

**ALAT MONITORING KADAR GAS CO DAN  
PENGAMANAN PENGENDARA DI DALAM KABIN  
MOBIL**

**SKRIPSI**

*Diajukan Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik*



**DISUSUN OLEH :  
JAKFARIADY  
0210630068**

**DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
FAKULTAS TEKNIK  
MALANG**

**2009**



## PENGANTAR

*Alhamdulillah*, segala puji hanya bagi Allah SWT yang telah memberikan rahmat-Nya sehingga Penulis bisa menyelesaikan penulisan skripsi dengan judul “**Alat Monitoring Kadar Gas CO dan Pengamanan Pengendara di Dalam Kabin Mobil**” ini. Tidak lupa, Penulis sampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penulisan skripsi ini, baik berupa bantuan ide, bimbingan, referensi, materi, administrasi, dan dukungan semangat, antara lain kepada:

1. Ir. Heru Nurwarsito, MKom selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro dan Rudy Yuwono, ST., M.Sc selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Brawijaya
2. Ir. M. Julius St., MS selaku Ketua Studi Konsentrasi Elektronika Teknik Elektro Universitas Brawijaya
3. Panca Mudjirahardjo, ST., MT. selaku pembimbing pertama dan Moch. Rif'an, ST., MT selaku pembimbing kedua
4. Bapak dan Ibu, serta keluarga tercinta yang telah memberikan dukungan yang tak ternilai
5. Teman – teman, terutama Dwi Oktavianto W. N.,ST., Agoes K., ST., dan rekan – rekan yang telah banyak memberikan bantuan moril dan materiil
6. Dan semua pihak-pihak yang tidak bisa disebutkan satu – persatu

Semoga skripsi ini bermanfaat, baik bagi Penulis maupun bagi Pembaca. Saran dan kritik yang membangun akan Penulis terima dengan kerendahan hati.

Malang, Agustus 2009

Penulis

DAFTAR ISI

<a href="#">PENGANTAR.....</a>	<a href="#">i</a>
<a href="#">DAFTAR ISI.....</a>	<a href="#">ii</a>
<a href="#">DAFTAR GAMBAR.....</a>	<a href="#">iv</a>
<a href="#">DAFTAR TABEL.....</a>	<a href="#">v</a>
<a href="#">DAFTAR LAMPIRAN.....</a>	<a href="#">vi</a>
<a href="#">ABSTRAK.....</a>	<a href="#">vii</a>
<a href="#">1 PENDAHULUAN.....</a>	<a href="#">1</a>
<a href="#">1.1. Latar Belakang.....</a>	<a href="#">1</a>
<a href="#">1.2. Rumusan Masalah.....</a>	<a href="#">2</a>
<a href="#">1.3. Ruang Lingkup.....</a>	<a href="#">2</a>
<a href="#">1.4. Tujuan.....</a>	<a href="#">3</a>
<a href="#">1.5. Sistematika Penulisan.....</a>	<a href="#">3</a>
<a href="#">2 TINJAUAN PUSTAKA.....</a>	<a href="#">4</a>
<a href="#">2.1. Gas CO.....</a>	<a href="#">4</a>
<a href="#">2.1.1. Sumber Gas CO di Udara.....</a>	<a href="#">4</a>
<a href="#">2.1.2. Dampak Gas CO terhadap Manusia.....</a>	<a href="#">5</a>
<a href="#">2.2. Sensor Gas CO.....</a>	<a href="#">8</a>
<a href="#">2.3. Penguat Operasional.....</a>	<a href="#">10</a>
<a href="#">2.3.1. Karakteristik Penguat Operasional.....</a>	<a href="#">10</a>
<a href="#">2.3.2. Rangkaian Penyangga.....</a>	<a href="#">10</a>
<a href="#">2.4. Mikrokontroler ATmega8.....</a>	<a href="#">11</a>
<a href="#">2.4.1. Arsitektur AVR.....</a>	<a href="#">11</a>
<a href="#">2.4.2. Periperal.....</a>	<a href="#">13</a>
<a href="#">2.4.3. ADC.....</a>	<a href="#">14</a>
<a href="#">2.4.4. EPROM.....</a>	<a href="#">16</a>
<a href="#">2.5. LCD.....</a>	<a href="#">18</a>
<a href="#">2.6. Transistor.....</a>	<a href="#">18</a>
<a href="#">2.6.1. Transistor dalam Kondisi Terbuka.....</a>	<a href="#">19</a>
<a href="#">2.6.2. Transistor dalam Kondisi Tertutup.....</a>	<a href="#">19</a>
<a href="#">2.7. Relai.....</a>	<a href="#">19</a>
<a href="#">2.8. Buzzer.....</a>	<a href="#">20</a>



<u>3 METODOLOGI.....</u>	<u>21</u>
<u>3.1. Studi Literatur.....</u>	<u>21</u>
<u>3.2. Perancangan Alat.....</u>	<u>21</u>
<u>3.3. Pembuatan Alat.....</u>	<u>21</u>
<u>3.4. Pengujian Alat.....</u>	<u>22</u>
<u>3.5. Pengambilan Kesimpulan.....</u>	<u>22</u>
<u>4 PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT.....</u>	<u>23</u>
<u>4.1. Spesifikasi Alat.....</u>	<u>23</u>
<u>4.2. Gambaran Umum.....</u>	<u>24</u>
<u>4.3. Perancangan Rangkaian Sensor.....</u>	<u>24</u>
<u>4.4. Perancangan Rangkaian Pengkondisi Sinyal.....</u>	<u>26</u>
<u>4.5. Perancangan Sistem Mikrokontroler ATmega8.....</u>	<u>27</u>
<u>4.6. Perancangan ADC.....</u>	<u>28</u>
<u>4.7. Perancangan Rangkaian Antarmuka Modul LCD.....</u>	<u>29</u>
<u>4.8. Perancangan Driver Relai untuk Sistem Sirkulasi Udara dan Motor Kaca Pintu Mobil.....</u>	<u>29</u>
<u>4.9. Perancangan Driver Buzzer.....</u>	<u>31</u>
<u>4.10. Perancangan Perangkat Lunak.....</u>	<u>32</u>
<u>4.10.1. Perangkat Lunak Program Utama.....</u>	<u>32</u>
<u>4.10.2. Perangkat Lunak Global Interrupt.....</u>	<u>33</u>
<u>4.10.3. Perangkat Lunak Baca Data ADC.....</u>	<u>34</u>
<u>4.10.4. Perangkat Lunak Cek Status Gas.....</u>	<u>35</u>
<u>4.10.5. Perangkat Lunak Proses Kontrol.....</u>	<u>37</u>
<u>5 PENGUJIAN DAN ANALISIS.....</u>	<u>38</u>
<u>5.1. Pengujian Sensor.....</u>	<u>38</u>
<u>5.2. Pengujian ADC Pada AVR ATmega8.....</u>	<u>39</u>
<u>5.3. Pengujian Display.....</u>	<u>40</u>
<u>5.4. Pengujian Rangkaian Driver Relay.....</u>	<u>41</u>
<u>5.5. Pengujian Keseluruhan.....</u>	<u>42</u>
<u>6 KESIMPULAN DAN SARAN.....</u>	<u>45</u>
<u>6.1. Kesimpulan.....</u>	<u>45</u>
<u>6.2. Saran.....</u>	<u>45</u>

**DAFTAR PUSTAKA**

**LAMPIRAN**

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Grafik Pengaruh aktivitas fisik dan waktu terhadap konsentrasi COHb di dalam darah.....	7
Gambar 2.2 Sensor TGS2104.....	8
Gambar 2.3 Rangkaian ekivalen TGS2104.....	9
Gambar 2.4 Grafik Karakteristik Sensitifitas Sensor TGS2104.....	9
Gambar 2.5 Simbol Penguat Operasional.....	10
Gambar 2.6 Rangkaian Penguat Penyangga.....	11
Gambar 2.7 Arsitektur AVR.....	12
Gambar 2.8 Peta Memori AVR.....	13
Gambar 2.9 Blok Diagram ADC.....	14
Gambar 2.10 EEPROM Address Register.....	16
Gambar 2.11 EEPROM Data Register.....	16
Gambar 2.12 EEPROM Control Register.....	17
Gambar 2.13 Pengkabelan antara LCD dengan Mikrokontroler.....	18
Gambar 2.14 Gambar fisik relai.....	20
Gambar 4.15 Blok Diagram Alat.....	24
Gambar 4.16 Rangkaian Perancangan Sensor Gas TGS2104.....	25
Gambar 4.17 Blok Diagram Pengujian Sensor.....	26
Gambar 4.18 Rangkaian Pengkondisi Sinyal.....	27
Gambar 4.19 Rangkaian Sistem Mikrokontroler ATmega8.....	27
Gambar 4.20 Rangkaian Antarmuka Modul LCD.....	29
Gambar 4.21 Rangkaian Driver Otomatis Sistem Sirkulasi dan Motor kaca Pintu Mobil	30
Gambar 4.22 Rangkaian Buzzer.....	31
Gambar 4.23 Diagram Alir Program Utama.....	33
Gambar 4.24 Diagram Alir Program Subroutine Global Interrupt.....	34
Gambar 4.25 Diagram Alir Program Subroutine Baca Data ADC.....	35
Gambar 4.26 Diagram Alir Program Subroutine Cek Status Gas.....	36
Gambar 4.27 Diagram Alir Program Subroutine Proses Kontrol.....	37
Gambar 5.28 Grafik Pengujian Sensor Gas CO.....	39
Gambar 5.29 Blok diagram rangkaian pengujian ADC.....	39
Gambar 5.30 Blok diagram rangkaian pengujian LCD.....	41
Gambar 5.31 Hasil Pengujian LCD.....	41

Gambar 5.32 Blok Diagram Pengujian Driver Relay.....41

### DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Tanda dan Gejala Utama dari Kadar COHb terhadap Manusia.....6

Tabel 2.2 Konsentrasi ekuilibrium COHb saat konsentrasi CO dibawah 100 ppm.....7

Tabel 4.3 Hasil Pengujian Sensor TGS2104.....26

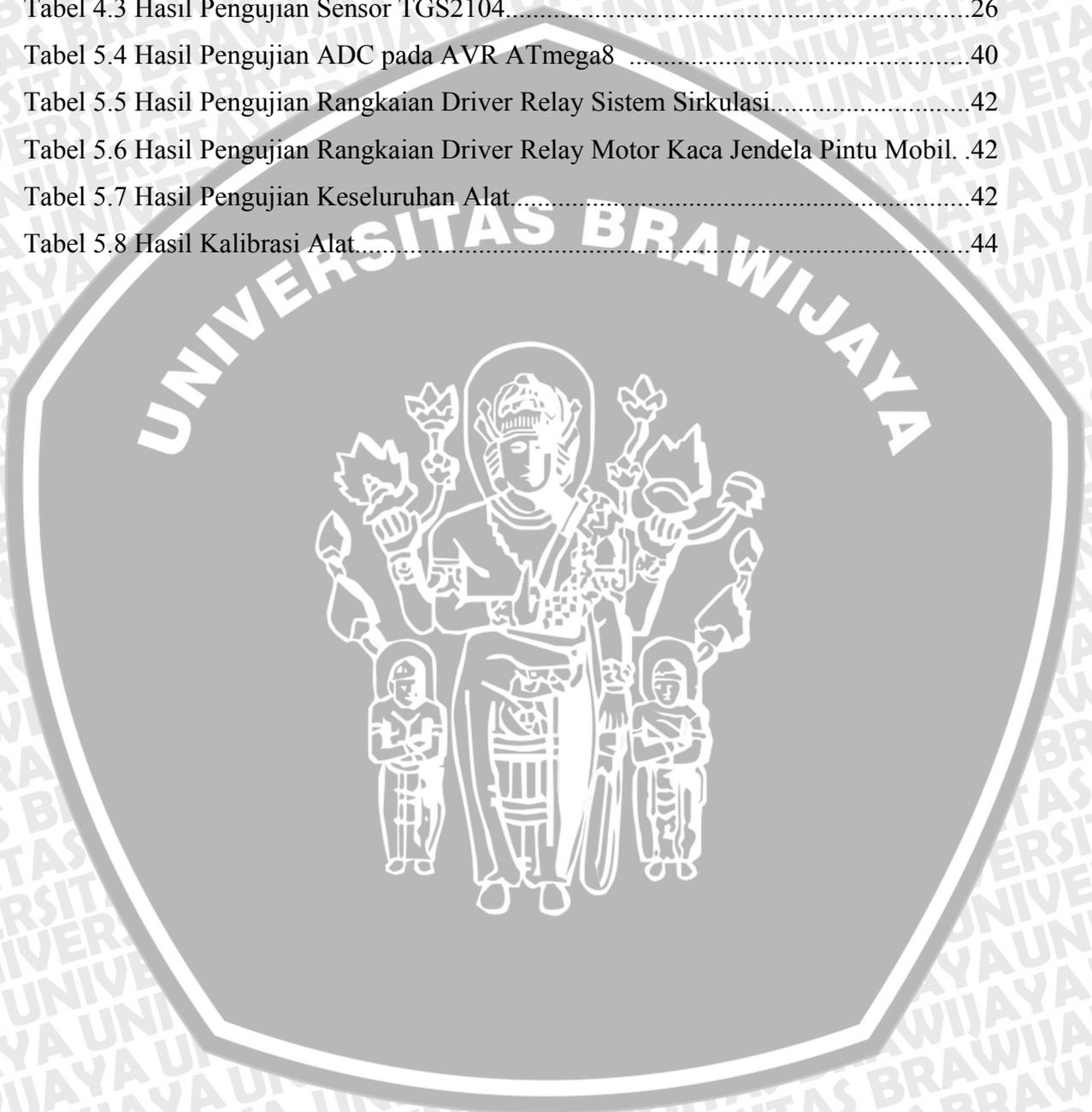
Tabel 5.4 Hasil Pengujian ADC pada AVR ATmega8 .....40

Tabel 5.5 Hasil Pengujian Rangkaian Driver Relay Sistem Sirkulasi.....42

Tabel 5.6 Hasil Pengujian Rangkaian Driver Relay Motor Kaca Jendela Pintu Mobil. 42

Tabel 5.7 Hasil Pengujian Keseluruhan Alat.....42

Tabel 5.8 Hasil Kalibrasi Alat.....44



## DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran I : Skema Rangkaian
- Lampiran II : Listing Program
- Lampiran III : Foto Percobaan dan Alat
- Lampiran IV : *Datasheet*



**ABSTRAK**

**Jakfariady, Jurusan Elektro Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Agustus 2009, Alat Monitoring Kadar Gas CO dan Pengamanan Pengendara di Dalam Kabin Mobil**

**Dosen Pembimbing: Panca Mudjirahardjo, ST., MT. dan Moch. Rif'an, ST., MT.**

Karbon Monoksida (CO) adalah gas yang tidak berbau, tidak berwarna dan tidak berasa. Gas ini terbentuk dari proses pembakaran yang tidak sempurna pada motor dengan bahan bakar bensin. Pada konsentrasi yang relatif rendah kontak manusia dengan gas CO dapat mengakibatkan gangguan kesehatan sedangkan pada kondisi tinggi akan menyebabkan kematian. Oleh karena itu dibutuhkan suatu alat untuk membantu mendeteksi adanya kandungan gas CO yang berlebih, terutama di dalam kabin mobil ber-AC yang merupakan ruangan tertutup dan ada kemungkinan terjadi kebocoran gas CO masuk ke dalam kabin mobil.

Alat ini tersusun atas mikrokontroler Atmega8, sensor gas TGS2104, LCD, buzzer dan driver relay untuk mengubah mode sirkulasi udara di dalam kabin mobil. Sebelum digunakan, jalur yang dipergunakan harus diaktifkan dulu, rangkaian sensor yang digunakan juga harus dihubungkan dengan alat. Atmega8 membaca data serta mengolah data tersebut untuk menentukan langkah selanjutnya apabila terdeteksi adanya kandungan gas CO berlebih di dalam kabin mobil.

Dari hasil pengujian diperoleh bahwa alat dapat mendeteksi kadar gas CO dari 0-200 ppm, menampilkannya di LCD, memberi peringatan melalui buzzer dan mengaktifkan driver relai untuk mengubah mode sirkulasi serta membuka kaca jendela mobil.

**Kata kunci: gas CO, sensor, pengamanan**

# B A B I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Gas CO, Nox, HC dan CO<sub>2</sub> dari corong gas buang (knalpot) selama ini diyakini sebagai penyebab berbagai penyakit. Misalnya, menurunnya daya tahan tubuh, bertambahnya penyakit menular, meningkatnya penyakit mata seperti katarak dan kebutaan, serta kanker kulit. Akibat lain dari gas tersebut, terutama CO dapat menyebabkan kematian.

Emisi gas buang mobil bensin, CO, merupakan gas yang sangat membahayakan kesehatan manusia. Tak jarang karena kurang hati-hati bisa berakibat fatal. Bisa merenggut jiwa anggota keluarga. Beberapa kasus kematian akibat gas CO telah sering diberitakan, seperti salah satu kejadian yang membawa korban adalah ditemukannya 4 orang meninggal dunia di dalam mobil mercedez type E-300 yang diparkir di pinggir jalan Kuningan, Jawa Barat. (Surabaya Pagi, 2007). Mobil ditemukan dalam keadaan mati karena kehabisan bensin sementara stop kontak dalam posisi hidup dan alat pendingin (AC) juga dalam posisi hidup. Peristiwa serupa juga terjadi pada sepasang kekasih yang ditemukan tewas di dalam mobil Kijang Inova B 8636 YQ, yang terparkir menyala di Pantai Karnaval, Taman Impian Jaya Ancol, Jakarta Utara. Korban ditemukan oleh petugas kebersihan di dalam mobil yang masih dalam keadaan menyala dengan seluruh jendela mobil tertutup. (DetikNews.com, 2008). Hampir dapat dipastikan penyebab kematian tersebut adalah karena korban menghirup gas CO yang berasal dari hasil pembakaran yang tidak sempurna mesin dan masuk ke dalam kabin mobil.

Fakta-fakta tersebut menunjukkan betapa berbahayanya gas karbon monoksida bila terhirup oleh manusia, apalagi dihirup dalam ruangan tertutup dan sempit seperti di dalam kabin mobil. Lebih berbahaya lagi apabila saat terjadi kebocoran, mobil dalam keadaan berhenti, karena saat mobil dalam keadaan berhenti tidak ada sirkulasi udara seperti saat mobil dalam keadaan berjalan. (SuryaOnline.com, 2008)

Gas karbon monoksida yang masuk kedalam paru-paru memang dapat mematikan, celakanya gas ini tidak berbau dan tidak berwarna, sehingga keberadaan

karbon monoksida sulit dideteksi oleh indra manusia, yang apabila terhirup dalam kadar tertentu dapat membuat lemas hingga menimbulkan kematian.

Berdasarkan beberapa peristiwa yang menimbulkan korban jiwa tersebut diatas, penulis menyimpulkan bahwa kematian korban terjadi karena kelalaian manusia. Hal ini menjadi pertimbangan penulis untuk membuat suatu sistem yang dapat mendeteksi adanya kebocoran gas CO dalam kabin mobil serta cara penanggulangannya untuk menghindarkan keadaan yang tidak diinginkan.

### 1.2. Rumusan Masalah

Dari latar belakang tersebut dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut:

- a. Bagaimana mendeteksi adanya kebocoran gas CO di dalam kabin mobil.
- b. Bagaimana menampilkan kadar gas CO di dalam kabin mobil pada LCD.
- c. Bagaimana membuat pemberi peringatan jika terjadi kebocoran gas CO di dalam kabin mobil.
- d. Bagaimana membuat udara dapat bersirkulasi saat terjadi kebocoran gas CO di dalam kabin mobil agar kadar gas CO tidak semakin tinggi.
- e. Bagaimana menyusun perangkat lunak untuk mengintegrasikan permasalahan diatas agar dapat berjalan terpadu.

### 1.3. Ruang Lingkup

Dalam pembuatan skripsi ini, penulis menentukan batasan-batasan masalah yang akan disajikan agar dalam penyajian skripsi ini tidak terlalu menyimpang dari topik. Dalam penulisan skripsi, penulis membatasi beberapa masalah antara lain:

- a. Gas utama yang dideteksi adalah gas CO, adanya kemungkinan gas lain dalam skripsi ini diabaikan.
- b. Alat monitoring kadar gas CO dan ruang pengujiannya dalam skripsi ini dirancang dalam bentuk prototype.
- c. Masalah perangkat keras yang meliputi sensor gas CO TGS2104, Mikrokontroler sebagai pengolah data, buffer, buzzer, relai dan transistor sebagai saklar.
- d. Masalah perangkat lunak yang meliputi diagram alur dan program.
- e. Alat ini dipakai pada mobil ber-AC.
- f. Tidak membahas catu daya yang digunakan.

#### 1.4. Tujuan

Tujuan penyusunan skripsi ini adalah merancang dan membuat alat monitoring kadar gas CO dan pengamanan pengemudi di dalam kabin mobil yang bisa menampilkan kadar gas CO, memberi tanda peringatan dan meng sirkulasi udara untuk mengurangi kadar gas CO apabila terjadi kenaikan gas.

#### 1.5. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan yang digunakan dalam penyusunan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

##### **BAB I Pendahuluan**

Memuat tentang latar belakang permasalahan, rumusan masalah, ruang lingkup pembahasan, tujuan penulisan, serta sistematika penulisan.

##### **Bab II Tinjauan Pustaka**

Membahas teori-teori dasar dari beberapa piranti dan metode yang digunakan dalam menunjang perancangan dan pembuatan alat.

##### **BAB III Metode Penelitian**

Menjelaskan tahap-tahap dan metode yang dilakukan dalam perencanaan, pembuatan sampai dengan pengujian alat.

##### **BAB IV Perancangan dan Pembuatan**

Memuat spesifikasi, diagram blok, prinsip kerja, perancangan dan pembuatan alat.

##### **BAB V Hasil dan Pembahasan**

Memuat hasil pengujian alat dan analisis terhadap data hasil pengujian dengan menggunakan teori yang ada.

##### **BAB VI Kesimpulan dan Saran**

Memuat kesimpulan dan saran-saran untuk pengembangan lebih lanjut.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. Gas CO

Gas karbon monoksida merupakan salah satu komponen gas yang terdapat di udara, berikut ini akan diuraikan beberapa hal tentang gas CO.

##### 2.1.1. Sumber Gas CO di Udara

Karbon Monoksida (CO) adalah suatu komponen yang tidak berwarna, tidak berbau dan tidak mempunyai rasa yang terdapat dalam bentuk gas pada suhu di atas  $-192^{\circ}\text{C}$ . Gas CO mempunyai berat 96,5% dari berat air dan tidak larut di dalam air. Karbon monoksida yang terdapat di alam terbentuk dari salah satu proses sebagai berikut:

- 1) Pembakaran tidak lengkap terhadap karbon atau komponen yang mengandung karbon.
- 2) Reaksi antara karbon dioksida dan komponen yang mengandung karbon pada suhu tinggi.
- 3) Pada suhu tinggi, karbon dioksida terurai menjadi karbon monoksida dan O.

Oksidasi tidak lengkap terhadap karbon atau komponen yang mengandung karbon terjadi jika jumlah oksigen yang tersedia kurang dari jumlah yang dibutuhkan untuk pembakaran sempurna dimana dihasilkan karbon dioksida. Pembentukan karbon monoksida hanya terjadi jika reaktan yang ada terdiri dari karbon dan oksigen murni. Jika yang terjadi adalah pembakaran komponen yang mengandung karbon di udara, prosesnya lebih kompleks dan terdiri dari beberapa tahap reaksi. Beberapa reaksi tersebut telah dipelajari dan diketahui.

Secara sederhana pembakaran karbon dalam minyak bakar terjadi melalui beberapa tahap sebagai berikut:



Reaksi pertama berlangsung 10 kali lebih cepat daripada reaksi kedua, oleh karena itu CO merupakan intermediat pada reaksi pembakaran tersebut dan dapat merupakan produk akhir jika jumlah  $\text{O}_2$  tidak cukup untuk melangsungkan reaksi kedua. CO juga dapat merupakan produk akhir meskipun jumlah oksigen di dalam campuran

pembakaran cukup, tetapi antara minyak bakar dan udara tidak tercampur rata. Pencampuran yang tidak rata antara minyak bakar dengan udara menghasilkan beberapa tempat atau area yang kekurangan oksigen. Semakin rendah perbandingan antara udara dengan minyak bakar, semakin tinggi jumlah karbon monoksida yang dihasilkan.

Reaksi antara karbon dioksida dan komponen yang mengandung karbon pada suhu tinggi dapat menghasilkan karbon monoksida dengan reaksi sebagai berikut:



Reaksi ini sering terjadi pada suhu tinggi yang umum terdapat pada industri-industri, misalnya pada pembakaran di dalam furnis. CO yang diproduksi dengan cara ini mempunyai keuntungan dan diperlukan pada beberapa proses, misalnya pada furnis cepat (*blast furnace*), dimana CO bertindak sebagai komponen pereduksi dalam produksi besi dari besi oksida.

Pada kondisi di mana jumlah oksigen cukup untuk melakukan pembakaran lengkap terhadap karbon kadang-kadang terbentuk juga CO. Keadaan ini disebabkan karbon kadang-kadang terbentuk juga CO. Keadaan ini disebabkan pada suhu tinggi CO<sub>2</sub> akan terdisosiasi menjadi CO dan O. Karbon dioksida dan CO terdapat pada keadaan ekuilibrium pada suhu tinggi dengan reaksi sebagai berikut:



Suhu tinggi merangsang pembentukan CO dan O. Sebagai contoh, pada suhu 2495° C sebanyak 5% CO<sub>2</sub> terdisosiasi menjadi CO dan O. Jika campuran ekuilibrium pada suhu tinggi tiba-tiba didinginkan, CO akan tetap berada dalam campuran yang telah didinginkan tersebut karena dibutuhkan waktu yang lama untuk mencapai ekuilibrium yang baru pada suhu rendah.

### 2.1.2. Dampak Gas CO terhadap Manusia

Telah lama diketahui bahwa kontak antara manusia dengan CO pada konsentrasi tinggi dapat menyebabkan kematian. Tetapi ternyata kontak dengan CO pada konsentrasi yang relatif rendah (<100 ppm) juga dapat mengganggu kesehatan. Hal ini penting untuk diketahui terutama dalam hubungannya dengan masalah lingkungan karena konsentrasi CO di udara pada umumnya memang kurang dari 100 ppm.

Pengaruh beracun CO terhadap tubuh terutama disebabkan oleh reaksi antara CO dengan hemoglobin (Hb) di dalam darah. Hemoglobin di dalam darah secara normal berfungsi dalam sistem transpor untuk membawa oksigen dalam bentuk oksihemoglobin (O<sub>2</sub>Hb) dari paru-paru ke sel-sel tubuh, dan membawa CO<sub>2</sub> dalam bentuk CO<sub>2</sub>Hb dari

sel-sel tubuh ke paru-paru. Dengan adanya CO, hemoglobin dapat membentuk karboksihemoglobin (COHb). Jika reaksi demikian terjadi, maka kemampuan darah untuk mentranspor oksigen menjadi berkurang. Afinitas CO terhadap hemoglobin adalah 200 kali lebih tinggi daripada afinitas oksigen terhadap hemoglobin, akibatnya jika CO dan O<sub>2</sub> terdapat bersama-sama di udara akan terbentuk COHb dalam jumlah jauh lebih banyak daripada O<sub>2</sub>Hb.

Faktor penting yang menentukan pengaruh CO terhadap tubuh manusia adalah konsentrasi COHb yang terdapat didalam darah, di mana semakin tinggi persentase hemoglobin yang terikat dalam bentuk COHb, semakin parah pengaruhnya terhadap kesehatan manusia. Hubungan antara konsentrasi COHb di dalam darah dan pengaruhnya terhadap kesehatan dapat dilihat dalam Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Tanda dan Gejala Utama dari Kadar COHb terhadap Manusia

NO.	KADAR COHB (%)	TANDA DAN GEJALA
1	< 1	Tidak ada pengaruh.
2	1 - 2	Penampilan agak tidak normal.
3	2 - 5	Pengaruhnya terhadap sistem syaraf sentral, reaksi panca indra tidak normal, benda terlihat agak kabur.
4	5 - 10	Perubaha fungsi jantung dan pulmonari.
5	10 - 80	Kepala pening, mual, berkunang-kunang, pingsan, kesukaran bernafas, kematian.

Sumber : Srikandi, 1992

Konsentrasi COHb di dalam darah dipengaruhi secara langsung oleh konsentrasi CO dari udara yang terhisap. Pada konsentrasi CO tertentu di udara, konsentrasi COHb di dalam darah akan mencapai konsentrasi ekuilibrium setelah beberapa waktu tertentu. Konsentrasi ekuilibrium COHb tersebut akan tetap bertahan di dalam darah selama konsentrasi CO di udara di sekelilingnya tetap tidak berubah. Akan tetapi COHb secara perlahan-lahan akan berubah sesuai dengan perubahan konsentrasi CO di udara untuk mencapai ekuilibrium yang baru.

Secara normal sebenarnya darah mengandung COHb dalam jumlah sekitar 0,5%. Jumlah ini berasal dari CO yang diproduksi oleh tubuh selama metabolisme pemecahan heme, yaitu komponen dari hemoglobin. Sisanya berasal dari CO yang terdapat di udara dalam konsentrasi rendah. Persen ekuilibrium COHb di dalam darah

manusia yang mengalami kontak dengan CO pada konsentrasi kurang dari 100 ppm dapat ditentukan menggunakan rumus berikut:

$$\% \text{COHb dalam darah} = (0,16 \times \text{konsentrasi CO di udara dalam ppm}) + 0,5 \dots\dots(2.1)$$

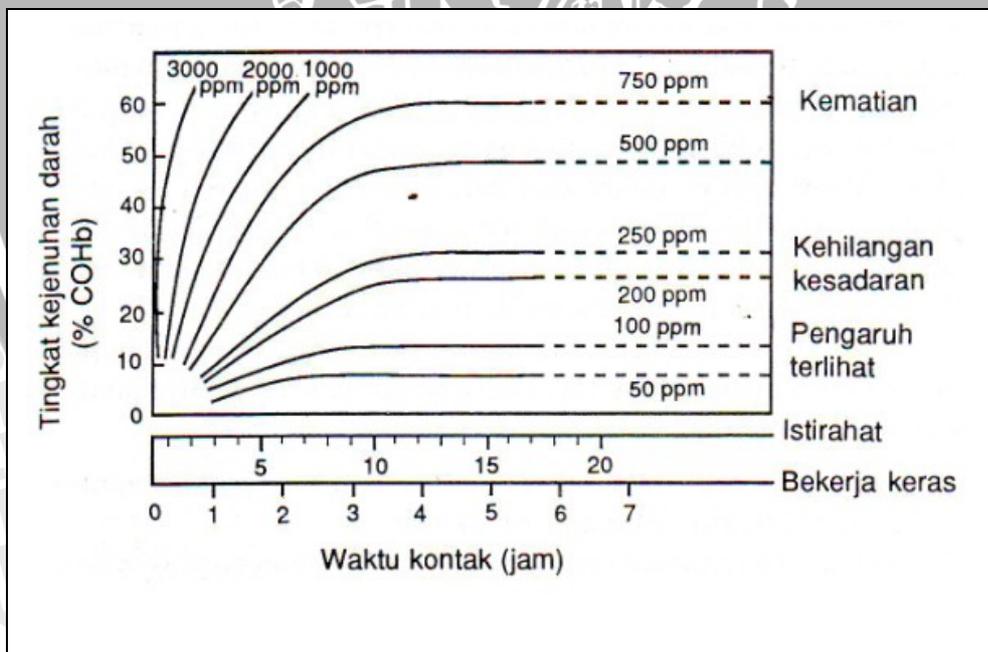
Nilai 0,5 merupakan persentase normal COHb di dalam darah. Tabel 2.2 memperlihatkan hasil perhitungan konsentrasi COHb di dalam darah menurut rumus tersebut.

Tabel 2.2 Konsentrasi ekuilibrium COHb saat konsentrasi CO dibawah 100 ppm

KONSENTRASI GAS CO DI UDARA (PPM)	KANDUNGAN COHB DALAM DARAH (%)
10	2,1
20	3,7
30	5,3
60	10,1
100	16,5

Sumber : Srikandi

Waktu yang dibutuhkan oleh COHb darah untuk mencapai ekuilibrium dengan konsentrasi CO di udara merupakan fungsi dari aktivitas fisik orang yang mengalami kontak dengan CO. Ekuilibrium tercapai lebih cepat pada orang yang melakukan aktivitas berat seperti terlihat dalam Gambar 2.1.



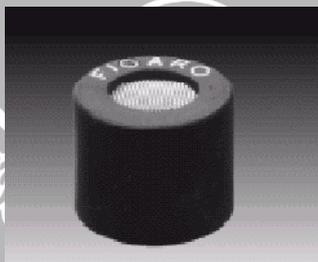
Gambar 2.1 Grafik Pengaruh aktivitas fisik dan waktu terhadap konsentrasi COHb di dalam darah  
 Sumber : Srikandi



## 2.2. Sensor Gas CO

Untuk mengetahui keberadaan gas CO dalam suatu ruangan diperlukan suatu piranti (sensor) dimana sensor tersebut dapat mendeteksi adanya gas CO yang berbahaya. Sensor gas CO yang digunakan adalah TGS2104 buatan Figaro Jepang. TGS2104 merupakan sensor yang dibuat dengan menggunakan teknologi *metal oxide semiconductor*, memiliki *screen* tipis dan kecil serta dilengkapi *heater*/pemanas yang mempunyai konsumsi daya rendah (15mW).

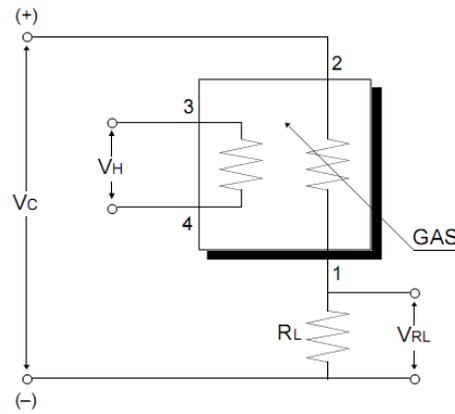
TGS2104 merupakan *single sensor gas* yaitu sensor gas yang ditempatkan dalam satu kemasan yang dikhususkan untuk penggunaan dalam bidang otomatis. Elemen sensor gas TGS2104 mendeteksi gas CO dan gas hidrokarbon lainnya yang merupakan hasil pembakaran motor bensin. Gambar 2.2 merupakan bentuk fisik dari sensor gas TGS2104.



Gambar 2.2 Sensor TGS2104  
Sumber : datasheet

Prinsip kerja sensor gas ini sama dengan tipe sensor lain. Sensor gas TGS2104 mendeteksi gas CO berdasar kepekatan gas yang diterima olehnya. Sensor gas TGS2104 mempunyai cara kerja yang hampir sama dengan rangkaian pembagi tegangan. TGS2104 mempunyai resistor didalamnya dimana besarnya resistansi bergantung pada kepekatan gas CO yang diterimanya. Semakin pekat gas yang diterima, maka semakin menurun nilai resistansi dalam TGS2104. Satuan kadar gas karbon monoksida adalah ppm (*part per million*).

Elemen pemanas yang menjadi satu dalam sensor bertujuan untuk menjaga temperatur sensor agar tetap dalam temperatur yang spesifik sehingga dihasilkan pengukuran yang optimal. Dalam Gambar 2.3 ditunjukkan rangkaian ekuivalen dari sensor gas TGS2104.



Gambar 2.3 Rangkaian ekivalen TGS2104  
Sumber : datasheet

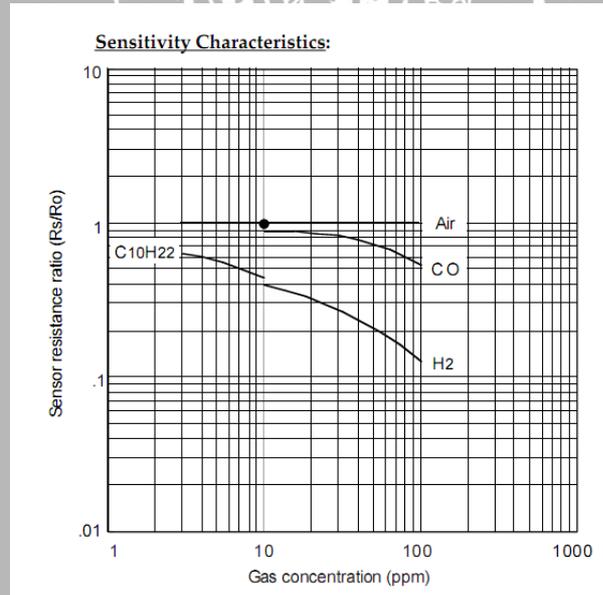
Gambar 2.4 menunjukkan Grafik karakteristik sensor TGS2104 untuk Element 2 (mendeteksi gas CO) yang telah diuji coba saat kondisi pengukuran standar sensor.

Sumbu Y menunjukkan *sensor resistance ratio* ( $R_s/R_o$ ) dimana

$R_s$  = resistansi sensor pada konsentrasi CO tertentu.

$R_o$  = resistansi sensor pada udara bersih.

Gambar 2.4 Grafik Karakteristik Sensitifitas Sensor TGS2104



Sumber: Datasheet

Dari data sheet diperoleh persamaan:

$$R_s = \frac{V_c - V_{RL}}{V_{RL}} \times R_L \quad \dots\dots(2.2)$$

Atau

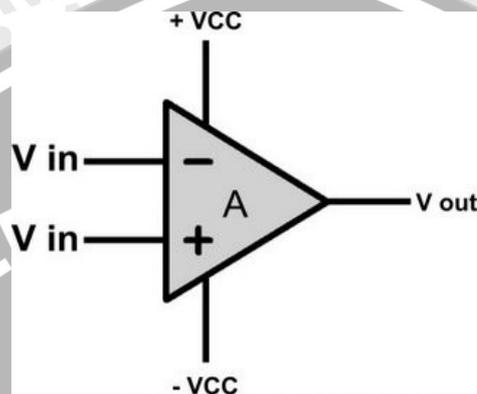
$$V_{RL} = \frac{R_L}{R_L + R_s} \times V_c \quad \dots\dots(2.3)$$



## 2.3. Penguat Operasional

### 2.3.1. Karakteristik Penguat Operasional

Penguat operasional merupakan rangkaian penguatan-tinggi yang sering disebut sebagai rangkaian linier dasar. Dengan beberapa karakteristik khas yang dimiliki penguat operasional, membuatnya lebih mudah digunakan. Simbol penguat operasional dapat dilihat dalam Gambar 2.5.



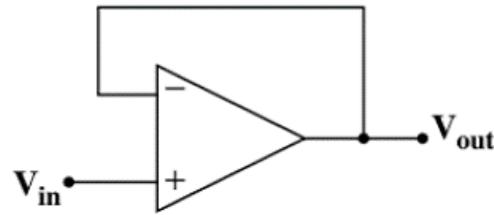
Gambar 2.5 Simbol Penguat Operasional  
Sumber : Coughlin, 1982

Penguat operasional mempunyai karakteristik sebagai ideal seperti berikut:

- 1) Resistansi masukan tak terhingga besar. Akibatnya tidak ada arus masuk pada kedua terminal masukan.
- 2) Resistansi keluaran 0 (nol).
- 3) Penguatan tegangan terbuka tak terhingga.
- 4) Penguat operasional menanggapi semua frekuensi sama (lebar pita tak terhingga).
- 5) Jika tegangan masukan pada kedua terminal sama maka tegangan keluaran adalah nol.

### 2.3.2. Rangkaian Penyangga

Rangkaian penyangga (*buffer*) atau yang sering dikenal sebagai rangkaian *voltage follower* adalah suatu rangkaian yang memiliki fungsi untuk menyangga supaya menghasilkan tegangan keluaran yang sama besar dengan tegangan masukan serta mempunyai resistansi masukan tak terhingga, seperti ditunjukkan dalam Gambar 2.6.



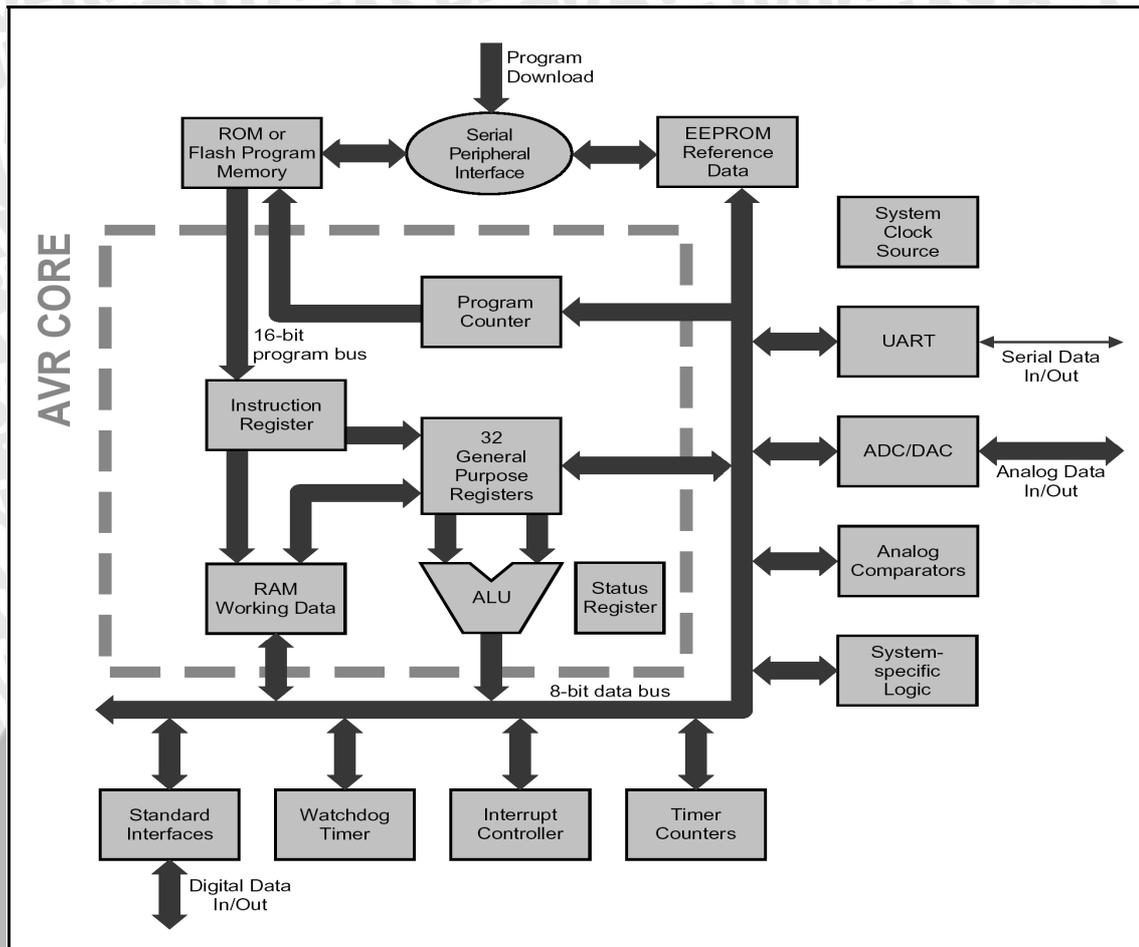
Gambar 2.6 Rangkaian Penguat Penyangga  
Sumber : Coughlin, 1982.

## 2.4. Mikrokontroler ATmega8

Mikrokontroler ATmega8 merupakan salah satu bagian dari keluarga AVR (*At and Vegard's Risc processor*) yang diproduksi Atmel dengan menggunakan arsitektur RISC (*Reduced Instruction Set Computing*) 8 bit. AVR yang pertama kali diperkenalkan pada tahun 1996 ini didesain dengan mengkombinasikan arsitektur RISC, memori *flash internal* dan jumlah *register* serbaguna yang besar (32 buah) untuk memperoleh ukuran kode program, kinerja, dan konsumsi daya yang optimal. Beberapa kelebihan yang dimiliki Mikrokontroler keluarga AVR adalah kemampuan eksekusi dalam satu siklus *clock* serta arsitektur AVR yang dirancang untuk bekerja secara efisien menggunakan bahasa tingkat tinggi C.

### 2.4.1. Arsitektur AVR

AVR menggunakan konsep arsitektur *Harvard* dengan memori dan bus terpisah untuk data dan program. Lebar bus program pada AVR adalah 16 bit sedangkan lebar bus data adalah 8 bit. Memori program dieksekusi dengan *pipeline* satu tingkat, dimana saat instruksi sedang dieksekusi, instruksi yang berikutnya dibaca dari memori program. Konsep ini memungkinkan instruksi untuk dieksekusi dalam tiap-tiap siklus *clock*. Arsitektur AVR seperti terlihat pada Gambar 2.7.



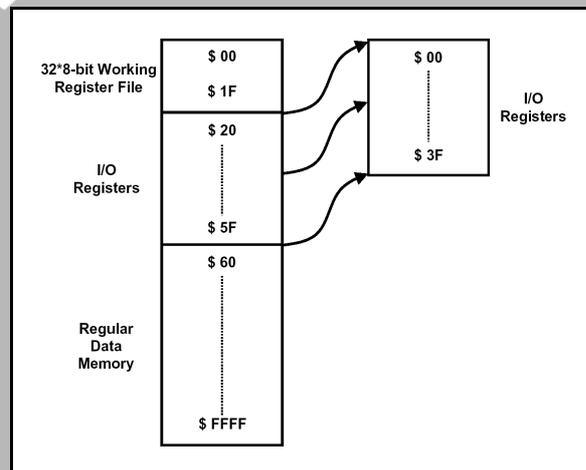
Gambar 2.7 Arsitektur AVR

Sumber : Atmel, 2002 : 5

AVR memiliki jumlah *register* yang relatif besar untuk ukuran Mikrokontroler 8 bit, yaitu 32 buah *general purpose registers*. AVR tidak memiliki *accumulator* seperti yang dimiliki sebagian besar mikroprosesor/Mikrokontroler. Seluruh *general purpose register* terhubung ke ALU (*Arithmetic Logic Unit*) sehingga operasi ALU dapat dilaksanakan dengan menggunakan *general purpose registers* sebagai *operand*. Hal ini yang membuat AVR begitu cepat dalam mengeksekusi instruksi. Dalam satu siklus *clock*, terdapat dua *register independen* yang dapat diakses oleh suatu instruksi. Teknik yang digunakan adalah *fetch during execution* atau memegang sambil mengerjakan. Hal ini berarti, dua *operand* dibaca dari dua *register*, dilakukan eksekusi operasi dan hasilnya disimpan kembali ke dalam salah satu *register*, semuanya dilakukan dalam satu siklus *clock*. Dalam skala operasi yang relatif besar, operasi ALU dapat dijalankan dengan lebih cepat. Semua *general purpose registers* juga dapat digunakan untuk mengakses data dari dan ke memori dengan instruksi *load* dan *store*.

Enam dari 32 *register* dapat digunakan sebagai pasangan *register* 16 bit. Pasangan *register* 16 bit dapat digunakan sebagai *pointer register* untuk pengalamatan area data sehingga memungkinkan perhitungan alamat menjadi lebih efisien. Ketiga *register* tersebut adalah *register* X (R26 dan R27), Y (R28 dan R28), dan Z (R30 dan R31).

Peta memori data AVR dapat dilihat pada Gambar 2.8. Memori data dibagi menjadi 4 bagian. 32 alamat paling bawah (0000 – 001F) ditempati oleh *general purpose registers*. 64 alamat berikutnya (0020 – 005F) ditempati oleh *register I/O* yang mengatur piranti CPU seperti *register* kontrol, *timer/counter*, ADC, dan fungsi I/O lainnya. Alamat berikutnya digunakan oleh SRAM internal dan eksternal. Perlu dicatat, ukuran SRAM internal tidak sama untuk masing-masing tipe AVR dan tidak semua tipe memiliki SRAM internal atau SRAM eksternal.



Gambar 2.8 Peta Memori AVR

Sumber : Atmel, 2002 : 6

Selama interupsi dan pemanggilan *subroutine*, alamat pada *Program Counter* (PC) disimpan pada *stack*. Pada tipe AVR yang memiliki SRAM internal atau eksternal, *stack* dialokasikan di SRAM sehingga ukuran *stack* hanya terbatas oleh total ukuran dan pemakaian SRAM. Semua program harus menginisialisasi *Stack Pointer* (SP) di dalam rutin *reset*, sebelum *subroutines* atau *interrupt* dieksekusi. Sedangkan tipe AVR yang tidak memiliki SRAM, alamat pada PC disimpan di *stack hardware* yang memiliki ukuran terbatas.

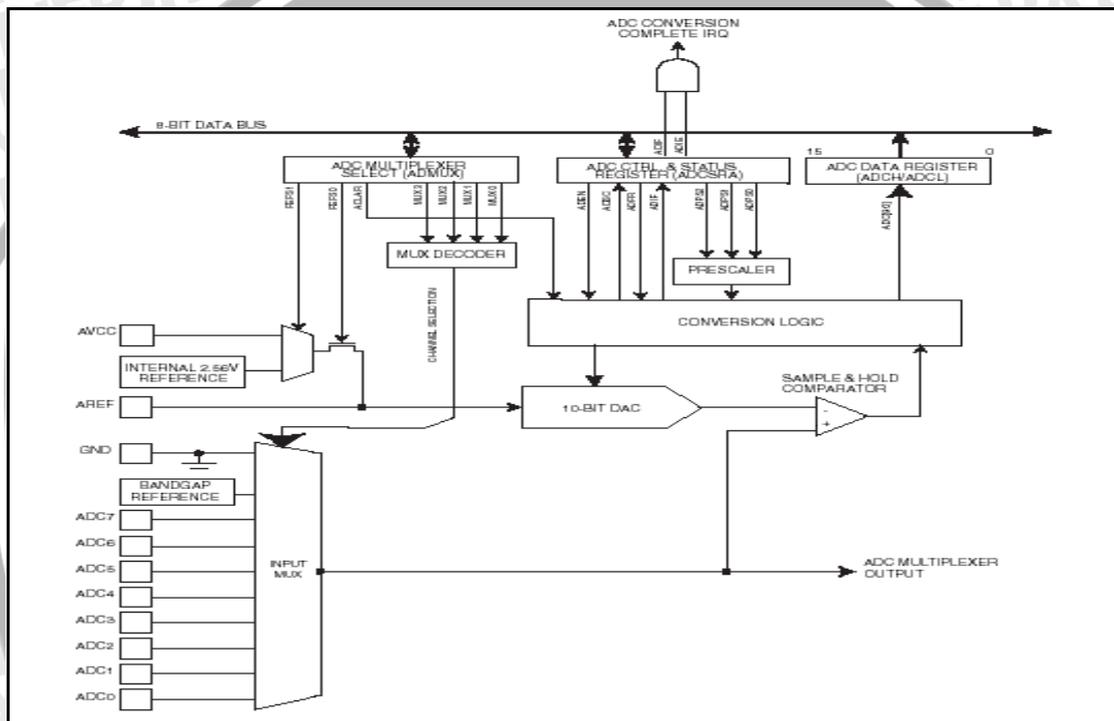
#### 2.4.2. Periperal

AVR memiliki beberapa jenis periperal internal, diantaranya komparator analog, *timer/counter*, UART, *watchdog timer*, EEPROM dan ADC/DAC. Periperal yang ada

dalam chip AVR tergantung pada tipe AVR. Berikut ini akan dibahas dua jenis peripheral AVR ATmega8 yaitu ADC dan EEPROM.

### 2.4.3. ADC

AVR ATmega8 memiliki fasilitas ADC 10 bit yang terhubung dengan 6 saluran multiplekser analog yang membolehkan setiap pin pada port C untuk digunakan sebagai input untuk ADC. ADC terdiri dari satu *Sample/Hold Amplifier* yang memastikan bahwa tegangan input ke ADC ditahan pada level konstan selama konversi. Blok diagram dari ADC seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.9.



Gambar 2.9 Blok Diagram ADC

Sumber: Atmel, 2002: 197

ADC mempunyai 2 pin tegangan analog yang terpisah yaitu AVCC dan AGND. AGND harus dihubungkan ke GND dan tegangan pada AVCC tidak boleh beda lebih dari  $\pm 0.3$  V dari VCC. Tegangan referensi eksternal harus dikenakan ke pin AREF. Tegangan ini harus berada dalam range AGND – AVCC. ADC bisa beroperasi dalam 2 mode yaitu *Single Conversion* dan *Free Run Mode*. Pada *Single Conversion Mode*, setiap konversi harus diinisialisasi oleh pengguna. Pada *Free Run Mode*, ADC secara konstan menyampling dan mengupdate *ADC Data Register*.

ADC aktif dengan memberikan logika 1 ke bit *ADC Enable*, yaitu ADEN pada ADCSR. Konversi pertama dimulai setelah mengaktifkan ADC, dimana waktu yang diperlukan untuk melakukan konversi sebesar 13 siklus *clock* ADC. Bit ini tetap *high*

selama konversi berlangsung dan akan diset nol oleh *hardware* ketika konversi lengkap. Jika suatu saluran data berbeda terpilih sedangkan suatu konversi masih dalam proses, ADC akan menyelesaikan konversi yang sekarang sebelum melakukan perubahan saluran. Hasil konversi ADC akan menghasilkan 10-bit data pada dua register data, yaitu ADCH dan ADCL, dimana data hasil konversi harus dibaca untuk mendapatkan hasil ketika konversi lengkap. Logika perlindungan khusus digunakan untuk memastikan bahwa isi dari *register* data ADCH dan ADCL telah diakses secara tepat ketika konversi telah selesai.

Mekanisme pengaksesan hasil konversi adalah sebagai berikut: ketika pembacaan data, ADCL harus dibaca pertama kali. Sekali ADCL dibaca, akses ke *register* data diblok. Ini berarti bahwa jika ADCL telah dibaca dan konversi selesai sebelum ADCH dibaca, tidak ada satu *register* pun yang diupdate dan hasil dari konversi hilang. Ketika ADCH dibaca, akses ADC ke *register* ADCH dan ADCL di *enable* ulang. ADC pada ATmega8 memiliki *interrupt* sendiri, yaitu ADIF, yang bisa dipicu ketika konversi selesai. Akses ADC ke *register* data dilarang untuk melakukan pembacaan dari ADCH menuju ADCL, apabila hal ini dilakukan maka data hasil konversi menjadi tidak *valid* lagi. ADC memiliki fasilitas *prescaler*, yang berfungsi membagi sistem *clock* menjadi frekuensi *clock* ADC yang mudah diterima. ADC ATmega8 dapat menerima frekuensi *clock input* dalam range 50 kHz - 200 kHz. Penggunaan frekuensi *input* yang semakin tinggi akan menghasilkan tingkat akurasi yang semakin rendah. Bit ADPS0 - ADPS2 pada ADCSR digunakan untuk menghasilkan frekuensi *clock input* ADC yang diperlukan dari frekuensi XTAL di bawah 100 kHz. *Prescaler* mulai menghitung saat ADC diaktifkan dengan mengeset bit ADEN pada ADCSR. *Prescaler* dijaga tetap bekerja selama bit ADEN diset dan secara kontinyu direset ketika ADEN rendah. Ketika penginisialisasian konversi dengan mengeset bit ADSC pada ADCSR, konversi mulai pada tepi naik dari siklus *clock* ADC. Pada kenyataannya *sample/hold* memerlukan 1.5 siklus *clock* ADC setelah konversi dimulai. Hasil konversi siap dan ditulis pada *register* hasil ADC setelah 13 siklus *clock* ADC. Pada *single conversion mode*, ADC memerlukan lebih dari satu siklus *clock* sebelum konversi yang baru bisa dimulai lagi. Jika ADSC diset *high* pada periode ini, ADC akan mulai konversi baru dengan seketika. Pada *free run mode*, konversi yang baru akan dimulai dengan tiba-tiba setelah hasil konversi ditulis pada *register* hasil ADC. Hasil penggunaan *free run mode* dan frekuensi *clock* ADC 200 kHz memberikan konversi waktu terendah, 65 ms, ekuivalen dengan 15.4 kSPS.

### 2.4.4. EPROM

ATMega8 mempunyai EEPROM dengan kapasitas 512 *byte* yang dapat dibaca dan ditulis sampai 100.000 kali. Pengaksesan EEPROM dapat dilakukan dengan melibatkan *EEPROM Address Register (EEAR)*, *EEPROM Data Register (EEDR)* dan *EEPROM Control Register (EECR)*.

*EEPROM Address Register* terdiri dari 2 buah register, yaitu EEARL dan EEARH yang berfungsi untuk pengalamatan data yang akan dibaca/ditulis dari/ke EEPROM. Konfigurasi EEPROM Address Register seperti ditunjukkan pada Gambar 2.10.

Bit	15	14	13	12	11	10	9	8	
	-	-	-	-	-	-	-	EEAR8	EEARH
	EEAR7	EEAR6	EEAR5	EEAR4	EEAR3	EEAR2	EEAR1	EEAR0	EEARL
Read/Write	R	R	R	R	R	R	R	R/W	
	R/W								
Initial Value	0	0	0	0	0	0	0	X	
	X	X	X	X	X	X	X	X	

Gambar 2.10 EEPROM Address Register  
 Sumber : Atmel, 2004: 18

Bit 15 .. 9 - *Reserved bit*, pada bit-bit ini merupakan *invalid* bit dan akan selalu terbaca logika rendah(0). Bit 8 .. 0 - *EEPROM Address*, pada bit-bit ini, *register* berfungsi untuk pengalamatan EEPROM dengan kapasitas 512 *byte* yang dapat dialamati dari alamat 0 sampai 511.

*EEPROM Data Register* terdiri dari 8 bit yang berfungsi sebagai *register* data sementara yang dibaca dari EEPROM atau data yang akan ditulis ke EEPROM dengan alamat tertentu. EEPROM *data register* berkapasitas 8 bit seperti ditunjukkan dalam Gambar 2.11.

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0	
	MSB							LSB	EEDR
Read/Write	R/W								
Initial Value	0	0	0	0	0	0	0	0	

Gambar 2.11 EEPROM Data Register  
 Sumber : Atmel, 2004: 18

Bit 7 .. 0 – EEDR7..0 : *EEPROM Data Register*, pada mode penulisan, *Register* EEDR berisikan data yang akan dituliskan pada EEPROM dengan alamat yang terdapat *EEPROM address register*. Sedangkan pada mode pembacaan, hasil dari mode

pembacaan pada alamat yang berada pada *EEPROM address register* akan terdapat pada *register* ini.

*EEPROM Control Register* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.12 diantaranya berfungsi untuk menentukan *access* yang akan dilakukan terhadap EEPROM, seperti proses baca dan proses tulis dari/ke EEPROM.

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0	
	-	-	-	-	EERIE	EEMWE	EEWE	EERE	EECR
Read/Write	R	R	R	R	R/W	R/W	R/W	R/W	
Initial Value	0	0	0	0	0	0	X	0	

Gambar 2.12 EEPROM Control Register

Sumber : Atmel, 2004: 18

Bit 7 .. 4 : *Reserved bit*, pada bit-bit ini merupakan *invalid* bit dan akan selalu terbaca logika rendah(0). Bit 3 : *EEPROM Ready Interrupt Enable*, jika pada bit ini diset 1, maka mode *Ready Interrupt Enable* akan aktif. Bit 2 : EEMWE : *EEPROM Master Write Enable*, bit ini digunakan untuk menentukan mode penulisan selain EEWE pada EEPROM. Jika diset 1 maka dengan menyeting EEWE dengan 4 *clock* akan melakukan penulisan pada alamat yang dituju. Jika diset 0 maka konfigurasi EEWE tidak berfungsi. Bit 1 : EEWE : *EEPROM Write Enable*, jika diset 1 maka EEPROM berada pada mode penulisan. Bit 0 : EERE : *EEPROM Read Enable*, jika diset 1 maka EEPROM berada pada mode pembacaan.

Proses penulisan data ke EEPROM dapat dilakukan dengan prosedur sebagai berikut:

- 1) Pastikan EEWE berlogika nol.
- 2) Pastikan SPMEN pada SPMCR berlogika nol.
- 3) Tuliskan data alamat baru ke EEAR jika diinginkan.
- 4) Tuliskan data baru yang akan disimpan ke EEPROM pada EEDR jika diinginkan.
- 5) Tuliskan logika satu pada EEMWE pada saat EEWE berlogika nol.
- 6) Tuliskan logika satu pada EEWE setelah empat *clock cycle* dari penulisan logika satu pada EEMWE.

Sedangkan proses pembacaan data dari EEPROM dapat dilakukan dengan prosedur sebagai berikut:

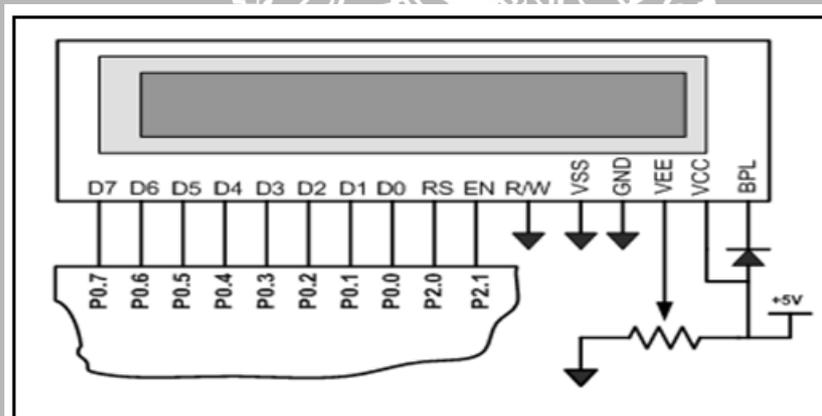
- 1) Pastikan EEWE berlogika nol.
- 2) Pastikan SPMEN pada SPMCR berlogika nol.

- 3) Tuliskan data alamat baru ke EEAR jika diinginkan.
- 4) Tuliskan logika satu ke EERE pada EECR.
- 5) Ambil data yang ada pada EEDR.

Penggunaan *memory non-volatile* pada mikrokontroler AVR ini bertujuan untuk menyimpan informasi yang berupa kadar air biji kopi sekaligus menampilkannya kembali pada saat dibutuhkan.

## 2.5. LCD

*Liquid Crystal Display* (LCD) adalah suatu media penampil dalam bentuk matrik titik yang diproduksi oleh Seiko Instruments Inc. LCD 16x2 dilengkapi dengan panel LCD dengan tingkat kontras yang cukup tinggi serta pengontrol LCD CMOS yang telah terpasang dalam modul tersebut. Pengontrol mempunyai ROM/RAM pembangkit karakter dan RAM data *display*. Semua fungsi untuk tampilan diatur menggunakan instruksi-instruksi sehingga modul LCD ini dengan mudah dapat diantarmukakan dengan unit mikroprosesor atau mikrokontroler. Model pengkabelan antara LCD 2x16 dengan mikrokontroler seperti pada Gambar 2.13.



Gambar 2.13 Pengkabelan antara LCD 2x16 dengan Mikrokontroler

Sumber : [Anonymous](#), 2006

Masukan yang diperlukan untuk mengendalikan modul diatas berupa *bus* data yang masih termultipleks dengan *bus* alamat serta 3 bit sinyal kontrol, yaitu RS, EN dan R/W. Sementara pengendalian dot matrik LCD dilakukan secara internal oleh mikrokontroler yang sudah terpasang dengan modul LCD.

## 2.6. Transistor

Dari sekian banyak kegunaan [transistor](#) di dalam rangkaian elektronika, salah satunya adalah sebagai saklar. Syarat untuk mengerjakan [transistor](#)

sebagai saklar adalah daerah kerja transistor harus berada pada daerah tersumbat (*cut off*). Transistor sebagai saklar mempunyai dua kondisi yang bergantian yaitu kondisi “tertutup” pada saat saturasi dan kondisi “terbuka” pada saat *cut off*.

### 2.6.1. Transistor dalam Kondisi Terbuka

Pada saat transistor *cut off*, tidak ada arus yang mengalir melalui beban  $R_C$  kecuali arus bocor yang sangat kecil ( $I_{CEO}$ ), sehingga besarnya tegangan antara kolektor emitor ( $V_{CE}$ ) adalah :

$$V_{CE} = V_{CC} - I_{CEO} \times R_C \quad (2.4)$$

Karena  $I_{CEO}$  sangat kecil ( $I_{CEO} = 0$ ) maka tegangan  $V_{CE}$  menjadi :

$$V_{CE} = V_{CC} \quad \dots (2.5)$$

Sedangkan tegangan jatuh pada  $R_C$  sangat kecil sehingga dapat diabaikan.

### 2.6.2. Transistor dalam Kondisi Tertutup

Bila transistor mendapat tegangan positif pada basisnya, transistor akan menjadi saturasi maka arus basis ( $I_B$ ) mengalir dan menyebabkan arus mengalir dari kolektor ( $I_C$ ) ke emitor ( $I_E$ ) melalui tahanan beban ( $R_C$ ) sehingga tegangan antara kolektor dan emitor menjadi nol ( $V_{CE} = 0$ ) dan tegangan jatuh pada beban  $R_C$  adalah :

$$V_{CC} = I_C \times R_C \quad \dots (2.6)$$

Besarnya arus basis pada saat transistor dalam keadaan saturasi adalah :

$$I_B = \frac{V_{BB} - V_{BE}}{R_B} \quad \dots (2.7)$$

Menurut hukum Kirchoff besarnya arus yang mengalir di emitor ( $I_E$ ) adalah :

$$I_E = I_B + I_C \quad \dots (2.8)$$

Arus yang mengalir pada kolektor ( $I_C$ ) saat transistor saturasi adalah :

$$I_C = V_{CC} / R_C \quad \dots (2.9)$$

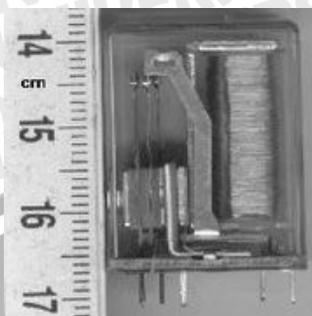
## 2.7. Relai

Relai adalah saklar elektronik yang dikendalikan oleh rangkaian listrik lainnya. Pada bentuk aslinya, relai ini beroperasi dengan menggunakan sebuah elektromagnet untuk membuka atau menutup sebuah saklar atau lebih.

Relai ini dapat aktif dan mati berdasarkan arus listrik yang dia terima. Pada relai terdapat dua jenis saklar, yaitu saklar NC (*normally close*) dan saklar NO (*normally open*). Pada saklar NC (*normally close*), saat tidak mendapat arus listrik saklar ini sudah

tertutup (aktif), sedangkan saat menerima arus listrik saklar ini akan terbuka (tidak aktif). Begitu pula sebaliknya untuk saklar NO.

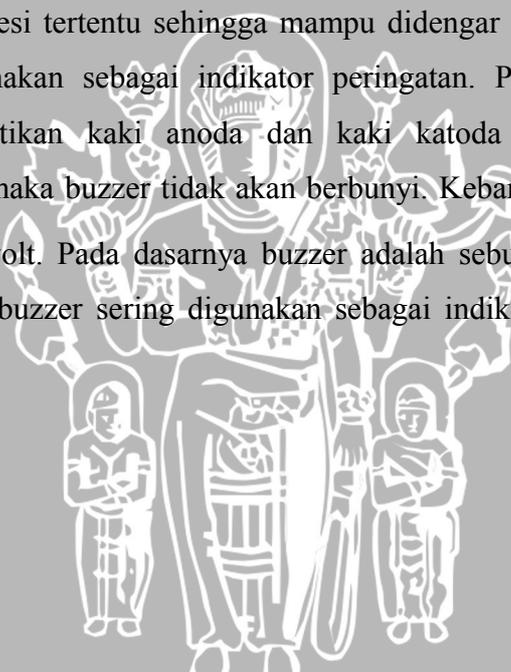
Contoh gambar fisik dari relai bisa ditunjukkan dalam Gambar 2.14.



Gambar 2.14 Gambar fisik relai

### 2.8. Buzzer

Buzzer adalah komponen elektronika yang dapat mengubah energi listrik menjadi suara pada frekuensi tertentu sehingga mampu didengar oleh manusia. Dalam aplikasinya buzzer digunakan sebagai indikator peringatan. Pemasangan rangkaian buzzer harus memperhatikan kaki anoda dan kaki katoda buzzer, karena jika pemasangannya terbalik maka buzzer tidak akan berbunyi. Kebanyakan buzzer bekerja pada tegangan DC  $\pm 5$  volt. Pada dasarnya buzzer adalah sebuah *loudspeaker* mini. Karena bentuknya kecil, buzzer sering digunakan sebagai indikator peringatan dalam bentuk suara.



## BAB III

### METODOLOGI

Penyusunan skripsi ini didasarkan pada masalah yang bersifat aplikatif, yaitu perencanaan dan perealisasiannya agar dapat bekerja sesuai dengan yang direncanakan dengan mengacu pada rumusan masalah. Data dan spesifikasi komponen yang digunakan dalam perencanaan merupakan data sekunder yang diambil dari buku data komponen elektronika. Pemilihan komponen berdasarkan perencanaan dan disesuaikan dengan komponen yang tersedia di pasaran.

Langkah-langkah yang perlu dilakukan untuk merealisasikan alat yang akan dibuat adalah sebagai berikut:

#### 3.1. Studi Literatur

Studi literatur yang dilakukan bertujuan untuk mengkaji hal-hal yang berhubungan dengan teori-teori yang mendukung dalam perencanaan dan perealisasiannya alat. Teori-teori yang dikaji adalah sebagai berikut:

#### 3.2. Perancangan Alat

Setelah melakukan studi literatur, tahap selanjutnya adalah perancangan alat. Perancangan alat meliputi penentuan spesifikasi alat, penyusunan blok diagram sistem, pembuatan skema rangkaian, penentuan dan perhitungan komponen yang akan digunakan. Perancangan rangkaian ini dilakukan untuk masing-masing blok yaitu :

- a. Blok mikrokontroler ATmega8
- b. Blok rangkaian sensor
- c. Blok *display*
- d. Blok driver relay
- e. Blok buzzer

#### 3.3. Pembuatan Alat

Pembuatan alat dibagi menjadi dua macam yaitu pembuatan perangkat keras dan pembuatan perangkat lunak. Pembuatan perangkat keras dimulai dengan pembuatan PCB untuk rangkaian. Langkah awal pembuatan PCB adalah perancangan tata letak komponen (*layout* PCB). Kemudian rancangan *layout* PCB diberikan kepada penyedia jasa pembuatan PCB untuk dicetak. Langkah selanjutnya adalah pemasangan dan

penyolderan komponen agar menjadi satu rangkaian. Pembuatan perangkat lunak dilakukan bersamaan dengan pembuatan perangkat keras.

### 3.4. Pengujian Alat

Untuk mengetahui unjuk kerja piranti apakah sesuai dengan yang direncanakan maka dilakukan pengujian rangkaian. Pengujian dilakukan pada masing-masing blok dan secara keseluruhan. Pengujian antara lain berupa:

- a. Pengujian sensor
- b. Pengujian ADC mikrokontroler ATmega8
- c. Pengujian display
- d. Pengujian driver relay
- e. Pengujian keseluruhan

### 3.5. Pengambilan Kesimpulan

Dari pengujian yang dilakukan diperoleh hasil yang dapat dianalisis. Hasil analisis tersebut akan dijadikan dasar untuk menarik kesimpulan dari proses perancangan sistem ini.



## BAB IV

### PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT

Perancangan alat dilakukan bertahap blok demi blok untuk memudahkan analisis terhadap tiap bagian maupun sistem secara keseluruhan. Perancangan dan pembuatan sistem terdiri atas dua bagian yaitu perancangan perangkat keras dan perancangan perangkat lunak. Beberapa aspek lain yang perlu dijelaskan dalam pembahasan bab ini adalah penentuan spesifikasi dari sistem yang dirancang, blok diagram dan prinsip kerja sistem.

#### 4.1. Spesifikasi Alat

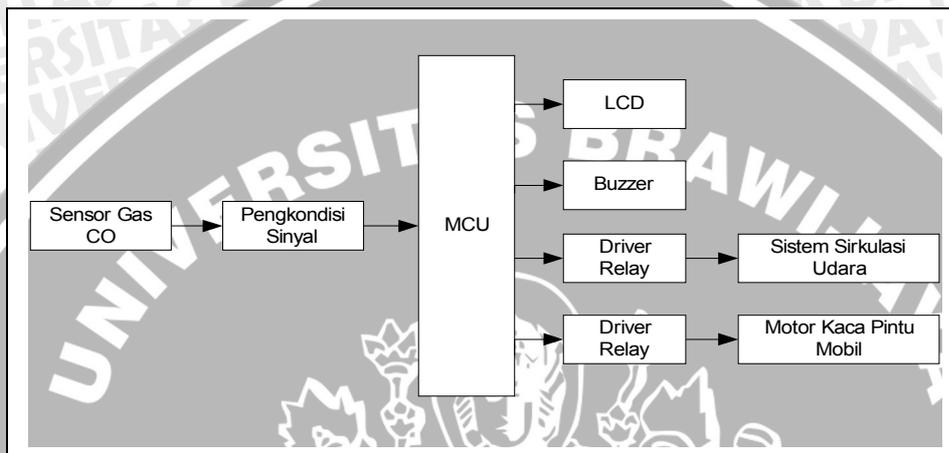
Spesifikasi alat yang direncanakan adalah sebagai berikut:

- a. Alat yang direncanakan digunakan untuk mendeteksi gas CO.
- b. Dilengkapi dengan buzzer yang digunakan untuk memberi peringatan adanya gas CO yang berlebih dalam kabin mobil.
- c. Saat terdeteksi gas CO yang berlebih maka akan mengubah mode sirkulasi kabin mobil (*closed circulation* ke *open circulation*).
- d. Jika mengubah mode sirkulasi tidak dapat mengurangi kadar gas CO dan menjadi lebih tinggi maka akan membuka kaca jendela pintu mobil secara otomatis.
- e. Alat yang digunakan berupa *prototype*.
- f. Menggunakan LCD dot matrik 2x16 untuk menunjukkan kadar gas CO di dalam kabin mobil.
- g. Menggunakan sensor gas CO TGS2104 untuk mendeteksi kadar gas CO di dalam kabin mobil dengan range antara 10 – 100 ppm yang terbagi dalam 3 level yaitu:
  - Level 1 saat mendeteksi kadar gas CO 30 – 59 ppm.
  - Level 2 saat mendeteksi kadar gas CO 60 – 99 ppm.
  - Level 3 saat kadar gas CO diatas 99 ppm.
  - Kadar gas CO dibawah 30 ppm diindikasikan dalam batas normal.
- h. Menggunakan mikrokontroler ATmega8 sebagai pengendali sistem.
- i. Menggunakan tegangan 12 volt dan 5 volt.

## 4.2. Gambaran Umum

Alat monitoring kadar gas CO dan pengamanan pengendara di dalam kabin mobil terdiri dari sensor TGS2104, rangkaian pengkondisi sinyal, sistem MCU, buzzer, LCD dan driver relay. Pembuatan alat ini meliputi perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*).

Gambar 4.15 merupakan blok diagram alat monitoring kadar gas CO dan pengamanan pengendara di dalam kabin mobil.



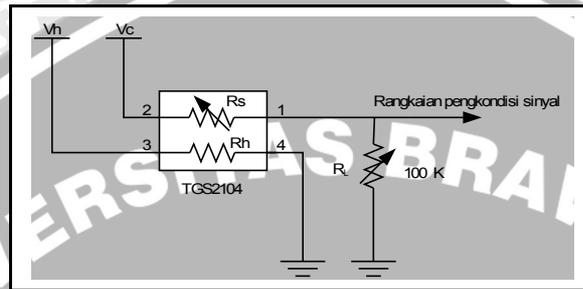
Gambar 4.15 Blok Diagram Alat

Prinsip kerja secara keseluruhan sistem ini adalah saat alat diberi catu daya yang akan mengaktifkan sistem ini, sistem akan mengaktifkan sensor Gas CO TGS2104. Sensor gas ini akan mendeteksi kadar gas CO di dalam kabin mobil dan sistem akan menampilkannya di dalam LCD. Saat sensor TGS2104 mendeteksi kadar gas CO lebih dari 30 ppm, maka sistem akan mengubah mode sirkulasi udara di dalam kabin mobil dari close circulation ke open circulation untuk memasukkan udara dari luar ke dalam kabin mobil. Apabila ternyata kadar gas CO di dalam kabin mobil tidak berkurang dan bahkan naik mencapai lebih dari 59 ppm maka sistem akan membuka kaca pintu mobil agar udara lebih leluasa bersirkulasi serta sistem akan mengaktifkan buzzer dengan sinyal tertentu untuk memberi peringatan akan adanya gas CO berlebih di dalam kabin mobil

## 4.3. Perancangan Rangkaian Sensor

Perangkat ini menggunakan sensor gas TGS2104 untuk mendeteksi gas CO. sensor gas TGS2104 yang digunakan merupakan produksi dari Figaro yang berisi satu elemen sensor, dimana sensor TGS2104 digunakan dalam aplikasi otomotif. Sensor ini dapat mendeteksi gas CO, H<sub>2</sub> dan HC pada keluaran kendaraan mesin bensin.

Untuk penggunaan pada mesin bensin, sensor gas TGS2104 dapat mendeteksi gas CO mulai dari 10 ppm sampai 1000 ppm. Pengujian sensor ini dilakukan di Laboratorium Motor Bakar Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang, pengujian dilakukan dengan cara mengalirkan gas CO ke sensor tersebut. Perencanaan rangkaian sensor gas CO dapat dilihat dalam Gambar 4.16 keluaran dari pin ke-1 dirangkai dengan potensiometer 100 k $\Omega$  yang berfungsi sebagai rangkaian pembagi tegangan.



Gambar 4.16 Rangkaian Perancangan Sensor Gas TGS2104  
Dari datasheet sensor diperoleh data sebagai berikut:

$$P_s \leq 15 \text{ mW}$$

$$P_s = \frac{(V_C - V_{RL})^2}{R_s} \quad \dots(4.1)$$

Daya disipasi sensor ( $P_s$ ) akan mencapai nilai maksimum saat  $R_s = R_L$ . Sehingga Persamaan 4.1 menjadi

$$\frac{(V_C - 0,5V_C)^2}{R_L} \leq 15 \text{ mW}$$

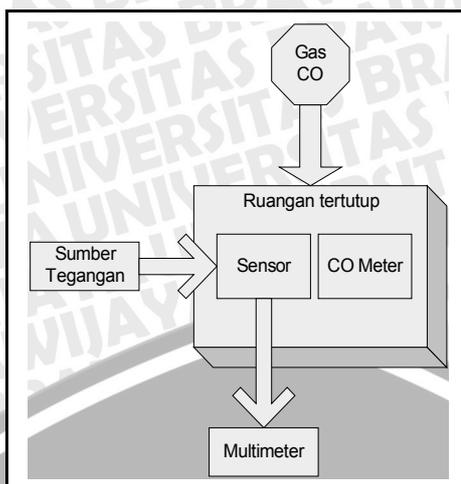
Pada percobaan ini sensor diberi catu ( $V_C$ ) sebesar 5 volt, sehingga nilai  $R_L$  dapat dicari, yaitu:

$$R_L \geq \frac{(5 - 2,5)^2}{15 \times 10^{-3}}$$

$$R_L \geq 416,67 \Omega$$

Pada perancangan ini  $R_L$  menggunakan potensiometer 100 k $\Omega$  yang nilainya diatur menjadi sebesar 10 k $\Omega$ .

Pengujian sensor dilakukan di Laboratorium Motor Bakar Teknik Mesin Universitas Brawijaya Malang, pengujian dilakukan dengan mengalirkan gas CO yang bersal dari asap rokok ke sensor, hasil keluaran sensor dicatat yang berupa tegangan dibandingkan dengan keluaran Alat Ukur gas CO yang dalam besaran ppm. Blok diagram rangkaian pengujian sensor ditunjukkan dalam Gambar 4.17.



Gambar 4.17 Blok Diagram Pengujian Sensor

Hasil pengujian sensor gas TGS2104 dapat dilihat dalam Tabel 4.3.

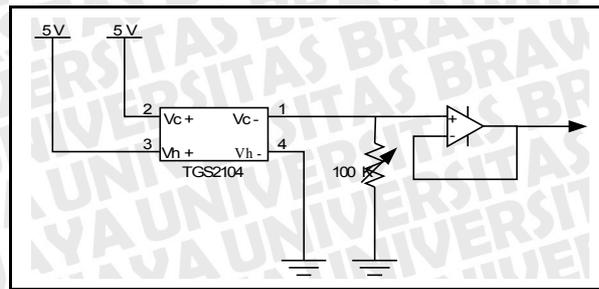
Tabel 4.3 Hasil Pengujian Sensor TGS2104

NO.	KADAR GAS CO (PPM)	V <sub>OUT</sub> (V) PERCOBAAN								Rata-rata
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	
1	10	2.74	3.25	3.2	2.7	3.35	3.05	3.18	3	3.07
2	20	3.29	3.68	3.73	3.4	3.66	3.25	3.65	3.42	3.52
3	30	3.54	3.83	3.92	3.69	3.83	3.5	3.83	3.6	3.73
4	35	3.68	3.95	3.98	3.78	4.04	3.8	3.9	3.7	3.88
5	40	3.96	4.03	4.12	3.96	4.08	4.01	4.06	3.8	4.03
6	50	4.05	4.14	4.16	4.07	4.14	4.12	4.11	3.86	4.11
7	60	4.18	4.2	4.23	4.16	4.23	4.22	4.18	3.91	4.20
8	70	4.23	4.28	4.28	4.22	4.28	4.25	4.27	3.95	4.26
9	80	4.28	4.3	4.31	4.26	4.32	4.31	4.33	3.98	4.30
10	90	4.31	4.32	4.34	4.28	4.35	4.34	4.38	4.01	4.33
11	100	4.41	4.38	4.37	4.31	4.37	4.36	4.43	4.04	4.38

#### 4.4. Perancangan Rangkaian Pengkondisi Sinyal

Pada bagian pengkondisi sinyal ini menggunakan rangkaian *voltage follower* (*buffer*) saja karena keluaran sensor TGS2104 untuk kadar gas 10 - 100 ppm adalah 3,07 – 4,38 volt, range tegangan tersebut dapat dibaca oleh ADC.

Rancangan rangkaian pengkondisi sinyal ditunjukkan dalam Gambar 4.18.

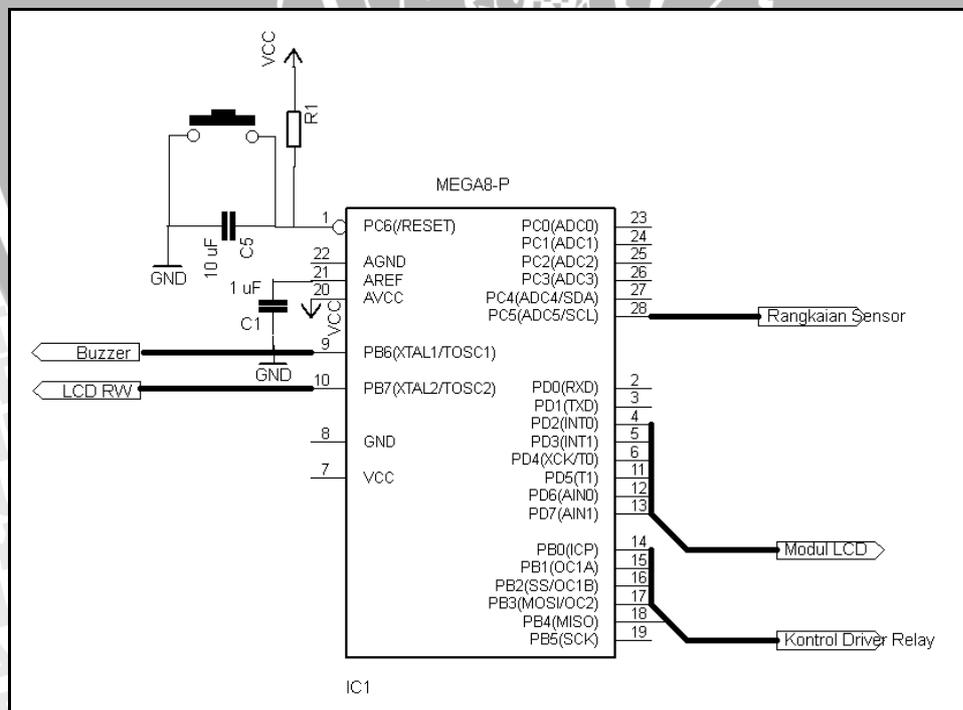


Gambar 4.18 Rangkaian Pengkondisi Sinyal

Dari Gambar 4.18 diketahui bahwa rangkaian pengkondisi sinyal difungsikan sebagai penyangga (buffer) sehingga tegangan keluaran yang dihasilkan sama besarnya dengan tegangan masukan. Selain itu penguat ini juga untuk mengurangi efek pembebanan pada sumber tegangan masukan tersebut.

#### 4.5. Perancangan Sistem Mikrokontroler ATmega8

Sistem mikrokontroler ATmega8 berfungsi sebagai pengatur aliran data dan sinyal-sinyal kontrol dengan memanfaatkan *port-port* yang telah tersedia. Satu buah peripheral penting yang dipakai pada perancangan alat ini adalah ADC yang ada pada ATmega8. Gambar 4.19 menunjukkan sistem rangkaian mikrokontroler ATmega8 yang akan diantarmukakan dengan rangkaian sensor, modul LCD, buzzer, dan rangkaian driver relay.



Gambar 4.19 Rangkaian Sistem Mikrokontroler ATmega8

Untuk memanfaatkan periperal ADC pada ATmega8 maka sistem mikrokontroler ATmega8 ini perlu dihubungkan dengan sebuah kapasitor sebesar  $1 \mu F$  pada kaki 21 pin AREF serta pin AVCC dengan Vcc. Dalam perancangan alat ini Kami memanfaatkan kristal internal sebesar 4 MHz serta tegangan referensi internal sebesar 5 V sebagai tegangan referensi ADC. Dalam sistem mikrokontroler ini direncanakan penggunaan *port* yang tersedia sebagai berikut:

- Port* D4, D5, D6, D7 sebagai jalur data untuk modul LCD  $2 \times 16$ .
- Port* D2 dan D3 sebagai jalur kontrol modul LCD  $2 \times 16$ .
- Port* B0, B1, dan B2 sebagai kontrol rangkaian driver relay.
- Port* C5 (ADC5) sebagai jalur masukan dari rangkaian pengkondisi sinyal (sensor).
- Port* B6 sebagai kontrol buzzer.
- Port* B7 sebagai masukan dari LCD RW.

#### 4.6. Perancangan ADC

Pada mikrokontroler ATmega8 ini terdapat ADC dengan resolusi 10 bit yang mampu mengkonversi data selama  $13 - 260 \mu s$ . Pada perancangan ini tegangan referensi yang digunakan ialah tegangan internal sebesar 5 volt. Masukan pada ADC ini terdapat 6 buah *channel* yang termultipleks, namun dalam perancangan ini hanya digunakan 1 buah *channel*, yaitu ADC5 sebagai masukan dari rangkaian pengkondisi sinyal sensor. Resolusi ADC ATmega8 10 bit dicari dengan perhitungan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{resolusi ADC} &= V_{\text{ref}} \times 2^{-n} && \dots (4.2) \\ &= 5 \times 2^{-10} \\ &= 4,88 \text{ mV} \cong 5 \text{ mV} \end{aligned}$$

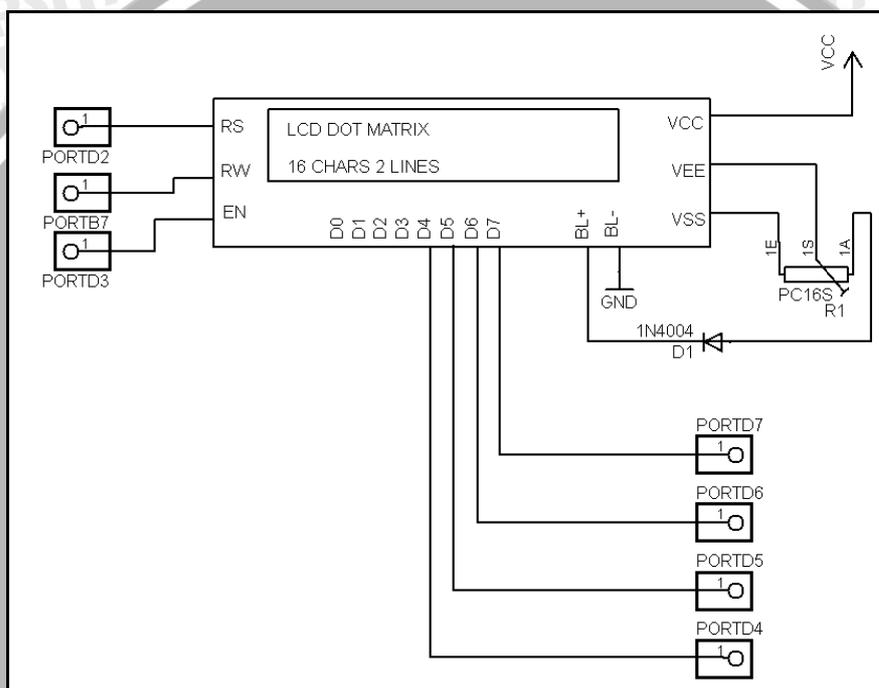
Data hasil konversi besarnya 10 bit, data tersebut diperoleh dengan perhitungan

$$\begin{aligned} \text{Data konversi ADC} &= \frac{V_{\text{in}}}{V_{\text{ref}}} \times 2^{10} && \dots (4.3) \\ &= \frac{V_{\text{in}}}{5} \times 1024 \end{aligned}$$

Untuk mendapatkan resolusi maksimum, ADC memerlukan *clock* antara 50 sampai 200 kHz, dalam perancangan ini digunakan clock 125 kHz. *Clock* untuk ADC diambil dari keluaran *prescaler* yang terhubung dengan rangkaian *clock* utama pada mikrokontroler. Mikrokontroler ATmega8 menggunakan *clock* sebesar 4 MHz maka nilai *prescaler* yang dipilih adalah  $\text{clock}/32$ .

#### 4.7. Perancangan Rangkaian Antarmuka Modul LCD

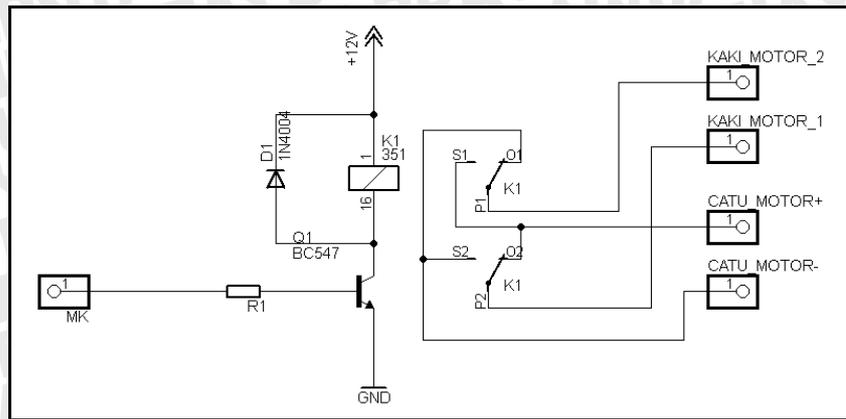
Sinyal-sinyal kontrol untuk modul LCD, 2 buah pin dari port D yaitu port D2 dan port D3 masing-masing dimanfaatkan sebagai jalur kontrol RS dan EN, sedangkan kontrol R/W pada LCD dihubungkan ke port B7. Dengan mengubah nilai VEE menggunakan potensiometer P1 akan diperoleh tingkat kecerahan yang berbeda pada tampilan LCD. Dioda D1 dipasang antara VCC dan terminal BL+ untuk mencatu lampu latar tampilan LCD pada tegangan 4,3 V. Rangkaian antarmuka modul LCD 2×16 ditunjukkan seperti pada Gambar 4.20.



Gambar 4.20 Rangkaian Antarmuka Modul LCD 2×16

#### 4.8. Perancangan Driver Relai untuk Sistem Sirkulasi Udara dan Motor Kaca Pintu Mobil

Driver ini digunakan untuk mengontrol system sirkulasi udara dan motor kaca pintu mobil, yaitu untuk mengganti mode sirkulasi udara di dalam kabin mobil dari *close circulation* menjadi *open circulation* dan untuk membuka kaca pintu mobil. Untuk lebih jelasnya perencanaan rangkaian driver relay disajikan dalam Gambar 4.21.



Gambar 4.21 Rangkaian Driver Otomatis Sistem Sirkulasi dan Motor kaca Pintu Mobil

Dari datasheet relay, diketahui besar resistansi kumparan relay  $700 \pm 10\% \Omega$  dan  $V_{cc} = 12$  volt. Dalam perancangan ini digunakan nilai minimum dari resistansi kumparan relay yaitu sebesar  $630 \Omega$ . Dengan  $V_{cc} = 12$  volt dan  $R_{relay} = 630 \Omega$ , maka arus pada collector ( $I_c$ ) dapat dicari, dengan menggunakan Persamaan 2.9:

$$I_c = \frac{V_{cc}}{R_{relay}}$$

$$I_c = \frac{12 V}{630 \Omega} = 19,04 mA$$

Arus masukan untuk driver relay diambil dari keluaran mikrokontroler yang diharapkan bernilai sebesar  $I_{outMK} = 2 mA$ . Sehingga transistor yang digunakan minimal mempunyai penguatan sebesar:

$$h_{FE} = \frac{19,04 mA}{2 mA} = 9,52$$

Transistor yang dipakai dalam perancangan ini adalah tipe BC547. Transistor NPN ini mampu mendorong arus kolektor maksimum sebesar 100 mA dan memiliki jangkauan nilai penguatan sampai dengan 800.

Dari datasheet transistor BC547, diperoleh data sebagai berikut:

- $h_{FEmin} = 110$
- $V_{BE} = 0,7$  volt

Dengan  $I_c = 19,04 mA$  dan  $H_{FE} = 110$ , maka nilai  $I_B$  dapat dicari menggunakan persamaan:

$$I_B = \frac{I_c}{\beta}$$

$$I_B = \frac{19,04 mA}{110} = 0,1731 mA$$

dengan diketahuinya nilai  $I_B = 0,1731 \text{ mA}$  dan  $V_{BB} = 4,94 \text{ volt}$  maka  $R_B$  dapat dicari dengan menggunakan persamaan:

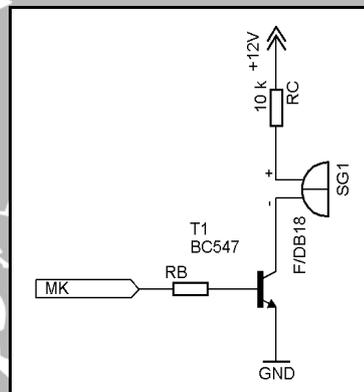
$$R_B = \frac{(V_{BB} - V_{BE})}{I_B}$$

$$R_B = \frac{(4,94 \text{ V} - 0,7 \text{ V})}{0,1731 \text{ mA}}$$

$$R_B = 24,494 \text{ k}\Omega \approx 25 \text{ k}\Omega$$

#### 4.9. Perancangan Driver Buzzer

Untuk mengaktifkan buzzer maka rangkaian menggunakan transistor yang difungsikan sebagai saklar. Perancangan rangkaian buzzer disajikan dalam Gambar 4.22.



Gambar 4.22 Rangkaian Buzzer

Pada perancangan ini nilai  $R_1$  di tentukan sebesar  $10 \text{ k}\Omega$ . Dari percobaan di dapatkan nilai  $R_{\text{buzzer}} = 2,6 \text{ k}\Omega$ , dengan  $V_{CC} = 12 \text{ volt}$  maka  $I_C$  dapat diketahui dengan persamaan:

$$I_C = \frac{V_{CC}}{R_C + R_{\text{buzzer}}}$$

$$I_C = \frac{12 \text{ volt}}{(10 + 2,6) \text{ k}\Omega} = 0,95 \text{ mA}$$

Transistor yang dipakai dalam perancangan ini adalah tipe BC547. Transistor NPN ini mampu mendorong arus kolektor maksimum sebesar  $100 \text{ mA}$  dan memiliki jangkauan nilai penguatan sampai dengan 800.

Dari datasheet transistor BC547, diperoleh data sebagai berikut:

- $h_{FE\text{min}} = 110$
- $V_{BE} = 0,7 \text{ volt}$

Dengan  $I_c = 0,95 \text{ mA}$  dan  $H_{FE} = 110$ , maka nilai  $I_B$  dapat dicari menggunakan persamaan:

$$I_B = \frac{I_C}{\beta}$$

$$I_B = \frac{0,95 \text{ mA}}{110} = 8,63 \mu A$$

dengan diketahuinya nilai  $I_B = 8,63 \mu A$  dan  $V_{BB} = 4,94 \text{ volt}$  maka  $R_B$  dapat dicari dengan menggunakan persamaan:

$$R_B = \frac{(V_{BB} - V_{BE})}{I_B}$$

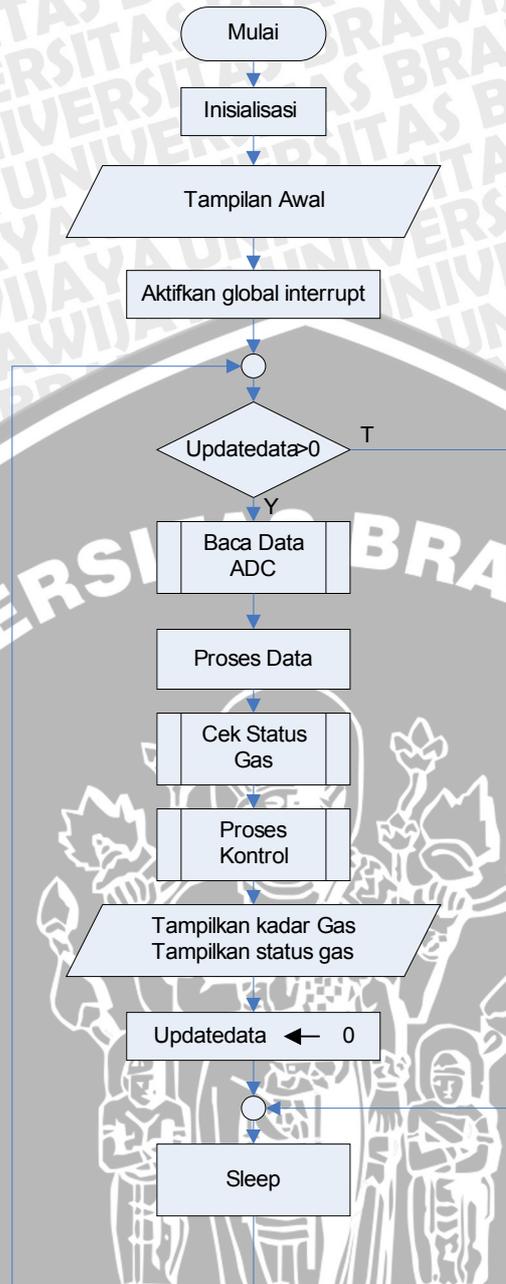
$$R_B = \frac{(4,94 \text{ V} - 0,7 \text{ V})}{8,63 \mu A} = 491,309 \text{ k}\Omega \approx 500 \text{ k}\Omega$$

#### 4.10. Perancangan Perangkat Lunak

Perangkat lunak yang dirancang menggunakan bahasa C. Output dari program yang berupa nilai kadar gas CO dan status ditampilkan pada LCD.

##### 4.10.1. Perangkat Lunak Program Utama

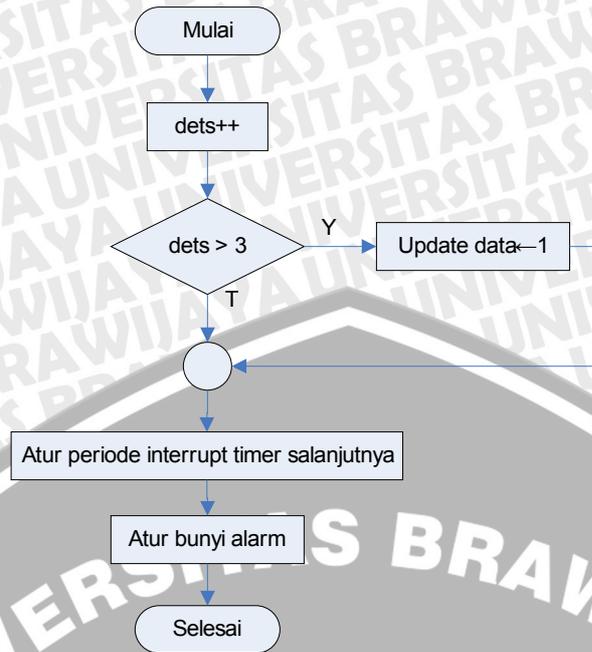
Gambar 4.23 menunjukkan *flowchart* dari program utama. Dalam program utama yang pertama kali dilakukan adalah inisialisasi mikrokontroler dan LCD. Tampilan awal LCD berupa kadar gas CO dan status. Kemudian program akan mengaktifkan *Global Interrupt*. Setelah itu program akan memastikan apakah mikrokontroler dalam kondisi sedang *update* data atau tidak, jika sedang tidak dalam proses *update* data maka mikrokontroler diset dalam mode *sleep*, apabila sedang dalam proses *update* data maka program akan menjalankan subrutin Baca Data ADC yang kemudian data tersebut akan diproses dalam Proses Data. Setelah itu program akan menjalankan subrutin Cek Status Gas, dan Proses Kontrol. Setelah itu program akan menampilkan kadar Gas CO dan status gas di dalam LCD. Setelah proses tersebut selesai maka program akan mengset mikrokontroler dalam kondisi tidak sedang *update* data dan mengistirahatkannya dengan mode *sleep* sebelum melakukan proses *update* data selanjutnya.



Gambar 4.23 Diagram Alir Program Utama

#### 4.10.2. Perangkat Lunak *Global Interrupt*

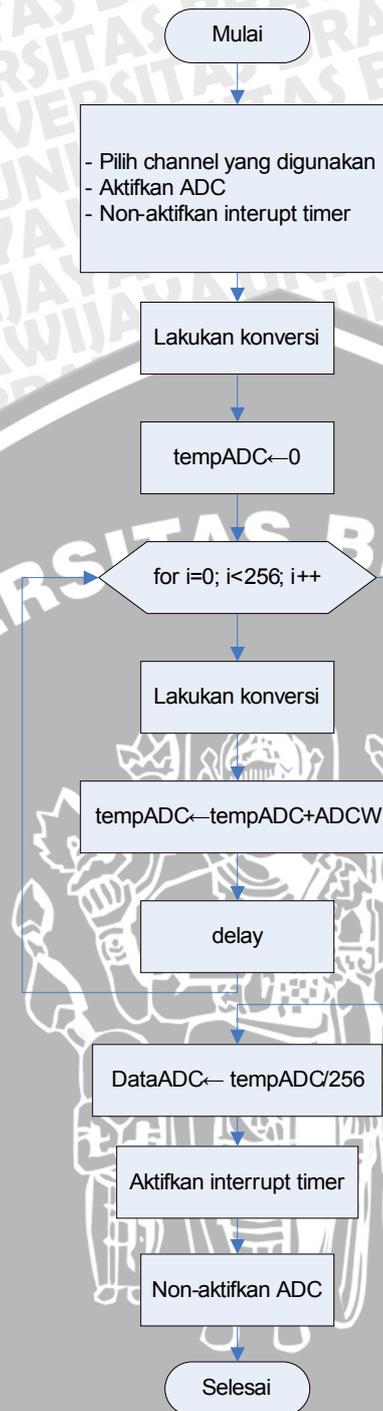
Flowchart *Global Interrupt* ditunjukkan dalam Gambar 4.24. Program subrutin *Gblal Interrupt* ini diaktifkan untuk mengaktifkan mikrokontroler agar mengupdate data tiap 3 detik dan juga untuk mengatur bunyi alarm berdasarkan status kadar gas CO yang terdeteksi.



Gambar 4.24 Diagram Alir Program *Subroutine Global Interrupt*

#### 4.10.3. Perangkat Lunak Baca Data ADC

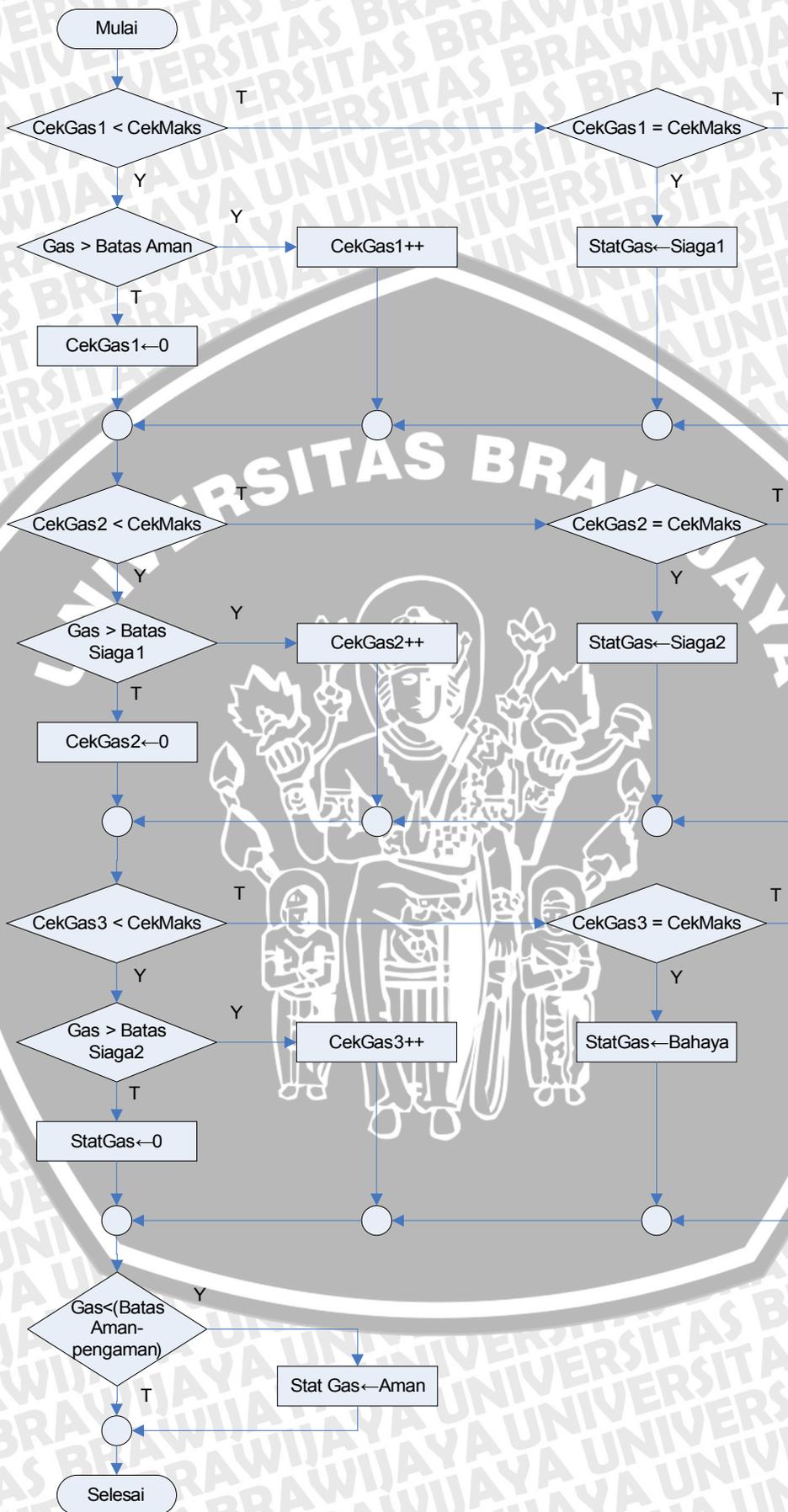
*Flowchar* program subrutin Baca Data ADC ditunjukkan dalam Gambar 4.25. Saat program ini diaktifkan, maka program akan memilih channel yang digunakan, mengaktifkan ADC dan menon-aktifkan *interrupt*. Setelah itu maka program akan "memanaskan" ADC dengan melakukan konversi data kemudian menolak hasil pengkonversian tersebut agar hasil pembacaan data ADC benar-benar menghasilkan data yang berasal dari sensor gas CO. Setelah proses konversi data dari sensor selesai program akan mengaktifkan lagi *interrupt* dan menonaktifkan ADC.



Gambar 4.25 Diagram Alir Program Subroutine Baca Data ADC

#### 4.10.4. Perangkat Lunak Cek Status Gas

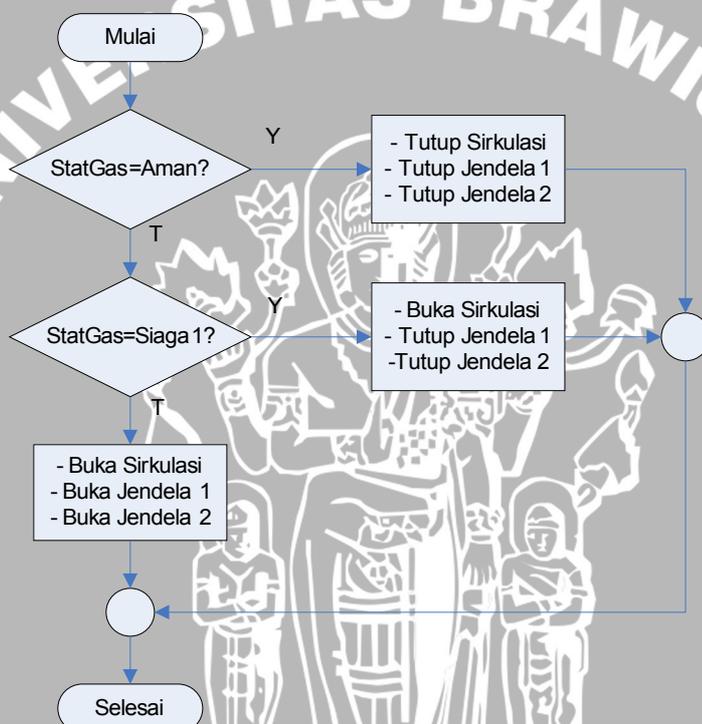
Flowchart program subrutin Cek Status Gas ditunjukkan dalam Gambar 4.26. Program ini akan memeriksa kondisi kadar gas CO yang terdeteksi kemudian dari data tersebut program akan menentukan status gas tersebut sebagai data untuk program subrutin Proses Kontrol dan ditampilkan di dalam LCD.



Gambar 4.26 Diagram Alir Program Subroutine Cek Status Gas

#### 4.10.5. Perangkat Lunak Proses Kontrol

Diagram alir program subrutin Proses Kontrol ditunjukkan dalam Gambar 4.27. Saat program ini diaktifkan maka program akan memeriksa data dari hasil program subrutin Cek Status Gas dimana data tersebut dijadikan acuan untuk mengambil tindakan pengamanan. Jika status gas terbaca sebagai status Aman, maka program akan menutup sirkulasi dengan meng-off-kan relai 1, menutup jendela 1 dan 2 dengan meng-off-kan relai 2 dan 3. Jika status gas terbaca sebagai status Siaga1, maka program akan membuka sirkulasi dengan meng-on-kan relai 1. Jika status gas terbaca sebagai bukan kedua status tersebut diatas, maka program akan membuka sirkulasi dengan meng-on-kan relai 1 dan membuka jendela 1 dan 2 dengan meng-on-kan relai 2 dan 3.



Gambar 4.27 Diagram Alir Program Subroutine Proses Kontrol

## B A B V

### PENGUJIAN DAN ANALISIS

Bab ini berisi penjelasan prosedur pengujian dari alat yang telah dirancang guna mengetahui sistem dapat bekerja dengan baik sesuai dengan perencanaan. Pengujian dilakukan dengan melakukan pengukuran pada tiap-tiap blok kemudian dilanjutkan dengan pengujian alat secara keseluruhan. Data hasil pengujian yang diperoleh nantinya akan di analisis untuk dijadikan acuan dalam mengambil kesimpulan.

Pengujian dilakukan pada tiap-tiap blok sistem. Adapun blok-blok yang diuji adalah:

- 1) Pengujian sensor TGS2104.
- 2) Pengujian ADC pada AVR ATmega8.
- 3) Pengujian rangkaian antarmuka modul LCD.
- 4) Pengujian rangkaian driver relay.
- 5) Pengujian sistem secara keseluruhan.

Alat-alat dan *software* yang digunakan dalam pengujian sebagai berikut:

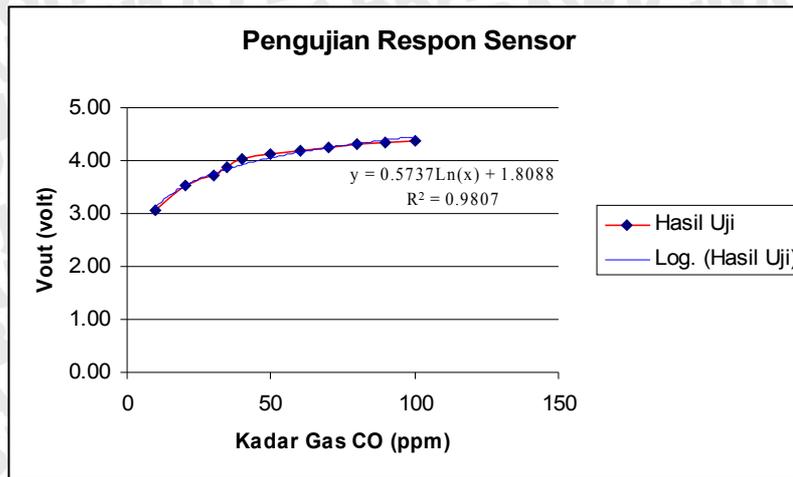
- a. Adaptor SHINYOKU 1,5 – 12 V dengan arus maksimal 1,2 A
- b. Multimeter digital HB DT9205A
- c. CO Meter Krisbow KW0600292
- d. *Software* AVR Studio4
- e. Seperangkat PC
- f. Modul LCD 2x16
- g. Kabel dan konektor

#### 5.1. Pengujian Sensor

Pengujian sensor dilakukan untuk mengetahui besarnya keluaran sensor terhadap kadar gas CO yang diberikan.

Pengujian dilakukan dengan mengalirkan gas CO yang bersalal dari asap rokok ke sensor, hasil keluaran sensor dicatat yang berupa tegangan dibandingkan dengan keluaran alat ukur gas CO yang dalam besaran ppm

Hasil pengujian respon sensor pada Tabel 4.3 dapat ditampilkan dalam bentuk grafik seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 5.28 dengan menggunakan program Microsoft EXEL.



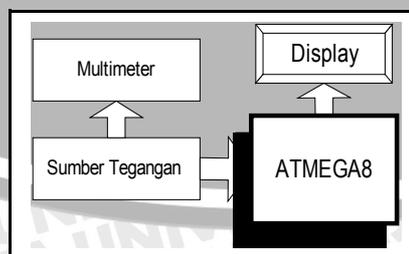
Gambar 5.28 Grafik Pengujian Sensor Gas CO

Dari grafik tersebut didapatkan bahwa hasil pengujian respon sensor (volt) terhadap kadar gas CO di udara adalah mendekati logaritmik dengan adanya korelasi yang saling berkaitan dengan  $R^2 = 0,981$ .

### 5.2. Pengujian ADC Pada AVR ATmega8

Pengujian ADC pada AVR ATmega8 bertujuan untuk mengetahui apakah ADC dapat bekerja dengan baik dan menguji keakuratan perubahan keluaran ADC terhadap tegangan masukan yang bervariasi pada pengoperasian kontinyu.

Pengujian dilakukan dengan membuat program untuk membaca input kemudian merubahnya menjadi bentuk digital menggunakan ADC dan menampilkan hasilnya pada *display*, program kemudian dimasukkan ke dalam mikrokontroler. Rangkaian dihubungkan dengan catu daya. Input berupa tegangan DC sebesar 0-5 V diberikan pada *port* yang digunakan. Hasil konversi yang ditampilkan melalui *display* kemudian dicatat dan dihitung nilai tegangannya. Blok diagram pengujian ADC ditunjukkan dalam Gambar 5.29.



Gambar 5.29 Blok diagram rangkaian pengujian ADC

Hasil pengujian ADC pada AVR ATmega8 ditunjukkan pada Tabel 5.4.

Tabel 5.4 Hasil Pengujian ADC pada AVR ATmega8

TEGANGAN MASUKAN (V)	TEGANGAN KELUARAN (DESIMAL)		% PENYIMPANGAN
	Hasil Pengujian	Hasil Perhitungan	
0.463	94	94	0.00
0.65	132	133	0.76
0.986	201	201	0.00
1.26	257	258	0.39
1.573	322	322	0.00
1.911	392	391	0.26
2.92	603	598	0.83
3.07	635	628	1.10
3.53	730	722	1.10
4.26	869	872	0.35
4.38	906	897	0.99
Penyimpangan rata-rata			0,53

Dari Tabel 5.4 dapat diketahui bahwa ADC Atmega8 mampu mengkonversi masukan analog antara 0 V sampai 5 V menjadi suatu data keluaran biner. Dari 11 kali percobaan yang dilakukan, prosentase penyimpangan terbesar adalah 1,1 % dan prosentase penyimpangan rata-rata adalah sebesar 0,53%. Nilai hasil perhitungan dapat diketahui dengan menggunakan Persamaan 5.1 berikut ini:

$$\text{Hasil Perhitungan} = \frac{\text{TeganganMasukan}}{5} \times 1024 \quad \dots\dots(5.1)$$

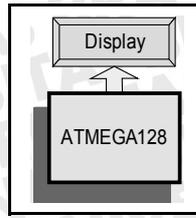
Analisis dilakukan dengan menghitung prosentase penyimpangan hasil pengujian terhadap hasil perhitungan pada ADC ATmega8 dengan menggunakan Persamaan 5.2.

$$\% \text{ Penyimpangan} = \left| \frac{\text{pengujian} - \text{perhitungan}}{\text{perhitungan}} \right| \times 100\% \quad \dots\dots(5.2)$$

### 5.3. Pengujian *Display*

Pengujian *display* dilakukan untuk mengetahui apakah keluaran *display* sesuai dengan data yang diberikan.

Pengujian dilakukan dengan membuat program untuk menampilkan data berupa karakter ASCII. Setelah program dimasukkan ke dalam mikrokontroler maka rangkaian diberi catu daya dan dilihat bagaimana keluaran *display*. Blok diagram rangkaian untuk pengujian ditunjukkan dalam Gambar 5.30.



Gambar 5.30 Blok diagram rangkaian pengujian LCD.

Program yang dibuat untuk pengujian adalah program sederhana yaitu menampilkan karakter ‘JAKFARIADY’ dan ‘0210630068’ pada kedua baris layar LCD. Gambar 5.31 menunjukkan hasil pengujian rangkaian antarmuka modul LCD.



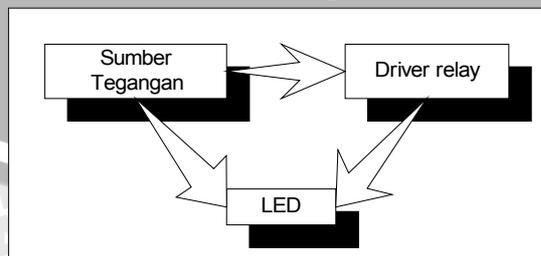
Gambar 5.31 Hasil Pengujian LCD

Hasil pengujian yang diperoleh adalah layar LCD dapat menampilkan karakter sesuai dengan yang diharapkan. Dengan demikian rangkaian antarmuka modul LCD dapat berfungsi sesuai dengan yang diharapkan.

#### 5.4. Pengujian Rangkaian Driver Relay

Pengujian ini bertujuan untuk menganalisis apakah rangkaian driver sistem sirkulasi udara dan motor kaca pintu mobil telah berfungsi dengan baik.

Pengujian dilakukan dengan menghubungkan rangkaian driver relay seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 5.32, kemudian memberikan logika 0 dan 1 pada driver relay.



Gambar 5.32 Blok Diagram Pengujian Driver Relay

Hasil pengujian driver relay untuk sistem sirkulasi udara ditunjukkan dalam Tabel 5.5 dan hasil pengujian driver relay untuk membuka dan menutup kaca jendela pintu mobil ditunjukkan dalam Tabel 5.6.

Tabel 5.5 Hasil Pengujian Rangkaian Driver Relay Sistem Sirkulasi

LOGIKA	RELA Y 1	LED		KONDISI
		Hijau	Merah	
0	off	Menyala	Padam	Close Circulation
1	on	Padam	Menyala	Open Circulation

Tabel 5.6 Hasil Pengujian Rangkaian Driver Relay Motor Kaca Jendela Pintu Mobil

LOGIKA	RELAY		LED 1		LED 2		KONDISI
	2	3	Hijau 1	Merah 1	Hijau 2	Merah 2	
0	off	off	Menyala	Padam	Menyala	Padam	Menutup
1	on	on	Padam	Menyala	Padam	Menyala	Membuka

Dari hasil pengujian dapat disimpulkan bahwa rangkaian driver relay untuk sistem sirkulasi dan motor kaca pintu mobil dapat berfungsi sesuai dengan yang direncanakan.

### 5.5. Pengujian Keseluruhan

Pengujian keseluruhan dilakukan untuk mengetahui kinerja system secara keseluruhan berdasarkan perancangan.

- 1) Prosedur pengujian rangkaian secara keseluruhan adalah sebagai berikut:
- 2) Mengatur dan menyusun rangkaian sesuai dengan Blok Diagram Sistem seperti pada Gambar 4.1.
- 3) Memasukkan program secara keseluruhan.
- 4) Mengaktifkan “Alat Monitoring Kadar Gas CO dan Pengamanan Pengendara di Dalam Kabin Mobil”.
- 5) Mengalirkan gas CO dari asap rokok ke ruangan pengukuran.
- 6) Mencatat hasil pengukuran yang ditampilkan alat

Hasil pengujian secara keseluruhan alat disajikan dalam Tabel 5.7.

Tabel 5.7 Hasil Pengujian Keseluruhan Alat

OUTPUT ALAT (PPM)	RELAY			STATUS	LED 1						BUZZER*
	1	2	3		Hijau 1	Merah 1	Hijau 2	Merah 2	Hijau 3	Merah 3	
9	off	off	off	Aman	on	off	on	off	on	off	off
21	off	off	off	Aman	on	off	on	off	on	off	off
31	on	off	off	Siaga 1	off	on	on	off	on	off	on 1
39	on	off	off	Siaga 1	off	on	on	off	on	off	on 1
45	on	off	off	Siaga 1	off	on	on	off	on	off	on 1
55	on	off	off	Siaga 1	off	on	on	off	on	off	on 1
64	on	on	on	Siaga 2	off	on	off	on	off	on	on 2
73	on	on	on	Siaga 2	off	on	off	on	off	on	on 2
84	on	on	on	Siaga 2	off	on	off	on	off	on	on 2
88	on	on	on	Siaga 2	off	on	off	on	off	on	on 2
95	on	on	on	Siaga 2	off	on	off	on	off	on	on 2
>100	on	on	on	Bahaya	off	on	off	on	off	on	on 3

\*Keterangan:

- on 1 = sinyal peringatan pertama (lambat)
- on 2 = sinyal peringatan kedua (cepat)
- on 3 = sinyal peringatan ketiga (kontinyu)

Untuk mengetahui keakuratan alat maka dilakukan kalibrasi alat dibandingkan dengan CO meter. Kalibrasi alat dilakukan di Laboratorium Motor Bakar Teknik Mesin Universitas Brawijaya Malang. Dari hasil pengujian diperoleh data yang ditunjukkan dalam Tabel 5.8. Nilai error dan akurasi pada Tabel 5.8 dapat dicari dengan menggunakan Persamaan 5.3 dan 5.4 sebagai berikut:

$$\text{error (\%)} = \left| \frac{\text{Output CO Meter} - \text{Output Alat}}{\text{Output CO Meter}} \right| \times 100\% \quad \dots (5.3)$$

$$\text{akurasi(\%)} = 100\% - \text{error} \quad \dots(5.4)$$

Dari Persamaan 5.3 dan 5.4 didapatkan error dan akurasi rata-rata alat yang disajikan di dalam Tabel 5.8.

Tabel 5.8 Hasil Kalibrasi Alat

PERCOBAAN 1				PERCOBAAN 2			
Output CO Meter (ppm)	Output Alat (ppm)	Error (%)	Akurasi (%)	Output Co Meter (ppm)	Output Alat (ppm)	Error (%)	Akurasi (%)
10	7	30.00	70.00	10	9	10.00	90.00
20	15	25.00	75.00	20	16	20.00	80.00
30	25	16.67	83.33	30	26	13.33	86.67
35	29	17.14	82.86	35	30	14.29	85.71
41	38	7.32	92.68	41	36	12.20	87.80
69	64	7.25	92.75	53	47	11.32	88.68
75	69	8.00	92.00	66	60	9.09	90.91
80	75	6.25	93.75	78	76	2.56	97.44
90	82	8.89	91.11	85	82	3.53	96.47
96	88	8.33	91.67	89	91	2.25	97.75
102	97	4.90	95.10	96	94	2.08	97.92
Rata-rata		12.70	87.30	Rata-rata		9.15	90.85
Rata-rata Total Error		10.93					
Rata-rata Total Akurasi		89.07					

Berdasarkan hasil pengujian seperti yang ditunjukkan dalam Tabel 5.8 dapat disimpulkan bahwa dari percobaan yang dilakukan, tingkat error terbesar adalah 30 %, tingkat error terkecil adalah 2,08 %, dan tingkat error rata-rata sebesar 10,93 % dengan tingkat akurasi terbesar adalah 97,92%, tingkat akurasi terkecil adalah 70 % dan tingkat akurasi rata-rata sebesar 89,07 %. Tingkat error yang masih cukup besar disebabkan oleh beberapa hal, yaitu :

- regresi persamaan garis untuk mencari kadar CO berdasarkan data ADC.
- adanya error pada pengkonversian data analog menjadi data digital oleh ADC.
- kesalahan mencatat saat pengujian.
- sampling time* sensor CO Meter lebih cepat dibandingkan *sampling time* sensor alat.

## B A B V I

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 6.1. Kesimpulan

Dari hasil perancangan dan pengujian alat dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

- 1) Alat monitoring kadar gas CO dan pengamanan pengemudi di dalam kabin mobil telah sesuai dengan yang direncanakan.
- 2) Alat mampu menampilkan kadar gas CO dengan range 0 – 200 ppm.
- 3) Saat memasuki status siaga 1 sistem mengaktifkan driver relay untuk mengubah mode sirkulasi dari sirkulasi tertutup menjadi sirkulasi terbuka dan memberi tanda peringatan berupa sinyal dari buzzer.
- 4) Saat memasuki status siaga 2 sistem mengaktifkan driver relay untuk membuka kaca jendela pintu mobil dan memberi tanda peringatan berupa sinyal dari buzzer yang berbeda dengan tanda bahaya saat status siaga 1.
- 5) Saat memasuki status bahaya maka sistem akan memberi peringatan bahaya berupa sinyal dari buzzer yang kontinyu yang akan berhenti apabila status sudah turun ke status aman.

#### 6.2. Saran

Saran-saran untuk pengembangan alat selanjutnya:

1. Pengujian sensor sebaiknya dilakukan dengan menggunakan ruang uji yang benar-benar tertutup dan menggunakan kadar gas yang diketahui untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat.
2. Perlunya penelitian posisi penempatan sensor untuk mendapatkan hasil yang optimal.
3. Perlu penambahan sensor O<sub>2</sub> sebagai pertimbangan dalam mengambil keputusan.

## DAFTAR PUSTAKA

- ACGIH. 1997. *Threshold Limit Values (TLVs) for Chemical Substances and Physical Agents and Biological Exposure Indices (BEIs) for 1996-1997*. Cincinnati
- Anonim. 2008. Efek Gas CO Knalpot Mobil. <http://www.otogenik.com/newsaktual1.asp?noidcon=522>, diakses tanggal 14 Januari 2009
- Anonim. 2008. Keracunan Karbon Monoksida = Mati Indah. <http://www.kompas.com/read/xml/2008/06/17/12143342/keracunan.karbon.monoksida.mati.indah>, diakses tanggal 14 Januari 2009
- Anonim. 2008. Sepasang Kekasih Tewas di Ancol. <http://www.kompas.com/read/xml/2008/06/16/16575364/sepasang.kekasih.tewas.di.ancol>, diakses tanggal 14 Januari 2009
- Anonim. 2008. TIPS & TRICK : Dampak Buruk Emisi Kendaraan. <http://www.ciptapangan.com/index.php?action=view&id=5390&module=newsmodule&src=%40random47038ae3b4670>, diakses tanggal 20 April 2009
- Anonim. 2008. Waspada! Kebocoran Gas Karbon Intai AC Mobil Anda. <http://www.surya.co.id/web/Cyber-Iptek/Waspada-Kebocoran-Gas-Karbon-Intai-AC-Mobil-Anda.html>, diakses tanggal 14 Januari 2009
- Atmel, 2006, ATmega8 Data sheet
- Couglin, Robert F. 1982. Penguat Operasional dan Rangkaian Terpadu Linear. Edisi ke II. Jakarta: Erlangga
- Delta Electronic. 2006. LCD tipe 2x16 <http://www.delta-electronics.com/>, tanggal akses 20 April 2009.
- Fardiaz, Srikandi. 1992. Polusi Air dan Udara. Yogyakarta: Kanissus
- Figaro sencer. 1999. *TGS2104- For Detection of Gasoline Exhaust Gas*. September 1999
- ILO. 1983. *Encyclopedia of Occupational Health and Safety, Volumes I and II*. Geneva
- Malvino, A.P. 1987. Prinsip-prinsip Elektronika, Jilid 2, Cetakan Ketiga. Penerjemah M. Barmawi, M.O Tjia. Jakarta: Erlangga
- Milman, Jacob dan Halkians, Cristos C. 1992. Rangkaian dan Sistem Analog dan Digital. Diterjemahkan oleh Barmawi. Jakarta : Penerbit Erlangga.
- Saputa, Yoki Edi. 2008. Waspada! Bahan-bahan Kimia Berbahaya di Sekitar Kita (Bagian I). <http://www.chem-is-try.org/?sect=fokus&ext=48>, diakses 14 Januari 2009
- Surabaya Pagi. 2007. Empat Orang Meninggal di dalam Mobil Mewah. 12 April 2007.