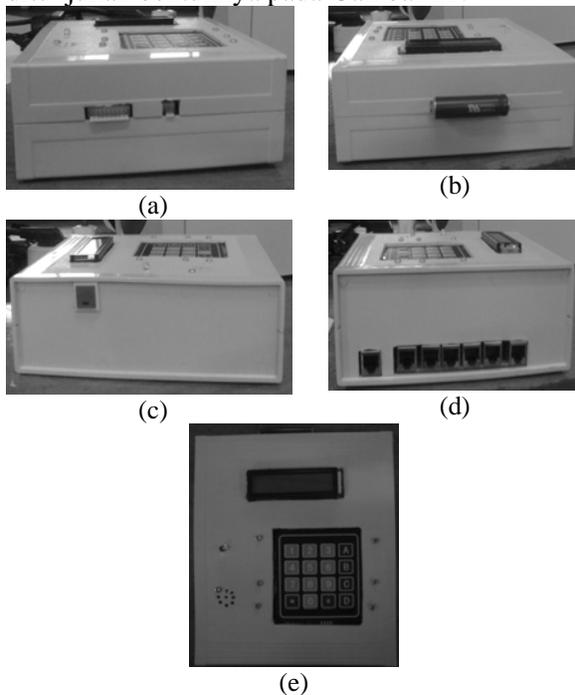
Ketika tombol *ON/OFF* ditekan, maka otomatis *power supply* akan memberikan tegangan serta arus kepada rangkaian. Sensor akan memberikan *output* berupa arus, *output* dari sensor tersebut akan diubah menjadi tegangan oleh *I to V converter*, karena *ADC* dari mikrokontroler mengenali tegangan, setelah melalui *I to V converter* maka, akan diperkuat tegangannya oleh *amplifier non inverting*. Setelah tegangannya sesuai yaitu berkisar 0-5 Volt, maka mikrokontroler *ADC* akan mengolah data yang berupa tegangan tersebut dan mikrokontroler akan menghitung angkanya dan menampilkannya ke *LCD*. Selanjutnya angka yang diproses oleh mikrokontroler akan ditampilkan ke *LCD*, dan dapat diset standar kadar *ppm* dari gas tersebut. Pengesetan *ppm* tersebut berkisar antara 0-9 *ppm*. Jika angka dari standar *ppm* tersebut telah ditetapkan, sedangkan angka hasil pengukurannya sama atau melebihinya, maka mikrokontroler akan memberikan sinyal *high* untuk menyalakan *buzzer* dan *LED*.

Untuk pengukuran jarak jauh digunakan komponen lebih banyak, karena *output*-nya tidak dapat berupa tegangan, karena tegangan mempunyai banyak masalah jika tegangan tersebut dikirim. Rangkaian untuk pengukuran jarak jauh digunakan *I to V converter* untuk mengubah *output* dari sensor yang semula arus menjadi tegangan. Untuk menguatkan tegangannya digunakan *amplifier non inverting*.

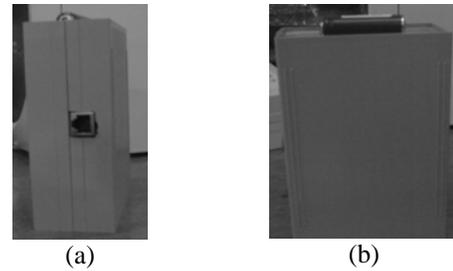
Untuk mengirimkan data digunakan arus, sehingga digunakan *V to I converter*. Untuk rangkaian penerimanya digunakan transformasi arus ke tegangan, dan diberi buffer agar tidak terkena hambatan dalam dari *ADC*.

### Perancangan Bentuk Kotak Alat

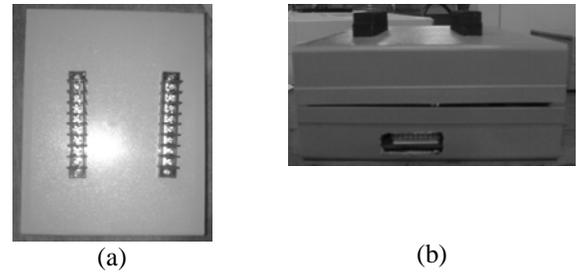
Sistem monitor dan pengontrol kadar CO dalam ruangan mengukur gas CO dalam ruangan dari dua buah sensor gas CO dengan tampilan *LCD*, dan *Buzzer* serta *LED* dalam satuan kadar *part per million (ppm)*. Alat ukur kadar gas CO ini memiliki ukuran panjang 20 cm, dan lebar 16,5 cm, dan tinggi 6,5 cm. Pada Gambar 17 disajikan bentuk sistem monitor dan pengontrol kadar gas CO dalam ruangan. Sedangkan untuk pendeteksi dengan jarak jauh mempunyai ukuran panjang 15 cm, lebar 9,7 cm, dan tinggi 5 cm. Pada gambar 18 dapat dilihat bentuk sistem monitor dan pengontrol kadar gas CO dalam ruangan untuk jarak jauh. Untuk *driver* yang digunakan mempunyai panjang 16,7 cm, lebar 13,2 cm, dan tinggi 5,8 cm yang disajikan pada Gambar 19. Untuk *power suplay* mempunyai ukuran panjang 15 cm, lebar 12 cm, dan tinggi 8,5 cm sebagaimana disajikan pada Gambar 20. Untuk ruangan yang digunakan sebagai simulasi ditunjukkan bentuknya pada Gambar 21.



**Gambar 17.** bentuk alat yang dibuat (a)Bawah, (b)Atas, (c)Kiri, (d)Kanan, (e)Depan



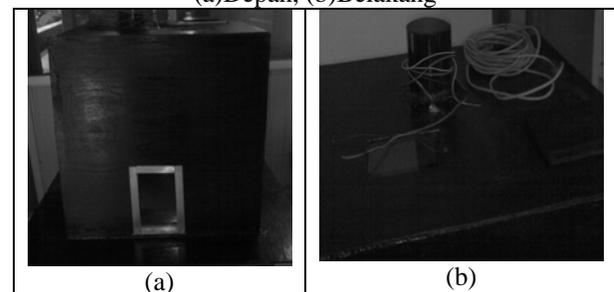
**Gambar 18.** bentuk alat yang dibuat (a)Kanan, (b)Depan



**Gambar 19.** bentuk alat yang dibuat (a)Depan, (b)Bawah



**Gambar 20.** bentuk alat yang dibuat (a)Depan, (b)Belakang



**Gambar 21.** bentuk alat yang dibuat (a)Depan, (b)Atas

### Perancangan Perangkat Keras

#### Perancangan Microkontroler AVR

Rangkaian mikrokontroler AVR ATmega32 berfungsi sebagai pengendali semua aktivitas dari sistem yang telah dirancang berdasarkan program yang telah dimasukkan ke dalam *ROM* pada mikrokontroler. Koneksi pin-

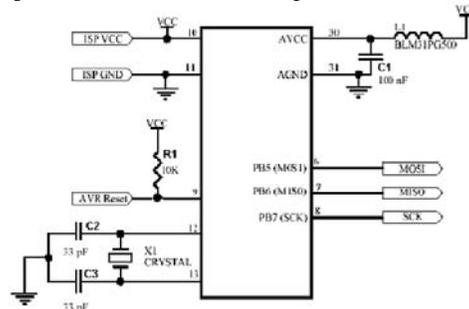
pin dari mikrokontroler AVR disajikan pada Tabel 3 sebagai berikut:

**Tabel 3.** Koneksi pin – pin AVR

Pin	Arah	Koneksi	Fungsi
PA.0	Input	RPS 1	Menerima Data
PA.1	Input	RPS 2	Menerima Data
PA.2	Input	RPS 3	Menerima Data
PA.3	Input	RPS 4	Menerima Data
PA.4	Input	RPS 5	Menerima Data
PA.5	Input	RPS 6	Menerima Data
PA.6	Input	RPS 7	Menerima Data
PA.7	Input	RPS 8	Menerima Data
PB.0	Output	LCD	Data input, Instruction input
PB.1	Output	LCD	Read, Write
PB.2	Output	LCD	Enable signal
PB.3	Output	Driver LED, Buzzer	Indikator
PB.4	Output	LCD	Data bus
PB.5	Output	LCD	Data bus
PB.6	Output	LCD	Data bus
PB.7	Output	LCD	Data bus
PC.0	Output	Keypad	Inisialisasi
PC.1	Output	Keypad	Inisialisasi
PC.2	Output	Keypad	Inisialisasi
PC.3	Output	Keypad	Inisialisasi
PC.4	Output	Keypad	Inisialisasi
PC.5	Output	Keypad	Inisialisasi
PC.6	Output	Keypad	Inisialisasi
PC.7	Output	Keypad	Inisialisasi
PD.1	Output	Driver	Menyalakan hardware
PD.2	Output	Driver	Menyalakan hardware
PD.3	Output	Driver	Menyalakan hardware
PD.4	Output	Driver	Menyalakan hardware
PD.5	Output	Driver	Menyalakan hardware
PD.6	Output	Driver	Menyalakan hardware
PD.7	Output	Driver	Menyalakan hardware

Bentuk dari rangkaian mikrokontroler AT89S51 dalam sistem sesuai dengan Tabel perencanaan yang mempunyai nilai kristal 4

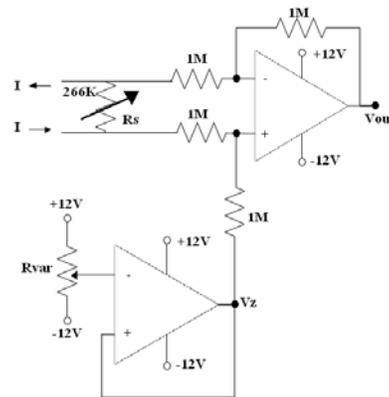
Mhz, dan kapasitor 30 pF dan rangkaian reset ditunjukkan secara skematis pada Gambar 22.



**Gambar 22.** Rangkaian minimum sistem mikrokontroler

**Perancangan I ke V**

Pada sistem monitor dan pengontrol kadar gas CO ini menggunakan I ke V, karena output dari sensor gas CO adalah arus agar hasilnya dapat dibaca oleh ADC mikrokontroler AVR, maka harus diubah menjadi tegangan supaya pengukuran dapat ditampilkan lewat LCD. Bentuk skematik dari I ke V disajikan pada Gambar 23 berikut.



**Gambar 23.** Rangkaian I ke V

Perhitungan untuk mendapatkan nilai  $R_s$  dilakukan melalui urutan persamaan sebagai berikut:

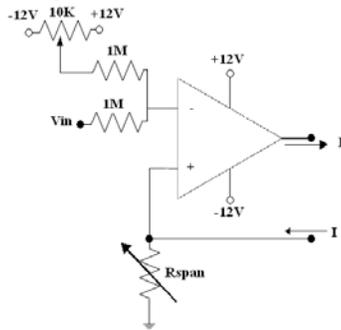
$$m = \frac{R_f}{R_i} \tag{3}$$

$$m = \frac{1M}{1M} = 1 \tag{4}$$

$$R_s = \frac{V_A - V_B}{I(I_A - I_B)} = \frac{0 - 0.1}{1(0 - 375 \times 10^{-9})} = 266K\Omega \tag{5}$$

### Perancangan V ke I

Pada sistem monitor dan pengontrol kadar gas CO ini menggunakan V ke I, karena harus dapat mengirim data dengan jarak yang jauh dan agar dapat mengirim data tanpa gangguan atau suara, maka tegangan harus diubah kembali menjadi arus. Bentuk skematik dari rangkaian V ke I disajikan pada Gambar 24 berikut.



Gambar 24. Rangkaian V ke I

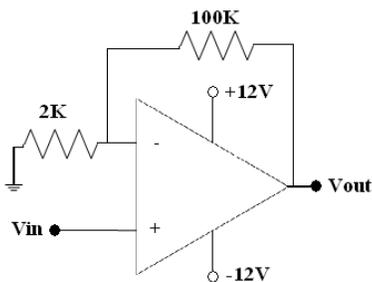
Perhitungan untuk mendapatkan nilai  $R_{span}$  dilakukan melalui urutan persamaan sebagai berikut:

$$R_{span} = \frac{V_A - V_B}{I(I_A - I_B)} \quad (6)$$

$$R_{span} = \frac{0 - 5}{2(0 - 5 \times 10^{-3})} = 0,5 K\Omega \quad (7)$$

### Perancangan Op Amp Non Inverting

Pada sistem monitor dan pengontrol kadar gas karbon monoksida ini digunakan Op Amp Non Inverting karena output arus yang telah diubah oleh rangkaian I ke V masih lemah, dan belum dapat terbaca oleh ADC dari mikrokontroler AVR dan masih harus dikuatkan kembali supaya dapat terbaca oleh ADC mikrokontroler. Bentuk skematik dari Op Amp Non Inverting disajikan pada Gambar 25. berikut.



Gambar 25. Rangkaian Op Amp Non Inverting

Perhitungan untuk mendapatkan nilai  $R_i$  dilakukan melalui urutan persamaan sebagai berikut:

$$V_{out} = \left(1 + \frac{R_f}{R_i}\right) V_{in} \quad (8)$$

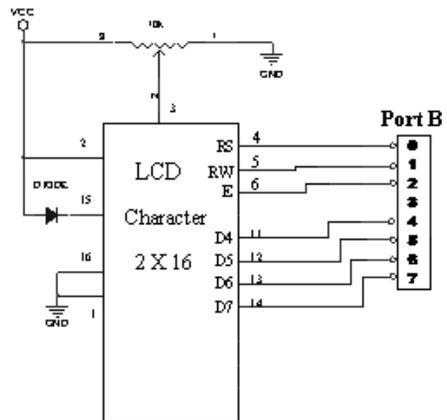
$$5 = \left(1 + \frac{100.000}{R_i}\right) 0,1 \quad (9)$$

$$R_i = 2040,81\Omega = 2 K\Omega \quad (10)$$

### Perancangan LCD (Liquid Crystal Display)

Liquid Crystal Display (LCD) yang digunakan pada pembuatan sistem monitor dan pengontrol kadar gas karbon monoksida ini adalah tipe 2 x 16 dot- matrix dengan 32 karakter, dan dua baris tampilan. LCD berfungsi untuk menampilkan hasil pembacaan kadar gas CO dalam satuan ppm, penetapan dari standar ppm, dan serta mengeset ruangan yang akan diberi sensor tersebut.

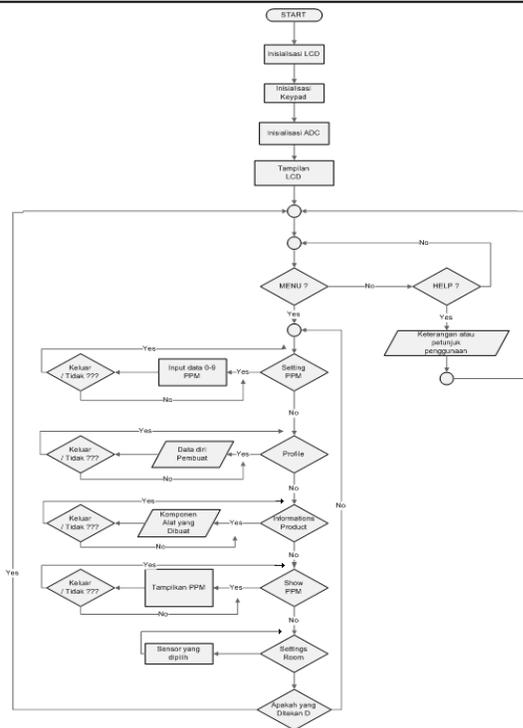
Resistor variabel 10KΩ di dalam rangkaian ini digunakan untuk mengatur kontras dari LCD. Dioda di dalam rangkaian ini digunakan sebagai penyearah tegangan yang masuk ke LCD. Rangkaian lengkap LCD yang dihubungkan pada mikrokontroler disajikan pada pada Gambar 26 berikut.



Gambar 26. Rangkaian LCD

### Perancangan Program

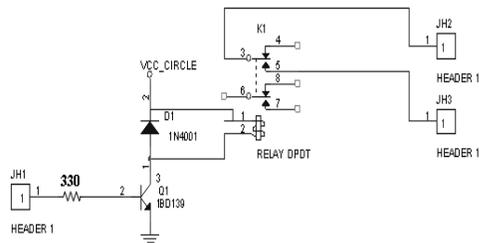
Perancangan program ini ini berisi pemrograman cara kerja alat dari pendeteksian sensor, tampilan pada LCD, dan driver-nya. Untuk memudahkan penulisan kondisi sensor dalam pembuatan diagram alir, berikut disajikan diagram alir pada Gambar 27.



Gambar 27. Diagram alir program kerja alat

**Perancangan Driver**

Driver kipas pada sistem monitor dan pengontrol kadar gas CO dalam ruangan menggunakan transistor sebagai kontrol udara dan relay untuk mengendalikan kipas atau exhaust, dalam hal ini terdapat 8 buah driver yang digunakan untuk mengontrol 8 buah kipas. Pada pengujiannya digunakan 1 buah kipas. Rangkaian driver kipas disajikan pada Gambar 28.



Gambar 28. Rangkaian Driver kipas

Perhitungan untuk mendapat nilai Resistor dilakukan melalui urutan persamaan berikut:

$$R = \frac{V_{cc} - V_L}{I} \quad (11)$$

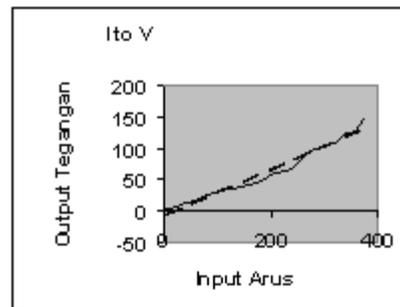
$$R = \frac{(5 - 1,85)Volt}{10mA} = 315\Omega \quad (12)$$

**HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN Pengukuran output I ke V**

Untuk mengetahui apakah rangkaian dapat bekerja dengan baik, maka dilakukan pengukuran yang menghubungkan input arus terhadap tegangan untuk berbagai nilai kadar gas CO sebagaimana disajikan pada Tabel 4 dan hubungan antara input arus terhadap tagangan sebagaimana disajikan pada Gambar 29 sebagai berikut:

Tabel 4. Hasil Pengukuran rangkaian I ke V

Kadar gas CO, ppm	Input Arus, nA	Output Tegangan, mV
1	3,75	3,5
5	18,75	7
10	37,5	13,2
15	56,25	16,7
20	75	24
25	93,75	30
30	112,5	35
35	131,25	37
40	150	40
45	168,75	45
50	187,5	50
55	206,25	60
60	225	65
65	243,75	70
70	262,5	90
75	281,25	100
80	300	105
85	318,75	110
90	337,5	123
95	356,25	130
100	375	150



Gambar 29. Kurva hubungan antara input arus (I) terhadap tegangan (V)

Dari pengukuran tegangan yang dihasilkan oleh rangkaian I ke V di atas dapat disimpulkan bahwa kurva yang diperoleh yang ditunjukkan oleh garis lurus nilainya mendekati garis linier atau tegangan yang dihasilkan cukup linier. Dengan spesifikasi input dengan kisaran 0-375 nA yang berasal dari sensor, rangkaian ini mampu mengkonversi menjadi tegangan dengan

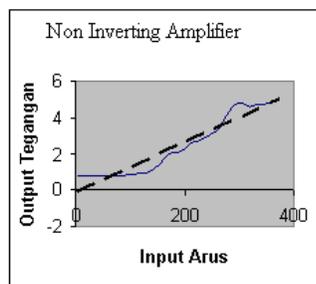
kisaran 0-150 mV sesuai dengan yang diinginkan.

**Pengukuran Output Op Amplifier Non Inverting**

Untuk mengetahui apakah rangkaian *amplifier* dapat bekerja dengan baik, maka dilakukan pengukuran yang menghubungkan antara *input* arus terhadap *output* tegangan untuk berbagai kadar gas CO sebagaimana disajikan pada Tabel 5 dan hubungan antara *input* arus terhadap tegangan sebagaimana disajikan pada Gambar 30 sebagai berikut:

**Tabel 5.** Hasil Pengukuran rangkaian amplifier

Kadar gas CO, ppm	Input Arus, nA	Output Tegangan, mV
1	3,75	0,765
5	18,75	0,775
10	37,5	0,779
15	56,25	0,782
20	75	0,798
25	93,75	0,807
30	112,5	0,879
35	131,25	0,99
40	150	1,38
45	168,75	1,96
50	187,5	2,10
55	206,25	2,50
60	225	2,69
65	243,75	3,03
70	262,5	3,41
75	281,25	4,35
80	300	4,79
85	318,75	4,61
90	337,5	4,75
95	356,25	4,79
100	375	5,02



**Gambar 30.** Kurva hubungan antara *input* arus (I) terhadap tegangan (V) untuk *Amplifier Non Inverting*

Dari pengukuran tegangan yang dihasilkan oleh rangkaian *amplifier non inverting* di atas dapat disimpulkan bahwa kurva yang diperoleh yang ditunjukkan oleh garis lurus

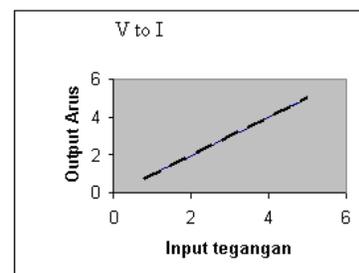
nilainya mendekati garis linier, atau penguatan tegangan yang dihasilkan cukup linier. Dengan spesifikasi *input* dengan kisaran 0-375nA yang berasal dari sensor, rangkaian ini mampu mengkonversi menjadi tegangan dengan kisaran 0-5V sesuai dengan yang diinginkan.

**Pengukuran Input V ke I**

Untuk mengetahui apakah rangkaian dapat bekerja dengan baik, maka dilakukan pengukuran yang menghubungkan antara *input* tegangan terhadap *output* arus untuk berbagai kadar gas CO sebagaimana disajikan pada Tabel 6 dan hubungan antara *input* tegangan terhadap output arus sebagaimana disajikan pada Gambar 31 sebagai berikut:

**Tabel 6.** Hasil Pengukuran rangkaian V ke I

Kadar gas CO, ppm	Input Tegangan, V	Output Arus, mA
1	0,765	0,765
5	0,775	0,775
10	0,779	0,779
15	0,782	0,782
20	0,798	0,798
25	0,807	0,807
30	0,879	0,879
35	0,99	0,99
40	1,38	1,38
45	1,96	1,96
50	2,10	2,10
55	2,50	2,50
60	2,69	2,69
65	3,03	3,03
70	3,41	3,41
75	4,35	4,35
80	4,79	4,79
85	4,61	4,61
90	4,75	4,75
95	4,79	4,79
100	5,02	5,02



**Gambar 31.** Kurva hubungan antara *input* V terhadap *output* I

Dari pengukuran tegangan yang dihasilkan oleh rangkaian V ke I di atas dapat disimpulkan bahwa kurva yang diperoleh

menunjukkan bahwa hasil yang diperoleh sesuai dengan nilai yang telah ditentukan, tegangan yang dihasilkan sangat linier. Dengan spesifikasi *input* tegangan dengan kisaran 0-5 V yang berasal dari sensor, rangkaian ini mampu mengkonversi menjadi arus dengan kisaran 0-5 mA sesuai dengan yang diinginkan.

### Pengukuran rangkaian *driver*

Untuk mengetahui apakah rangkaian dapat bekerja dengan baik, maka dilakukan pengukuran rangkaian *driver* sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 7 sebagai berikut:

**Tabel 7.** Hasil Pengukuran rangkaian *driver*

Port Mikro-kontroler	Kondisi	Tegangan Relay, V	Arus Relay, mA	Kondisi Kipas
PD.0	0	0	0	Off
PD.0	1	11,96	73,7	On
PD.1	0	0	0	Off
PD.1	1	11,96	73,7	On
PD.2	0	0	0	Off
PD.2	1	11,96	73,7	On
PD.3	0	0	0	Off
PD.3	1	11,96	73,7	On
PD.4	0	0	0	Off
PD.4	1	11,96	73,7	On
PD.5	0	0	0	Off
PD.5	1	11,96	73,7	On
PD.6	0	0	0	Off
PD.6	1	11,96	73,7	On
PD.7	0	0	0	Off
PD.7	1	11,96	73,7	On

Dari hasil pengukuran di atas dapat disimpulkan bahwa *driver* kipas dapat bekerja dengan baik.

### Pengukuran Arus yang Dibutuhkan Alat

Dari pengukuran pada alat yang telah dibuat, maka dapat disimpulkan bahwa besar arus pada alat adalah sebagai berikut:

- Besarnya arus  $+V_{CC}$  pada saat alat *stand by* adalah 0,19A
- Besarnya arus  $-V_{CC}$  pada saat alat *stand by* adalah 0,16A
- Besarnya arus  $+V_{CC}$  pada saat alat jarak jauh dipasang 1 adalah 0,23A
- Besarnya arus  $-V_{CC}$  pada saat alat jarak jauh dipasang 1 adalah 0,20A
- Besarnya arus  $+V_{CC}$  pada saat alat jarak jauh dipasang 2 adalah 0,27A
- Besarnya arus  $-V_{CC}$  pada saat alat jarak jauh dipasang 2 adalah 0,24A
- Besarnya arus  $+V_{CC}$  pada saat alat jarak jauh dipasang 3 adalah 0,31A
- Besarnya arus  $-V_{CC}$  pada saat alat jarak jauh dipasang 3 adalah 0,28A
- Besarnya arus  $+V_{CC}$  pada saat alat jarak jauh dipasang 4 adalah 0,35A
- Besarnya arus  $-V_{CC}$  pada saat alat jarak jauh dipasang 4 adalah 0,32A
- Besarnya arus  $+V_{CC}$  pada saat alat jarak jauh dipasang 5 adalah 0,39A
- Besarnya arus  $-V_{CC}$  pada saat alat jarak jauh dipasang 5 adalah 0,36A
- Besarnya arus  $+V_{CC}$  pada saat alat jarak jauh dipasang 6 adalah 0,43A
- Besarnya arus  $-V_{CC}$  pada saat alat jarak jauh dipasang 6 adalah 0,40A
- Besarnya arus  $+V_{CC}$  pada saat alat jarak jauh dipasang 7 adalah 0,47A
- Besarnya arus  $-V_{CC}$  pada saat alat jarak jauh dipasang 7 adalah 0,44A
- Besarnya arus  $+V_{CC}$  pada saat *relay* menyala 1 adalah 0,543A
- Besarnya arus  $-V_{CC}$  pada saat *relay* menyala 1 adalah 0,513A
- Besarnya arus  $+V_{CC}$  pada saat *relay* menyala 2 adalah 0,617A
- Besarnya arus  $-V_{CC}$  pada saat *relay* menyala 2 adalah 0,587A
- Besarnya arus  $+V_{CC}$  pada saat *relay* menyala 3 adalah 0,691A
- Besarnya arus  $-V_{CC}$  pada saat *relay* menyala 3 adalah 0,661A
- Besarnya arus  $+V_{CC}$  pada saat *relay* menyala 4 adalah 0,764A
- Besarnya arus  $-V_{CC}$  pada saat *relay* menyala 4 adalah 0,734A
- Besarnya arus  $+V_{CC}$  pada saat *relay* menyala 5 adalah 0,838A
- Besarnya arus  $-V_{CC}$  pada saat *relay* menyala 5 adalah 0,808A
- Besarnya arus  $+V_{CC}$  pada saat *relay* menyala 6 adalah 0,912A
- Besarnya arus  $-V_{CC}$  pada saat *relay* menyala 6 adalah 0,882A
- Besarnya arus  $+V_{CC}$  pada saat *relay* menyala 7 adalah 0,985A
- Besarnya arus  $-V_{CC}$  pada saat *relay* menyala 7 adalah 0,955A
- Besarnya arus  $+V_{CC}$  pada saat *relay* menyala 8 adalah 1,059A

- Besarnya arus -  $V_{CC}$  pada saat *relay* menyala 8 adalah 1,029A

Dari pengukuran arus yang dibutuhkan di atas dapat disimpulkan bahwa arus yang diperlukan alat adalah 1,059A untuk +  $V_{CC}$  dan 1,029A untuk -  $V_{CC}$ .

### Uji Coba alat dengan CO meter

Untuk mengetahui apakah rangkaian dapat bekerja dengan baik, maka dilakukan pengukuran kadar CO dalam asap yang berasal dari berbagai jenis mobil yang diukur dengan CO meter dibandingkan dengan CO yang diukur dengan alat yang dibuat sebagaimana disajikan pada Tabel 8 sebagai berikut:

**Tabel 8.** Uji coba alat dengan CO meter

Asap dari Jenis Mobil	Pengukuran kadar CO dengan CO meter, ppm	Pengukuran kadar CO dengan alat yang dibuat, ppm	Selisih, ppm
Kijang	16,57	17	0,43
Taruna	23,73	25	1,27
Avanza	15,23	15	0,23
Karimun	32,67	35	2,33
Stream	13,27	14	0,73
CR-V	17,77	19	1,23
Xenia	14,33	13	1,33
Rush	16,38	17	0,62
City	15,87	13	2,87
Vios	15,55	16	0,45
Avanza	13,25	14	0,75
Civic	12,78	13	0,22
BMW	19,24	20	0,76
Kijang	38,72	35	3,72
Mercy	45,89	43	2,89
Jumlah			19,06

Rata-rata kesalahan pengukuran =  $19,08/15 = 1,272$  ppm dan persen kesalahan =  $1,272/100 \times 100\% = 1,272\%$ . Ketidak akuratan pengukuran disebabkan karena kendala-kendala berikut:

1. Ruangan yang digunakan kurang tertutup.
2. Peletakan sensor yang kurang tepat.

### KESIMPULAN

Dari hasil perancangan, pembuatan, pengujian, dan pengukuran yang telah dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Alat pendeteksi gas CO dapat membantu manusia agar lebih waspada atas bahaya polusi udara, karena gas merupakan benda yang tidak dapat terlihat.

2. Pada alat sistem monitor dan pengontrol gas CO dalam ruangan dapat membantu manusia agar dapat mengetahui seberapa besar gas CO dalam satuan ppm.
3. Pada sistem monitor dan pengontrol gas CO dalam ruangan dilengkapi dengan *driver*, sehingga dapat dihubungkan dengan kipas yang dapat membuang serta menstabilkan gas CO dalam ruangan. Dan dilengkapi pula dengan peringatan atau tanda bahaya berupa *LED* sebagai visual, serta *buzzer* sebagai audionya.
4. Pada sistem monitor dan pengontrol Gas CO dalam ruangan terdapat beberapa sensor yang dapat diletakkan di tempat lain atau dapat diletakkan di beberapa ruangan.
5. Sistem monitor dan pengontrol gas CO yang telah dibuat memberikan kesalahan pengukuran sebesar 1,272 ppm.

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anonim, *Sensor Gas CO Figaro TGS5042*, [www.figarosensor.com/](http://www.figarosensor.com/), diakses 1 Desember 2007
- [2] Anonim, *Sensor Gas CO Figaro TGS5042*, [http://www.digi-ware.com/dw.php?p=search\\_result](http://www.digi-ware.com/dw.php?p=search_result), diakses 1 Nopember 2007
- [3] Anonim, *CO detection gas DataSheet*, Figaro, [www.figarosensor.com/](http://www.figarosensor.com/), diakses 1 Desember 2007
- [4] Anonim, *Microcontroller ATmega32 DataSheet*, Atmel
- [5] Anonim, *Transistor As a Switch*, [http://www.allaboutcircuits.com/vol\\_3/chpt\\_4/2.html](http://www.allaboutcircuits.com/vol_3/chpt_4/2.html), diakses Nopember 2007
- [6] Anonim, *Buzzer*, <http://home.howstuffworks.com/doorbell2.htm>, diakses 1 Nopember 2007
- [7] China Optotech, *LMB162A 16 x 2 Character Liquid Crystal Display Modul Datasheet*
- [8] Anonim, *Liquid Crystal Display* [www.eltech.co.id](http://www.eltech.co.id), diakses 1 Juli 2007
- [9] Pryde, L.T., *An Introduction to Environmental Chemistry*, hlm. 155-164, 1973
- [10] Anonim, *Operational Amplifier DataSheet*, Motorola
- [11] Anonim, *Standar Gas CO Untuk Kesehatan Manusia*, <http://io.ppi-jepang.org/article.php?id=111>, diakses 2 Januari 2007