



**RANCANG BANGUN ALAT PENDETEKSI GAS  
BUANG KARBON MONOKSIDA (CO) PADA  
KENDARAAN BERMOTOR**

skripsi

disajikan sebagai salah satu syarat untuk  
memperoleh gelar Sarjana Sains Program

Studi Fisika

Oleh

Ervin Kristiana

4250406006

PERPUSTAKAAN  
UNNES

**JURUSAN FISIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

2011

## **PERSETUJUAN PEMBIMBING**

Skripsi ini telah disetujui oleh pembimbing untuk diajukan ke Sidang Panitia Ujian Skripsi.

Semarang, Juli 2011

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Sunarno, S.Si., M.Si.  
NIP.197201121999031003

Drs. Sukiswo Supeni Edi, M.Si  
NIP.195610291986011001



## PENGESAHAN

Skripsi yang berjudul

Rancang Bangun Alat Pendeteksi Gas Karbon Monoksida (CO) Pada  
Kendaraan Bermotor

disusun oleh

Ervin Kristiana

4250406006

telah dipertahankan di hadapan Sidang Panitia Ujian Skripsi FMIPA Universitas  
Negeri Semarang pada tanggal 5 Juli 2011.

Panitia:

Ketua

Sekretaris

Dr. Kasmadi Imam S., M.S  
NIP.195111151979031001

Dr. Putut Marwoto, M.Si  
NIP.196308211988031004

Ketua Penguji

Dr. Sulhadi, M.Si.  
NIP.197108161998021001

Anggota Penguji/  
Pembimbing Utama

Anggota Penguji/  
Pembimbing Pendamping

Sunarno, S.Si., M.Si.  
NIP.197201121999031003

Drs. Sukiswo Supeni Edi, M.Si  
NIP.195610291986011001

## **PERNYATAAN**

Saya menyatakan bahwa yang tertulis dalam skripsi ini benar-benar hasil karya saya sendiri, bukan jiplakan dari karya tulis orang lain, baik sebagian atau seluruhnya. Pendapat atau temuan orang lain yang terdapat dalam skripsi ini dikutip atau dirujuk berdasarkan kode etik ilmiah.



## MOTTO

- *Allah tidak akan merubah nasib suatu kaum hingga mereka mau mengubah nasib mereka sendiri (QS. Ar Ra'du: 11)*
- *The First and the most important step towards success is the feeling that we can succeed (Nelson Boswell)*

### PERSEMBAHAN:

- *Untuk Bapak dan Ibu tercinta, terima kasih atas doa, dukungan, nasehat, dan kasih sayang yang telah diberikan selama ini.*
- *Seluruh keluarga di rumah, terima kasih atas doa, nasehat dan dukungannya.*
- *Untuk Bunda, terima kasih untuk semua dukungan, motivasi dan doanya.*
- *Sahabat yang selalu mendukungku.*

PERPUSTAKAAN  
UNNES

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan baik.

Skripsi ini adalah laporan penelitian yang mengambil judul “Rancang Bangun Alat Pendeteksi Gas Buang Karbon Monoksida (CO) Pada Kendaraan Bermotor”. Penulis menyadari bahwa tanpa dan bimbingan dari berbagai pihak, skripsi ini tidak akan berjalan lancar, oleh karena itu penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada yang terhormat:

1. Dr. Kasmadi Imam S., M.S., Dekan FMIPA Universitas Negeri Semarang yang memberikan ijin dan kesempatan kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi.
2. Dr. Putut Marwoto, M.S., Ketua Jurusan Fisika Universitas Negeri Semarang yang banyak membantu proses perijinan pelaksanaan skripsi.
3. Dra. Upik Nurbaiti, M.Si., dosen wali yang telah memberikan arahan kepada penulis selama menempuh studi.
4. Sunarno, S.Si., M.Si., pembimbing 1 yang dengan penuh kesabaran telah memberikan bimbingan selama pembuatan skripsi.
5. Drs. Sukiswo Supeni Edi, M.Si., pembimbing 2 yang dengan penuh kesabaran telah memberikan bimbingan selama pembuatan skripsi.
6. Bapak/Ibu Dosen Jurusan Fisika yang telah banyak memberikan ilmu dan arahan kepada penulis.
7. Subagio yang telah membantu proses penelitian di Badan Lingkungan Hidup (BLH) Kota Semarang.
8. Kedua orang tuaku yang tidak pernah lelah berdoa untukku, serta Bunda ku yang selalu memberikan nasehat dan dukungan.
9. Ari, Susan, Guspur, Nikola, Amin, Rifai, Yoki, Insan, Uli, dan Tyo yang telah membantu dalam melakukan penelitian.

Penulis sadar skripsi ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu saran dan kritik membangun sangat diharapkan penulis sebagai pelajaran di masa depan. Penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak. Amin.

Semarang, Juni 2011



## ABSTRAK

Kristiana, Ervin. 2011. *Rancang Bangun Alat Pendeteksi Gas Karbon Monoksida (CO) pada Kendaraan Bermotor*. Skripsi, Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang. Pembimbing Utama Sunarno, S.Si., M.Si. dan Pembimbing Pendamping Drs. Sukiswo Supeni Edi, M.Si.

Kata kunci: *Global Warming*, Gas CO, Gas Buang Emisi, Sensor TGS 2201, Mikrokontroler Atmega 16.

Perkembangan kendaraan bermotor di era global mengalami suatu lonjakan yang luar biasa. Penjualan sepeda motor nasional sepanjang tiga kuartal 2008 meningkat 42% menjadi sekitar 4,8 juta unit dibanding tahun 2007 dan terus bertambah dari tahun ke tahun. Kendaraan bermotor menghasilkan polutan lebih dari 60% dibandingkan dengan penghasil polutan yang lain. Semakin bertambahnya jumlah kendaraan bermotor menghasilkan emisi gas buang karbon monoksida (CO) semakin besar sehingga meningkatkan laju pemanasan global (*global warming*). Unsur terbesar dari gas buang kendaraan bermotor adalah gas karbon monoksida (CO). Untuk mengukur kandungan gas CO dibutuhkan detektor yang mampu mendeteksi gas CO hasil dari pembuangan kendaraan bermotor. Pada penelitian ini dihasilkan suatu detektor gas CO yang *portable* menggunakan sensor TGS 2201 berbasis mikrokontroler Atmega 16. Sensor akan mendeteksi gas CO melalui pembuangan kendaraan tersebut dan hasilnya akan ditampilkan pada LCD 2X16. Kalibrasi dilakukan terhadap alat standar *Autocheck Gas Analyzer*, untuk mengetahui kelayakan detektor gas CO. Detektor gas CO ini kemudian diujikan pada produksi A, B, dan C yang telah dipasarkan dari tahun 2006 sampai 2010. Rata – rata besar kandungan gas CO dari ketiga jenis motor tersebut sebesar 1,52% untuk A, B sebesar 1,3%, dan C sebesar 1,43%. Jadi dari ketiga jenis motor tersebut yang memiliki kandungan gas CO paling kecil adalah B.



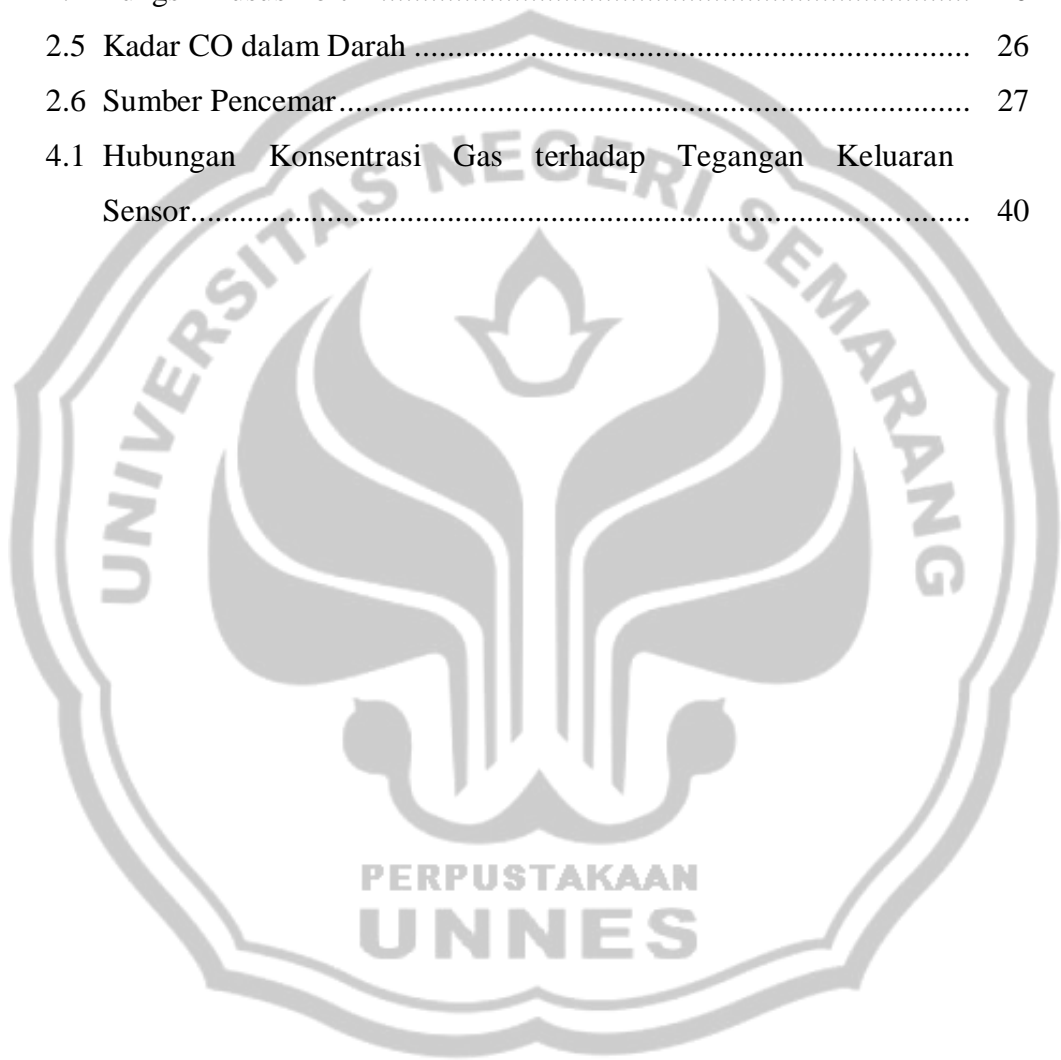
# DAFTAR ISI

	Halaman
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	vi
<b>ABSTRAK</b> .....	viii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	ix
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xiii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xvi
<b>BAB</b>	
<b>1. PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Permasalahan.....	3
1.3 Tujuan.....	3
1.4 Manfaat.....	4
1.5 Batasan Masalah.....	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
<b>2. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	6
2.1 Sensor.....	6
2.1.1 Sensor Gas TGS 2201.....	8
2.1.2 Prinsip Kerja Sensor TGS 2201.....	11
2.1.3 Karakteristik Sensor TGS 2201.....	13
2.1.4 Rangkaian Dasar Sensor TGS 2201.....	15
2.2 Mikrokontroler AVR.....	15
2.2.1 Konfigurasi Pin Atmega 16.....	18
2.3 Software Mikrokontroler ATmega16.....	20
2.4 Liquid Crystal Display (LCD).....	22
2.5 Skema Alat Pendeteksi Gas Karbon Monoksida.....	23
2.6 Emisi.....	24
2.7 Uji Emisi.....	27
<b>3. METODE PENELITIAN</b> .....	29
3.1 Alat dan Bahan.....	29

3.1.1 Desain Penelitian.....	29
3.1.2 Skema Rangkaian.....	30
3.1.3 Diagram Alir Program.....	34
3.2 Kalibrasi Alat .....	35
3.3 Metode Pengambilan Data .....	36
3.4 Diagram Alir Penelitian.....	37
<b>4. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>38</b>
4.1 Hasil Penelitian .....	40
4.1.1 Pengujian Sensor.....	40
4.1.2 Hasil Kalibrasi.....	43
4.1.3 Hasil Uji pada Motor A .....	44
4.1.4 Hasil Uji Pada Motor B .....	49
4.1.5 Hasil Uji Pada Motor C.....	51
4.1.6 Perbandingan Kandungan Gas Buang CO untuk Tiga Merk Kendaraan bermotor (A, B, dan C) .....	53
4.2 Pembahasan.....	54
<b>5. PENUTUP.....</b>	<b>58</b>
5.1 Simpulan .....	58
5.2 Saran .....	58
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>59</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>60</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1 Spesifikasi Sensor Gas TGS 2201.....	9
2.2 Fungsi Khusus dari Port B.....	19
2.3 Fungsi Khusus Port C.....	19
2.4 Fungsi khusus Port D.....	20
2.5 Kadar CO dalam Darah.....	26
2.6 Sumber Pencemar.....	27
4.1 Hubungan Konsentrasi Gas terhadap Tegangan Keluaran Sensor.....	40



## DAFTAR GAMBAR

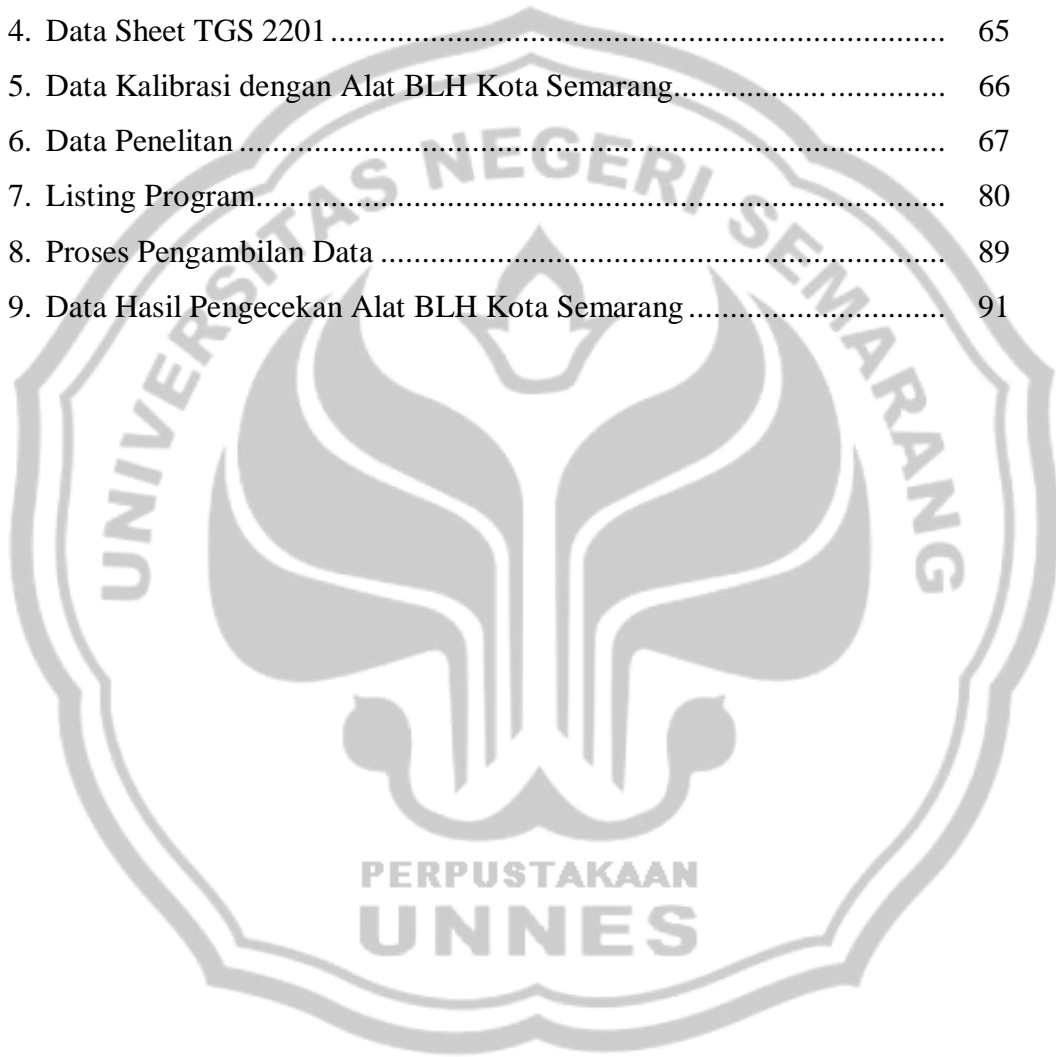
Gambar	Halaman
1.1 Garfik Tingkat Emisi Gas Buang dari Tahun ke Tahun.....	2
2.1 Fungsional Sensor.....	6
2.2 Rangkaian komponen Sensor Fisika.....	7
2.3 Sensor Kadar CO.....	7
2.4 Sensor Gas TGS 2201.....	8
2.5 Sturktur dan Dimensi Sensor TGS 2201.....	10
2.6 Struktur Sensor TGS 2001.....	11
2.7 Reaksi Kristal SnO <sub>2</sub> Dengan Oksigen.....	12
2.8 Reakasi Antara Gas CO dan Serapan Oksigen dalam Kristal.....	13
2.9 Karakteristik Sensor Gas.....	14
2.10 Rangkaian Dasar Pengukuran.....	15
2.11 Blok Diagarm Atmega16.....	17
2.12 Konfigurasi Atmega16.....	18
2.13 Liquid Crystal display (LCD).....	22
2.14 Secara Umum Pendeteksian Gas CO.....	24
3.1 Blok Diagram Rangkaian.....	29
3.2 Skema Rangkaian Gas CO.....	30
3.3 Rangkaian Catu Daya.....	31
3.4 Rangkaian ATmega16.....	32
3.5 Rangkaian Dasar sensor TGS 2201.....	33
3.6 Rangkaian Liquid Crystal Display (LCD).....	33
3.7 Flowchart Program.....	34
3.8 Autocheck Gas Analyzer.....	36
4.1 Alat Deteksi Gas CO.....	38
4.2 Rangkaian Pembagi Tegangan.....	41
4.3 Data Antara Pengujian Alat Deteksi Gas CO menggunakan sensor TGS 2201 dengan Pengujian Autocheck Gas Analyzer.....	44
4.4 Grafik hubungan Antara Gas buang CO terhadap tahun produksi motor A1.....	45

4.5 Grafik hubungan antara gas buang CO terhadap tahun produksi motor A3.....	46
4.6 Grafik hubungan antara gas buang CO terhadap tahun produksi motor A2 .....	46
4.7 Grafik hubungan antara gas buang CO terhadap tahun produksi motor A5 .....	47
4.8 Grafik hubungan antara gas buang CO terhadap tahun produksi motor A6 .....	47
4.9 Grafik hubungan antara gas buang CO terhadap tahun produksi motor A4 .....	48
4.10 Grafik hubungan antara gas buang CO terhadap tahun produksi motor B1....	49
4.11 Grafik hubungan antara gas buang CO terhadap tahun produksi motor B3....	50
4.12 Grafik hubungan antara gas buang CO terhadap tahun produksi motor B2....	50
4.13 Grafik hubungan antara gas buang CO terhadap tahun produksi motor B4....	51
4.14 Grafik hubungan antara gas buang CO terhadap tahun produksi motor C2....	52
4.15 Grafik hubungan antara gas buang CO terhadap tahun produksi motor C1....	52
4.16 Grafik hubungan antara gas buang CO terhadap tahun produksi dari ketiga kendaraan bermotor .....	53



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Perhitungan Ralat Regresi.....	60
2. Gambar Rangkaian Alat Deteksi Gas CO .....	63
3. Gambar Rangkaian Sensor TGS 2201.....	64
4. Data Sheet TGS 2201 .....	65
5. Data Kalibrasi dengan Alat BLH Kota Semarang.....	66
6. Data Penelitian .....	67
7. Listing Program.....	80
8. Proses Pengambilan Data .....	89
9. Data Hasil Pengecekan Alat BLH Kota Semarang .....	91



# BAB 1

## PENDAHULUAN

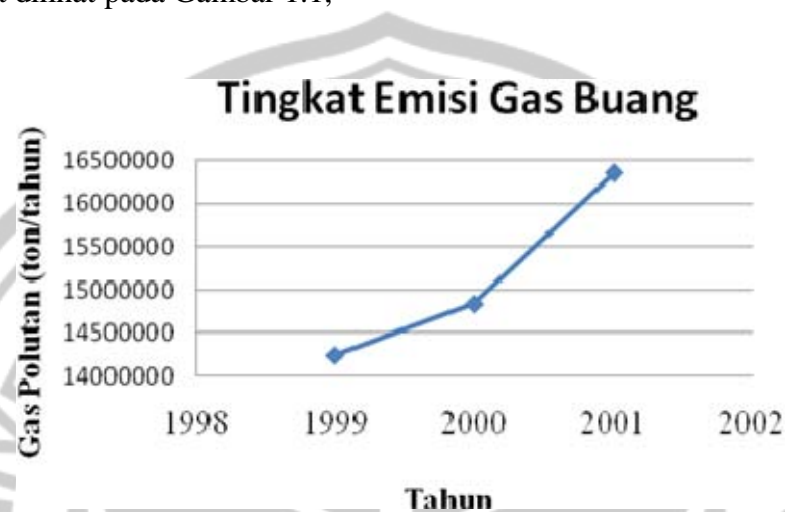
### 1.1 Latar Belakang

Dewasa ini, peningkatan pemanasan global atau yang lebih dikenal dengan *global warming* tidak terkendali lagi. Hal tersebut dibuktikan dengan semakin tingginya penyusutan es di kutub bumi dari tahun ke tahun. Jika keadaan seperti ini terus dibiarkan berlanjut tanpa adanya perlakuan, maka dapat diperkirakan dalam kurun waktu yang tidak lama lagi permukaan bumi akan tertutup oleh lautan, dikarenakan es di kutub telah mencair. Pemanasan global ini disebabkan oleh suhu bumi yang terus meningkat yang diakibatkan dari polusi udara.

Meningkatnya polusi udara di bumi ini disebabkan oleh beberapa faktor salah satunya adalah alat transportasi yang menggunakan mesin penggerak, khususnya pada transportasi darat. Tetapi dengan adanya transportasi, distribusi barang dan jasa juga akan semakin mudah. Dari sini, dapat dilihat bahwa transportasi sangat penting dalam menunjang aktivitas masyarakat dan turut menentukan perkembangan suatu wilayah. Namun tidak selamanya transportasi berdampak positif. Salah satu dampak dari semakin berkembangnya transportasi adalah kerusakan lingkungan khususnya udara. Transportasi yang paling banyak menimbulkan polusi udara adalah transportasi darat atau kendaraan bermotor.

Perkembangan kendaraan bermotor di era global ini juga mengalami suatu lonjakan yang luar biasa. Penjualan sepeda motor nasional sepanjang tiga kuartal 2008 meningkat 42% menjadi sekitar 4,8 juta unit dibanding tahun 2007. PT.

Astra A Motor (AHM) sendiri membukukan peningkatan penjualan sepeda motor A sebesar 51% dan terus bertambah dari tahun ke tahun. Semakin meningkatnya kendaraan bermotor maka semakin banyak pula gas emisi yang dibuang. Data emisi gas buang yang dihasilkan kendaraan bermotor dari tahun 1999 sampai 2001 dapat dilihat pada Gambar 1.1,



Gambar 1.1 Garfik Tingkat Emisi Gas Buang dari Tahun ke Tahun

Emisi gas buang akan bertambah dari tahun ke tahun, jika kendaraan bermotor tersebut tidak melakukan pemeriksaan emisi dan perawatan secara rutin. Polusi udara disebabkan karena adanya gas buang dari kendaraan bermotor yang berupa karbon monoksida (70,50%), hidrokarbon (18,34%), sulfur dioksida (0,88%), nitrogen dioksida (8,89%) dan partikel – partikel lepas lainnya (1,39%), yang semuanya itu berdampak buruk bagi lingkungan dan bagi manusia apabila gas – gas tersebut terserap ke dalam tubuh.

Melihat jumlah kendaraan yang cenderung bertambah, maka wajar kalau masalah pencemaran udara dilihat dari gas buang kendaraan bermotor perlu ditangani secara serius. Salah satu usaha penanganan yang dapat dilakukan adalah



dengan mengusahakan perawatan secara berkala dan melakukan pengecekan gas emisi yang dibuang dari kendaraan bermotor tersebut. Tetapi dalam pengecekan gas emisi dengan alat yang sudah ada memiliki kendala yaitu pada saat pengecekan dan pengoperasian alat, karena hanya bengkel besar dan pemerintah saja yang memiliki alat ukur gas emisi. Oleh karena itu, dalam penelitian ini akan menghasilkan suatu alat pendeteksi gas emisi yang mudah digunakan dan portable.

Sesuai latar belakang yang telah dipaparkan di atas, maka pada penyusunan skripsi ini penulis mengambil judul "Rancang Bangun Alat Pendeteksi Gas Buang Karbon Monoksida (CO) Pada Kendaraan Bermotor".

## **1.2 Pemasalahan**

1. Bagaimana merancang suatu alat pendeteksi gas karbon monoksida (CO) *portable* dengan menggunakan Sensor TGS 2201 berbasis Mikrokontroler ATmega 16 yang diterapkan pada kendaraan bermotor.
2. Berapakah besar kandungan emisi gas buang karbon monoksida (CO) pada kendaraan bermotor yang dipasarkan tahun 2006 sampai 2010 untuk motor A,B, dan C.

## **1.3 Tujuan**

1. Menghasilkan suatu detektor gas karbon monoksida (CO) *portable* untuk mengukur kandungan gas karbon monoksida (CO) yang disebabkan oleh gas buang kendaraan bermotor.

2. Mengukur kandungan emisi gas buang CO dari tiga jenis kendaraan bermotor roda 2 yang dipasarkan tahun 2006 sampai 2010.

#### **1.4 Manfaat**

Manfaat dari program ini yaitu:

1. Memberi alternatif pilihan detektor gas karbon monoksida (CO) yang *portable* dan murah.
2. Memberi informasi ambang batas emisi gas buang kendaraan yang disesuaikan pemerintah untuk setiap tahunnya.
3. Memberi informasi kepada masyarakat tentang rata – rata perubahan kandungan emisi gas buang karbon monoksida (CO) pada kendaraan bermotor setiap tahun.

#### **1.5 Batasan Masalah**

Dalam penelitian ini alat yang telah dibuat hanya untuk mendeteksi gas karbon monoksida (CO) yang diterapkan pada sepeda motor berbahan bakar bensin 4 langkah dengan jenis motor A, B, dan C untuk tahun pembuatan 2006 sampai 2010.

#### **1.6 Sistematika Penyusunan Skripsi**

Untuk mempermudah dalam menelaah skripsi ini, maka dalam penyusunannya dibuat sistematika sebagai berikut:

- a. Bagian awal skripsi

Bagian ini berisi halaman judul, halaman pengesahan, halaman motto, halaman persembahan, kata pengantar, daftar isi, daftar tabel, dan daftar lampiran.

b. Bagian isi skripsi

Bagian ini terdiri dari lima bab yang meliputi :

- Bab I. Pendahuluan

Bab ini memuat alasan pemilihan judul yang melatarbelakangi masalah, penegasan istilah, permasalahan, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika skripsi.

- Bab II. Landasan Teori

Bab ini terdiri dari kajian mengenai landasan teori yang mendasari penelitian.

- Bab III. Metode Penelitian

Bab ini menguraikan metode penelitian yang digunakan dalam penyusunan skripsi. Metode penelitian ini meliputi; metode pengumpulan data, desain penelitian, dan metode analisis dan interpretasi data.

- Bab IV. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Bab ini berisi hasil-hasil penelitian dan pembahasannya.

- Bab V. Penutup

Bab ini berisi tentang kesimpulan hasil penelitian dan saran-saran sebagai implikasi dari hasil penelitian.

c. Bagian akhir skripsi

Bagian ini berisi daftar pustaka dan lampiran-lampiran.

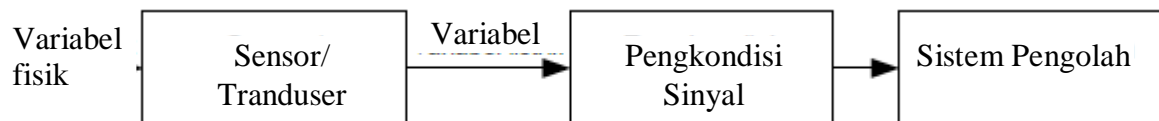


## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Sensor

Sensor pada dasarnya dapat dipandang sebagai sebuah perangkat atau *device* yang berfungsi mengubah suatu besaran fisik menjadi besaran listrik, sehingga keluarannya dapat diolah dengan rangkaian listrik atau sistem digital.



Gambar 2.1 Fungsional Sensor  
(Setiawan 2009: 5)

Berdasarkan variabel yang diindranya, sensor dikategorikan ke dalam dua jenis: sensor fisika dan sensor kimia. Sensor Fisika merupakan jenis sensor yang mendeteksi suatu besaran berdasarkan hukum – hukum fisika, yaitu seperti sensor cahaya, suara, gaya, kecepatan, percepatan, maupun sensor suhu. Sedangkan jenis sensor kimia merupakan sensor yang mendeteksi jumlah suatu zat kimia dengan jalan mengubah besaran kimia menjadi besaran listrik dimana didalamnya dilibatkan beberapa reaksi kimia, seperti misalnya pada sensor pH, sensor oksigen, sensor ledakan, dan sensor gas.



Gambar 2.2 Rangkaian komponen Sensor Fisika  
(Setiawan 2009: 6)



Gambar 2.3 Sensor Kadar CO  
(Setiawan 2009: 6)

### 2.1.1 Sensor Gas TGS 2201

TGS 2201 adalah sensor gas yang digunakan untuk mendeteksi emisi gas buang yang dihasilkan oleh kendaraan bermotor. Elemen sensor ini dilengkapi dengan elemen pemanas yang tergabung menjadi satu rangkaian. Pada waktu mendeteksi gas, konduktivitas sensor berubah berdasarkan konsentrasi gas di udara. Dengan dilengkapi sebuah rangkaian sederhana, konduktivitas dari sensor dapat dirubah menjadi sinyal yang merupakan hasil pengukuran sensor terhadap konsentrasi gas. TGS 2201 mempunyai 2 elemen sensor yang *independen*. Elemen yang pertama digunakan untuk mendeteksi gas buang mesin diesel sedang yang lainnya digunakan untuk mendeteksi gas buang mesin bensin. Dari fitur yang dimiliki ini, TGS 2201 sangat cocok digunakan untuk mendeteksi gas buang kendaraan bermotor. Gambar sensor gas TGS 2201 dapat dilihat pada Gambar 2.4,

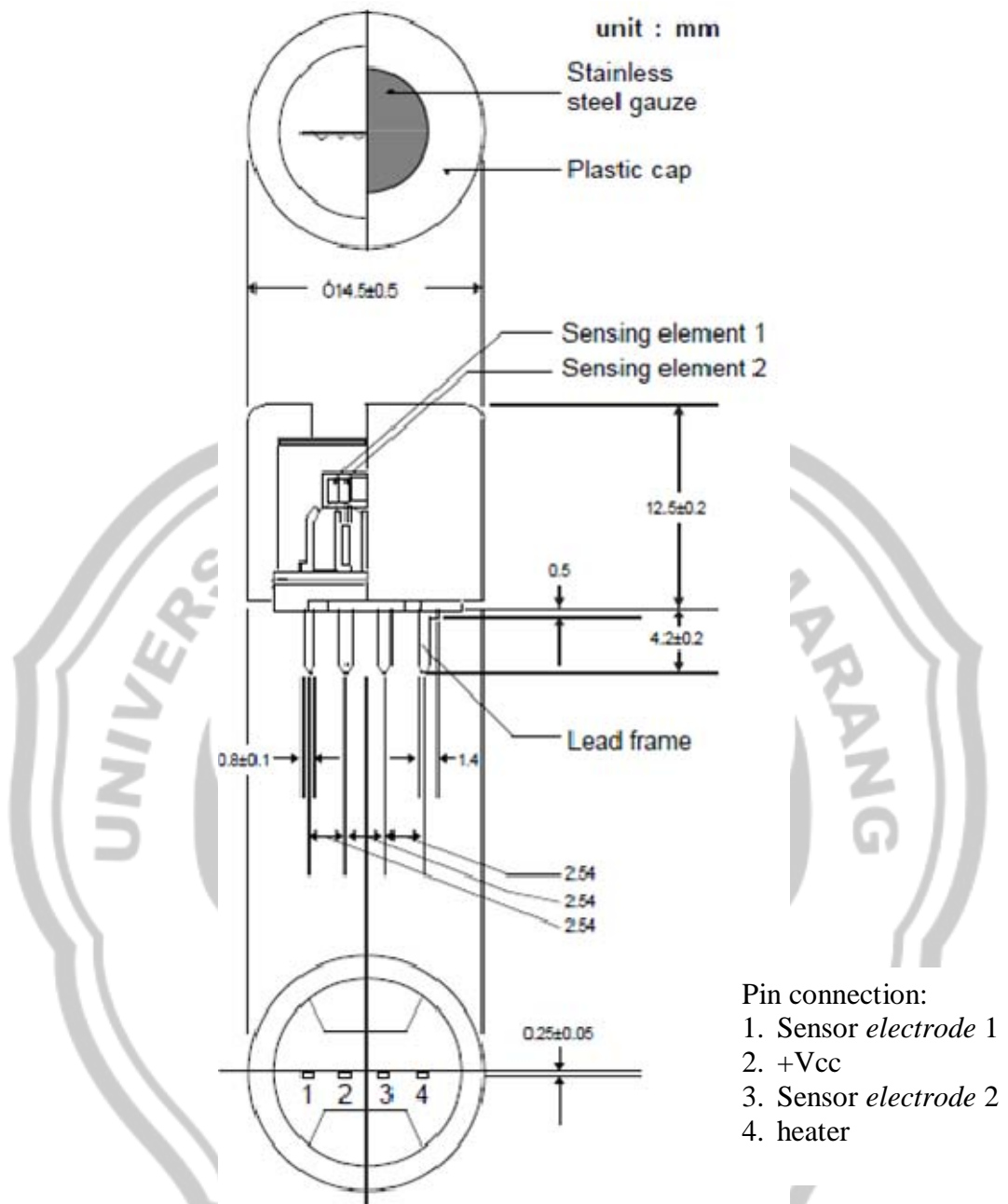


Gambar 2.4 Sensor Gas TGS 2201  
( Figaro, 2004: 1 )

Tabel 2.1 Spesifikasi Sensor Gas TGS 2201  
( Figaro, 2004: 2 )

Model number		TGS 2201		
Sensing element type		S2		
Standard package		Plastic (P3)		
Target gases		Diesel exhaust	Gasoline exhaust	
Typical detection range		0.1 ~ 10 ppm	10~1,000ppm	
Standard circuit conditions	Heater voltage	$V_H$	5.0V DC $\pm$ 5%	
	Circuit voltage	$V_C$	15.0V DC Max., $P_s \leq 15mW$	
	Load resistance	$R_L$	Variable, $P_s \leq 15mW$	
Electrical characteristics under standard test conditions	Heater resistance	$R_H$	$35\Omega \pm 10\%$ at room temp.	
	Heater current	$I_H$	100mA	
	Heater power consumption	$P_H$	502mW	
	Sensor resistance	$R_s$	0.1~2M $\Omega$ in air	10~80k $\Omega$ in air
	Sensitivity (change ratio of $R_s$ )		$R_s(0.3ppm \text{ of } NO_2) / R_s(\text{air}) = 12\pm 8$	$R_s(10ppm \text{ of } CO) / R_s(\text{air}) = 0.65\pm 0.15$
Standard test conditions	Test gas conditions	Air at $20\pm 2^\circ C$ , $65\pm 5\%RH$		
	Circuit conditions	$R_L = 200k\Omega \pm 1\%$	$R_L = 10.0k\Omega \pm 1\%$	
		$V_C = 5.0V \text{ DC } \pm 3\%$ , $V_H = 5.0V \text{ DC } \pm 5\%$		
Conditioning period before test	2~7 days			





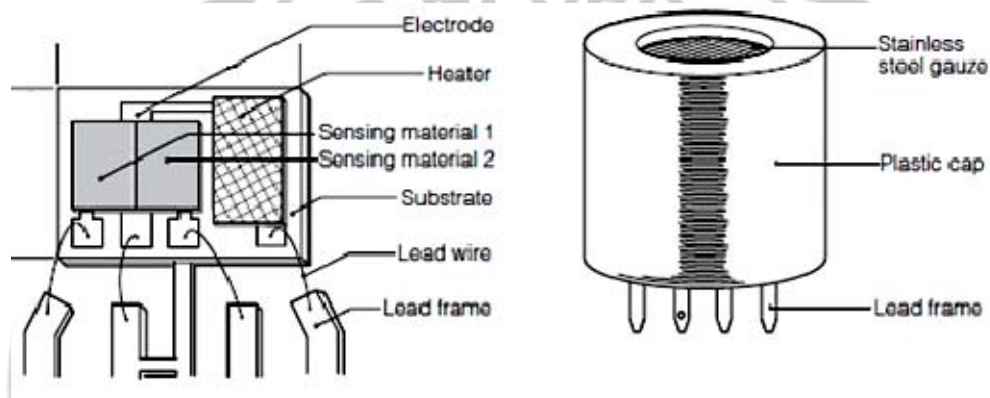
Gambar 2.5 Struktur dan Dimensi Sensor TGS 2201  
( Figaro, 2004: 2 )

Sensor *electrode* 1 merupakan output pin dari sensor gas diesel. Besar keluaran sensor 1 dapat diperoleh antara pin 2 dan pin 1 (sensor *electrode* 1). Sensor *electrode* 2 merupakan *output* pin dari sensor gas bensin. Besar keluaran

sensor 2 dapat diperoleh antara pin 2 dan pin 3 (*sensor electrode 2*). *Heater* terhubung dengan *ground* sensor TGS 2201.

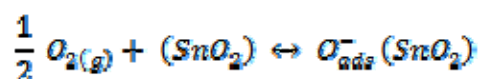
### 2.1.2 Prinsip Kerja Sensor TGS 2201

Sensor yang digunakan adalah *Taguchi Gas Sensor* (TGS). Sensor ini tidak membutuhkan sumber daya yang besar untuk mengaktifkan, gambar struktur sensor TGS 2201 dapat dilihat pada Gambar 2.6,



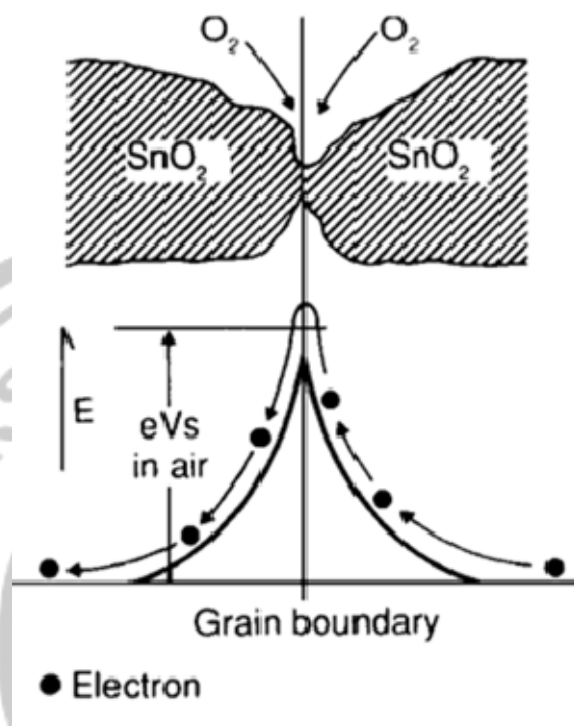
Gambar 2.6 Struktur Sensor TGS 2001  
( Figaro Group 2007: 3 )

Sensor ini memiliki 2 elemen, *sensing material 1* dan *sensing material 2*, elemen utama dari sensor ini adalah material  $\text{SnO}_2$ . Ketika sensor diaktifkan maka *heater* mulai menaikkan suhu. Pada saat elemen  $\text{SnO}_2$  dipanaskan pada suhu tertentu di udara, maka oksigen akan diserap ke permukaan kristal dan oksigen akan bermuatan negatif. Proses penyerapan oksigen oleh sensor dapat dilihat persamaan kimia sebagai berikut:



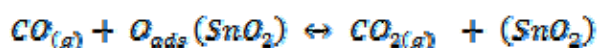
Hal ini dikarenakan elektron donor dipermukaan kristal dikirim ke oksigen, dan hasilnya pada daerah permukaan luar dari  $\text{SnO}_2$  akan bermuatan positif.

Dengan adanya pasangan – pasangan *ion positif* dan *ion negatif* mengakibatkan terbentuknya potensial penghalang yang menghambat laju elektron (Figaro Group 2007: 2).

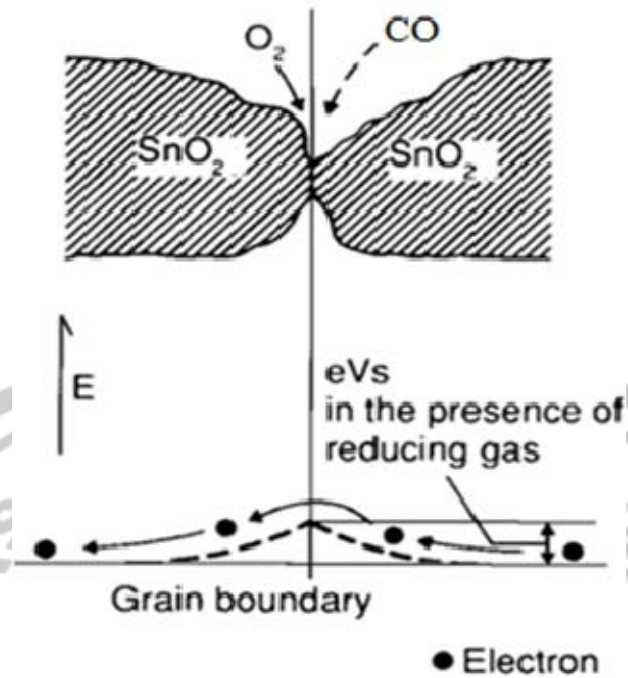


Gambar 2.7 Reaksi Kristal SnO<sub>2</sub> Dengan Oksigen  
( Figaro Group 2007: 2 )

Di dalam sensor arus listrik mengalir melewati daerah sambungan (*grain boundary*) dari kristal SnO<sub>2</sub>. Pada daerah sambungan penyerapan oksigen mencegah elektron untuk bergerak bebas. Jika ada gas CO, rapat permukaan dari muatan negatif oksigen akan berkurang dan mengakibatkan menurunnya ketinggian penghalang dari daerah sambungan. Dengan menurunnya penghalang maka resistansi sensor akan juga ikut menurun. Proses kimia yang terjadi setelah ada gas CO sebagai berikut:



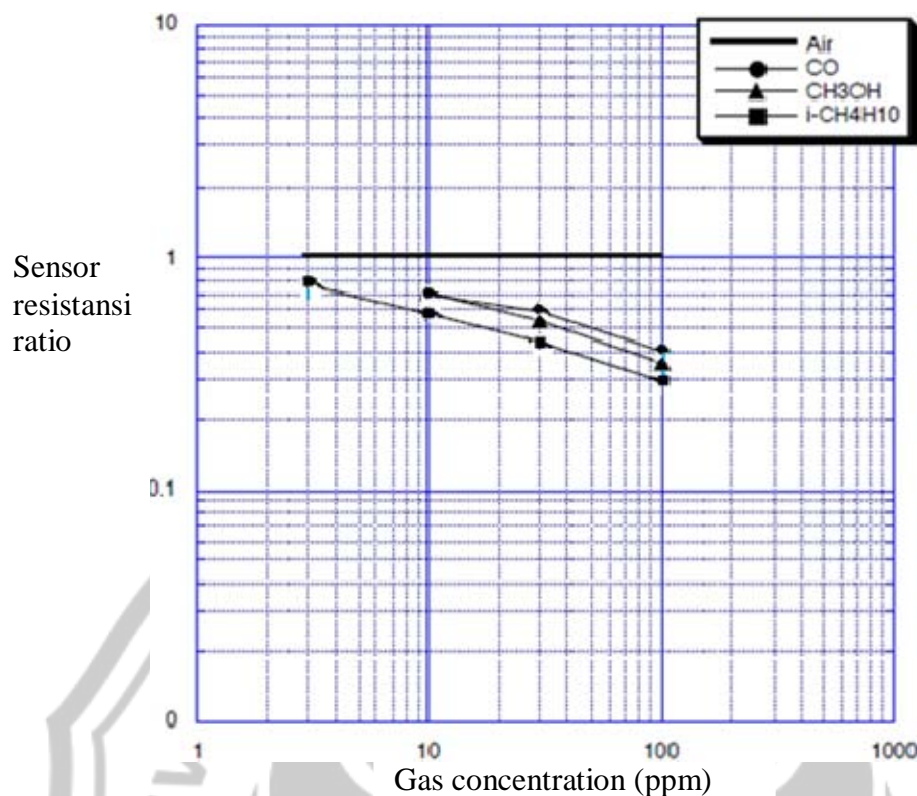
Hal ini dapat dilihat pada Gambar 2.8,



Gambar 2.8 Reaksi Antara Gas CO dan Serapan Oksigen dalam Kristal  
( Figaro Group 2007: 2 )

### 2.1.3 Karakteristik Sensor TGS 2201

Hubungan konsentrasi gas dengan resistansi dapat dilihat pada Gambar 2.9,



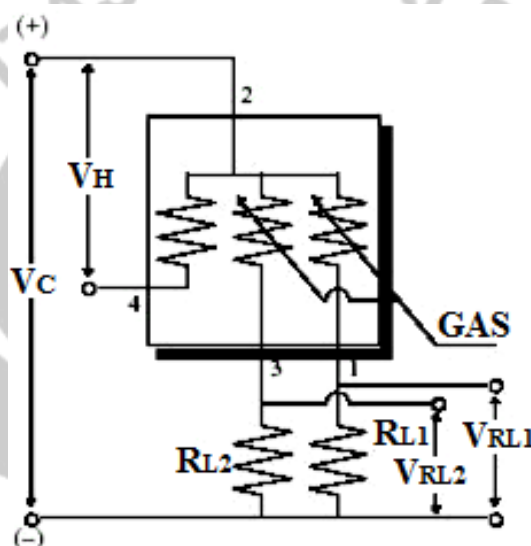
Gambar 2.9 Karakteristik Sensor Gas  
( Figaro, 2004: 1 )

Pada sumbu Y adalah ratio resistansi  $\frac{R_s}{R_o}$ , dengan  $R_s$  adalah sensor resistansi untuk gas – gas yang memiliki konsentrasi gas yang bervariasi dan  $R_o$  adalah sensor resistansi dalam udara bersih yang belum tercemar. Pada sumbu X adalah konsentrasi gas dalam satuan ppm (*part per million*).

Sensor ini memperlihatkan kepekaan yang berbeda – beda terhadap berbagai gas. Tingkat kepekaan relatif, suatu sensor terhadap gas juga tergantung pada jenis bahan sensor dan temperatur. Karena resistensi sensor berbeda dari satu sensor ke sensor lain, maka karakteristik sensitivitas sensor dinyatakan sebagai rasio resistensi sensor dalam berbagai konsentrasi gas ( $R_s$ ) dengan resistensinya dalam konsentrasi tertentu suatu gas target ( $R_o$ ).

### 2.1.4 Rangkaian Dasar Sensor TGS 2201

Sensor membutuhkan dua *input* tegangan yaitu tegangan *heater* ( $V_h$ ) dan tegangan *circuit* ( $V_c$ ). Tegangan *heater* ( $V_h$ ) diaplikasikan pada *integrated heater*. *Integrated heater* digunakan untuk menyiapkan elemen sensor pada temperatur yang optimal untuk pengukuran.  $V_c$  diaplikasikan untuk mengukur tegangan *output*  $V_{RL1}$  dan  $V_{RL2}$  diantara  $R_{L1}$  dan  $R_{L2}$ . Masing – masing *load resistor* dihubungkan secara seri pada pasangan elemen sensornya.



Gambar 2.10 Rangkaian Dasar Pengukuran  
( Figaro, 2004: 2 )

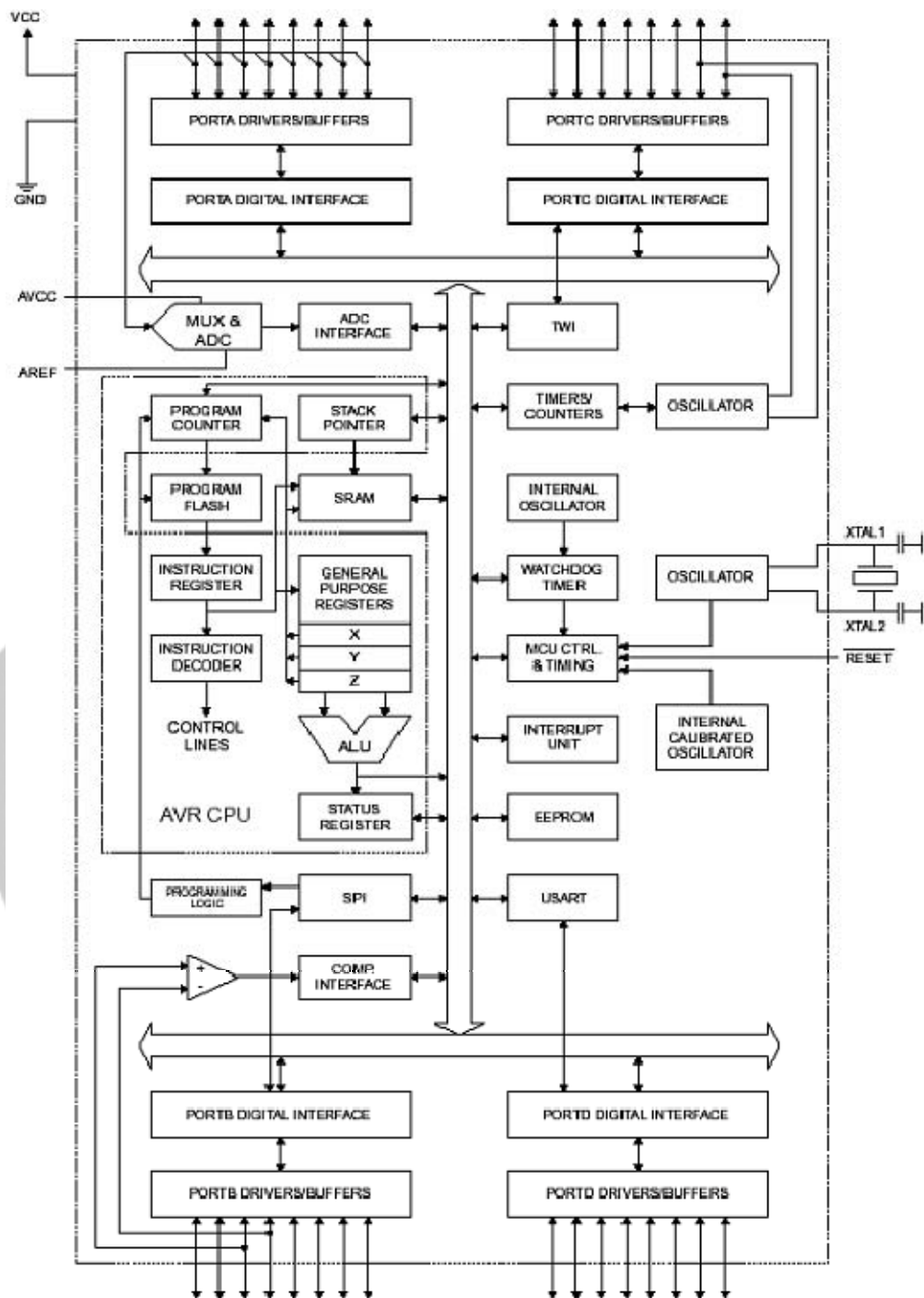
## 2.2 Mikrokontroler AVR

Mikrokontroler AVR adalah mikrokontroler RISC (*Reduce Instruction Set Compute*) 8 bit berdasarkan *asitectur Harvard* yang dibuat oleh Atmel pada tahun 1996. AVR memiliki keuntungan dibandingkan mikrokontroler lainnya yaitu AVR memiliki kecepatan eksekusi yang lebih cepat karena sebagian besar instruksi dieksekusi dalam satu siklus clock, lebih cepat dibandingkan MCS51 yang membutuhkan 12 siklus clock untuk mengeksekusi 1 instruksi. AVR juga

memiliki fitur yang lebih lengkap dibandingkan dengan MCS51. Mikrokontroler yang digunakan adalah ATmega 16. ATmega16 adalah mikrokontroler CMOS 8-bit daya rendah berbasis arsitektur RISC yang ditingkatkan. Fitur yang dimiliki ATMEGA 16 sebagai berikut:

- Mikrokontroler 8 bit yang memiliki kemampuan tinggi dengan daya rendah.
- *Arsitektur* RISC dengan throughput mencapai 16 MIPS pada frekuensi 16 MHz.
- Memiliki kapasitas flash memori 16 Kbyte, EEPROM 512 Byte dan SRAM 1 Kbyte
- Saluran I/O sebanyak 32 buah yaitu Port A, Port B, Port C, Port D.
- CPU yang terdiri atas 32 buah register
- Unit interupsi internal dan eksternal
- Fitur Peripheral
  - Tiga buah timer atau counter dengan kemampuan perbandingan.
  - *Real timer counter* dengan *Oscillator* tersendiri, *Byte-oriented Two-wire Serial Interface*
  - Empat buah PWM, Programmable Serial USART
  - Antarmuka SPI, On-chip Analog Comparator
  - Delapan channel, 10-bit ADC dan 8-bit



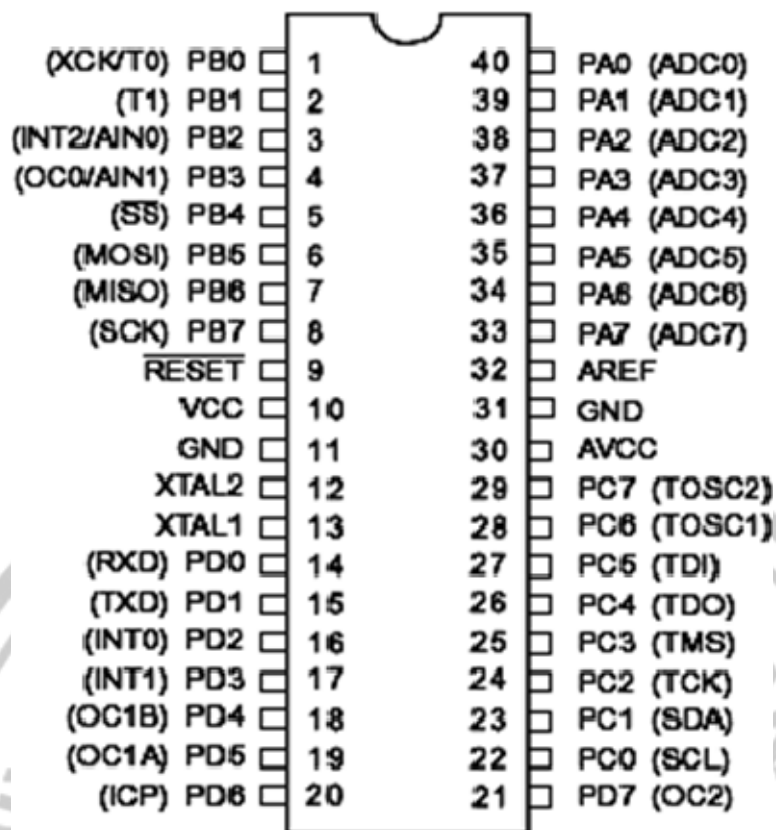


Gambar 2.11 Blok Diagram Atmega16  
( Andrianto 2008: 8 )

### 2.2.1 Konfigurasi Pin ATmega16

Susunan Pin ATmega16 seperti Gambar 2.12,





Gambar 2.12 Konfigurasi Atmega16  
( Andrianto 2008: 5 )

Konfigurasi pin ATmega16 dengan kemasan 40 pin, dari Gambar 2.12 di atas dapat dijelaskan fungsi dari masing-masing pin ATmega16 sebagai berikut:

1. Pin 10 Vcc merupakan pin yang berfungsi sebagai masukan catu daya.
2. Pin 31 dan pin 11 GND merupakan pin Ground.
3. Pin 33 samapai 40 adalah Port A (PA0 sampai PA7) merupakan pin *input* atau *output* dua arah dan pin masukan ADC.
4. Pin 1 sampai 8 adalah Port B (PB0 sampai PB7) merupakan pin *input* atau *output* dua arah dan pin dengan fungsi khusus,

Tabel 2.2 Fungsi Khusus dari Port B

Port Pin	Fungsi Khusus
PB7	SCK ( SPI Bus Serial Clock )
PB6	MISO ( SPI Bus Master Input/ Slave Output )
PB5	MOSI ( SPI Bus Master Output / Slave Input )
PB4	( SPI Slave Select Input)
PB3	AIN1 (Analog Comparator Negatif Input) OC0 (Timer/counter Output Compare Match output)
PB2	AIN1 (Analog Comparator Positive Input) INT2( eksternal Interrupt 2 Input)
PB1	T1 (Timer/Counter1 Eksternal Counter Input)
PB0	T0 (Timer/Counter0 Eksternal Counter Input) XCK (USART Exsternal Clock Input/output)

5. Port C (PC0...PC7) merupakan pin *input/output* dua arah dan pin dengan fungsi khusus,

Tabel 2.3 Fungsi Khusus Port C

Port Pin	Fungsi Khusus Port C
PC7	SC2 (Timer oscillator Pin 2)
PC6	SC1 (Timer oscillator Pin 1)
PC5	TDI (JTAG Test Data in)
PC4	O (JTAG Test Data Out)
PC3	IS (JTAG Test Mode Select)
PC2	K (JTAG Test Clock)
PC1	A (Two-wire Serials Bus Data Input/Output Line)
PC0	L (Two-wire Serial Bus Clock Line)

6. Pin 14 sampai 21 adalah Port D (PD0 sampai PD7) merupakan pin *input* atau *output* dua arah dan pin dengan fungsi khusus.

Tabel 2.4 fungsi khusus Port D

Port Pin	Fungsi khusus
PD7	OC2 (Timer/Counter2 Output Compare Match Output)
PD6	ICP1 (timer/Counter1 Input Capture Pin)
PD5	OC1A (Timer/counter1 output compare A Match output)
PD4	OC1B (Timer/counter1 output compare B Match output)
PD3	INT1 (External Interrupt 1 input)
PD2	INT0 (External Interrupt 0 input)
PD1	TXD (USART output Pin)
PD0	RXD (USART input Pin)

7. Pin 9 adalah RESET merupakan pin yang digunakan untuk me-reset mikrokontroler.
8. Pin 12 dan 13 adalah XTAL1 dan XTAL2 merupakan pin masukan clock eksternal
9. Pin 30 AVCC merupakan pin masukan tegangan untuk ADC
10. Pin 32 AREF merupakan pin masukan tegangan referensi ADC

### 2.3 Software Mikrokontroler ATmega16

Sebuah mikrokontroler tidak akan bekerja bila tidak diberikan program untuk diisikan ke dalam mikrokontroler tersebut. Oleh karena itu, akan digunakan perangkat lunak CodeVisionAVR sebagai media penghubung antara program yang akan diisikan ke mikrokontroler ATmega16. CodeVisionAVR pada

dasarnya merupakan perangkat lunak pemrograman mikrokontroler keluarga AVR berbasis bahasa C. Ada tiga komponen penting yang telah diintegrasikan dalam perangkat lunak ini: Compiler C, IDE (*Integrated Development Environment*), dan program generator.

Berdasarkan spesifikasi yang dikeluarkan oleh perusahaan pengembangnya, Compiler C yang digunakan hampir mengimplementasikan semua komponen standar yang ada pada bahasa C standar ANSI (seperti struktur program, jenis tipe data, jenis operator, dan library fungsi standar berikut penamaannya). Tetapi walaupun demikian, dibandingkan bahasa C untuk aplikasi komputer, compiler C untuk mikrokontroler ini memiliki sedikit perbedaan yang disesuaikan dengan arsitektur AVR tempat program C tersebut ditanamkan (*embedded*).

CodeVisionAVR juga menyediakan fungsi-fungsi tambahan yang sangat bermanfaat dalam pemrograman antarmuka AVR dengan perangkat luar yang umum digunakan dalam aplikasi kontrol. Untuk memudahkan pengembangan program aplikasi, CodeVisionAVR juga dilengkapi IDE yang sangat *user friendly*. Selain menu-menu pilihan yang umum dijumpai pada setiap perangkat lunak berbasis Windows, CodeVisionAVR ini telah mengintegrasikan perangkat lunak downloader yang bersifat *In System Programmer* (ISP) yang dapat digunakan untuk mentransfer kode mesin hasil kompilasi ke dalam sistem memori mikrokontroler AVR yang sedang diprogram.

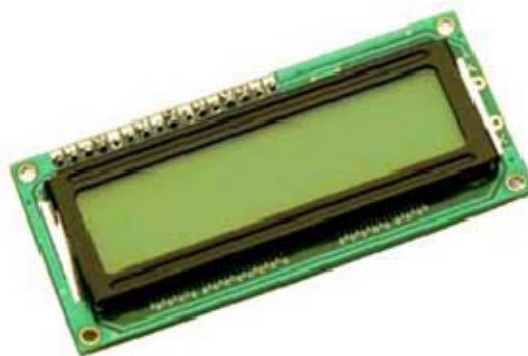
Selain itu, CodeVision AVR juga menyediakan sebuah fitur yang dinamakan dengan Code Generator atau CodeWizardAVR. Secara praktis, fitur ini sangat bermanfaat membentuk sebuah kerangka program, dan juga memberi

kemudahan bagi programmer dalam penginisialisasian register – register yang terdapat pada mikrokontroler AVR yang sedang diprogram. Dinamakan Code Generator, karena perangkat lunak CodeVision ini akan membangkitkan kode-kode program secara otomatis setelah fase inialisasi pada jendela CodeWizard AVR selesai dilakukan.

## 2.4 Liquid Crystal Display (LCD)

*Liquid Crystal display* (LCD) merupakan perangkat yang sering digunakan untuk menampilkan data selain menggunakan seven segment. LCD berfungsi sebagai salah satu alat komunikasi dengan manusia dalam bentuk tulisan atau gambar. LCD yang dipakai adalah LMB162A, LCD ini memiliki 2 baris dan 16 kolom.

LCD LMB162A mempunyai pin dengan fungsi yang berbeda – beda. Adapun tampilan dan rangkaian antarmuka LCD LMB162A seperti pada Gambar 2.13,



Gambar 2.13 Liquid Crystal display (LCD)  
( [Widodo](#), 2008: 28 )

Adapun fungsi dari pin LCD:

1. Pin 1 adalah ground

2. Pin 2 adalah  $+V_{CC}$  yang berfungsi untuk mengaktifkan LCD.
3. Pin 3 adalah  $V_{EE}$  yang berfungsi sebagai kontras dan pin ini terhubung pada +5 V.
4. Pin 4 adalah RS ( *register select* ) yang berfungsi sebagai pemilih register yang akan diakses, untuk akses ke register data maka pin ini diberi logika 1 dan untuk akses perintah maka pin ini diberi logika 0.
5. Pin 5 adalah R/W pin ini berfungsi sebagai pembacaan dan penulisan.
6. Pin 6 adalah E ( *enable clock LCD* ) berfungsi mengaktifkan clock LCD.
7. Pin 7-14 adalah merupakan bus data, yaitu sebagai aliran data pada saat pembacaan atau penulisan.
8. Pin 15 berfungsi sebagai tegangan positif backlight sekitar 4,5 volt.
9. Pin 16 adalah tegangan *negatif backlight*.

## 2.5 Skema Alat Pendeteksi Gas Karbon Monoksida

Pengujian gas buang dilakukan pada saat kendaraan keadaan *stasioner*. Penguji akan memasukkan sensor ke dalam kenalpot dan kemudian diaktifkan. Kandungan gas karbon monoksida (CO) akan ditampilkan dalam %. Dari sini dapat diketahui apakah kendaraan tersebut sesuai dengan standart baku emisi yang ditentukan pemerintah.

Alat ini hanya untuk mendeteksi kendaran bermotor dan motor yang dideteksi motor 4 langkah tidak untuk 2 langkah. Karena 2 langkah memiliki komposisi yang berbeda, 2 langkah bahan bakar yang digunakan dicampur oli

samping. Secara garis besar cara kerja alat pendeteksi gas CO seperti pada Gambar 2.14,



Gambar 2.14 Secara Umum Pendeteksian Gas CO

Pertama mesin kendaraan dinyalakan sampai keadaan stasioner. Kemudian sensor dimasukkan ke dalam knalpot dan aktifkan alat tersebut. Sensor akan mendeteksi kandungan gas CO dari knalpot. Hasil dari pendeteksian sensor yaitu perubahan tegangan dari keluaran sensor tersebut. Dan kemudian hasilnya akan ditampilkan dalam display, display yang dipakai LCD LMB162A. Sebelum ditampilkakan dalam display keluaran dari sensor harus diubah dalam bentuk digital terlebih dahulu. Proses perubahan tegangan dilakukan oleh mikrokontroler. Mikrokontroler ini memiliki fasilitas konversi dari *analog* ke digital yaitu *ADC internal* yang terdapat pada Port A. Setelah tegangan diubah dalam bentuk *digital* kandungan gas CO bisa ditampilkan ke *display*.

## 2.6 Emisi

Emisi adalah zat, energi dan atau komponen lain yang dihasilkan dari suatu kegiatan yang masuk ke dalam udara ambien (atmosfer) yang mempunyai potensi sebagai unsur pencemar. Dalam keadaan normal, udara *ambien* ini terdiri dari gas nitrogen (78%), oksigen (20%), argon (0,93%) dan gas karbon dioksida (0,03%).

Polusi udara diartikan sebagai adanya penambahan komposisi atau zat-zat yang mengubah susunan dari keadaan udara normal. Udara normal memiliki

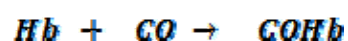
komposisi campuran gas – gas meliputi 78% N<sub>2</sub>; 20% O<sub>2</sub>; 0,93% Ar ; 0,03 % CO<sub>2</sub> dan sisanya terdiri dari neon (Ne), helium (He), metan (CH<sub>4</sub>) dan hidrogen (H<sub>2</sub>). Unsur terbesar dari pencemaran udara adalah gas karbon monoksida (CO).

Gas karbon monoksida dengan rumus kimia CO merupakan gas yang tidak terlihat dan tak berbau. Gas karbon monoksida (CO) dihasilkan dari pembakaran yang tidak sempurna dari bahan bakar yang mengandung karbon dalam pembakaran pada tekanan dan suhu tinggi yang terjadi pada mesin kendaraan bermotor. Emisi gas CO dari gas buang yang direkomendasikan Pemerintah Indonesia kurang dari 4,5% dari gas yang dibuang. ( Purwanto 2007: 7)

Menurut laporan Badan Proteksi Lingkungan Amerika tahun 1990, bahan bakar bensin mengeluarkan gas buang CO paling besar bila dibandingkan solar dan gas (BBG). Gas buang motor bensin dan motor diesel biasanya terdiri dari gas CO, CO<sub>2</sub>, NO, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, SO<sub>3</sub>, Pb dan hidrokarbon (HC). Ciri – ciri gas karbon monoksida:

- Tak berwarna, tak berbau dan tak berasa (*tasteless*)
- Mengikat haemoglobin 210X lebih kuat dari O<sub>2</sub>
- Pengisapan hanya 0.3% volume dapat membunuh dalam waktu ½ jam
- CO dapat berumur sampai 6 bulan di atmosfer, namun dapat berubah menjadi CO<sub>2</sub> bila di sekitarnya cukup banyak O<sub>2</sub> dalam waktu sekitar 2 jam

Karbon monoksida (CO) dapat mengikat haemoglobin menghasilkan Karboksi Haemoglobin dengan persamaan reaksi sebagai berikut:



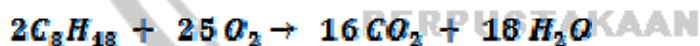


Pengaruh dari reduksi ini mengakibatkan kapasitas oksigen pada darah menurun. WHO telah membuktikan bahwa karbon monoksida dapat mengakibatkan kecilnya berat badan, meningkatnya kematian bayi dan kerusakan otak, bergantung pada konsentrasi polutan di udara.

Table 2.5 Kadar CO dalam Darah

Kadar CO di udara (ppm)	Perkiraan kadar COHb	Pengaruh terhadap kesehatan
10	2	Tidak konsisten dalam penilaian dan pendapat
100	15	Pusing dan selalu khawatir
250	32	Hilang kesadaran
750	60	Meninggal dunia setelah beberapa jam
1000	66	Segera meninggal

Misal, bensin (bahan bakar fosil) sebagai hasil penyulingan minyak bumi digunakan sebagai bahan bakar kendaraan bermotor. Senyawa hidrokarbon yang terkandung didalamnya adalah isooktana (C<sub>8</sub>H<sub>18</sub>). Bila sejumlah isooktana terbakar sempurna, akan bercampur dengan oksigen diudara menurut reaksi:



Pembakaran sempurna dapat terjadi apabila perbandingan udara terhadap bahan bakar 15 : 1 (apabila *isooktana murni*). Akan tetapi bensin yang digunakan mobil bukan oktana murni melainkan bercampur dengan hidrokarbon lainnya. Jika pembakaran kekurangan oksigen, maka akan terjadi pembakaran tidak sempurna yang menghasilkan gas CO.

Sumber terbesar dari pencemaran gas karbon monoksida (CO) berasal dari pembakaran bahan bakar fosil pada mesin penggerak transportasi dan industri.

Table 2.6 Sumber Pencemar

Sumber pencemaran CO	Prosentase
Transportasi	63,8%
Pembakaaran stasioner	1,9%
Proses industri	9,6%
Pembuangan limbah padat	7,8%
Lainnya	16,9%

## 2.7 Uji Emisi

Manfaat uji emisi untuk mengetahui efektifitas proses pembakaran bahan bakar pada mesin dengan cara menganalisis kandungan karbon monoksida (CO) yang terkandung di dalam gas buang. Selain itu uji emisi berguna untuk mengetahui adanya kerusakan pada bagian motor dan juga bisa membantu setting campuran udara dan bahan bakar yang tepat. Keuntungan dari uji emisi adalah dapat mengetahui apakah kendaraan bermotor tersebut dalam kondisi baik atau tidak.

Kerusakan kendaraan bermotor bisa terdeteksi dari kandungan karbon monoksida (CO), hal ini dikarenakan beberapa faktor yaitu dari karbulator yang bekerja tidak baik, filter udara kotor, kerusakan pada sistem choke karbulator. Pada prinsipnya setiap pembakaran akan menghasilkan CO<sub>2</sub> sebagai sampah dan O<sub>2</sub> sebagai pembakar.

Pada mesin generasi lama, pencampuran udara dan bahan bakar diproses di karburator. Sedangkan kendaraan modern menggunakan sistem injeksi yaitu menggunakan sistem EFI (*Elektronic Fuel Injection*) yang mampu bekerja secara *computerized* dalam mencampur bahan bakar dengan udara atas informasi dari beberapa sensor yang mengatur mengatur pembakaran tepat di setiap RPM (putaran mesin per menit).



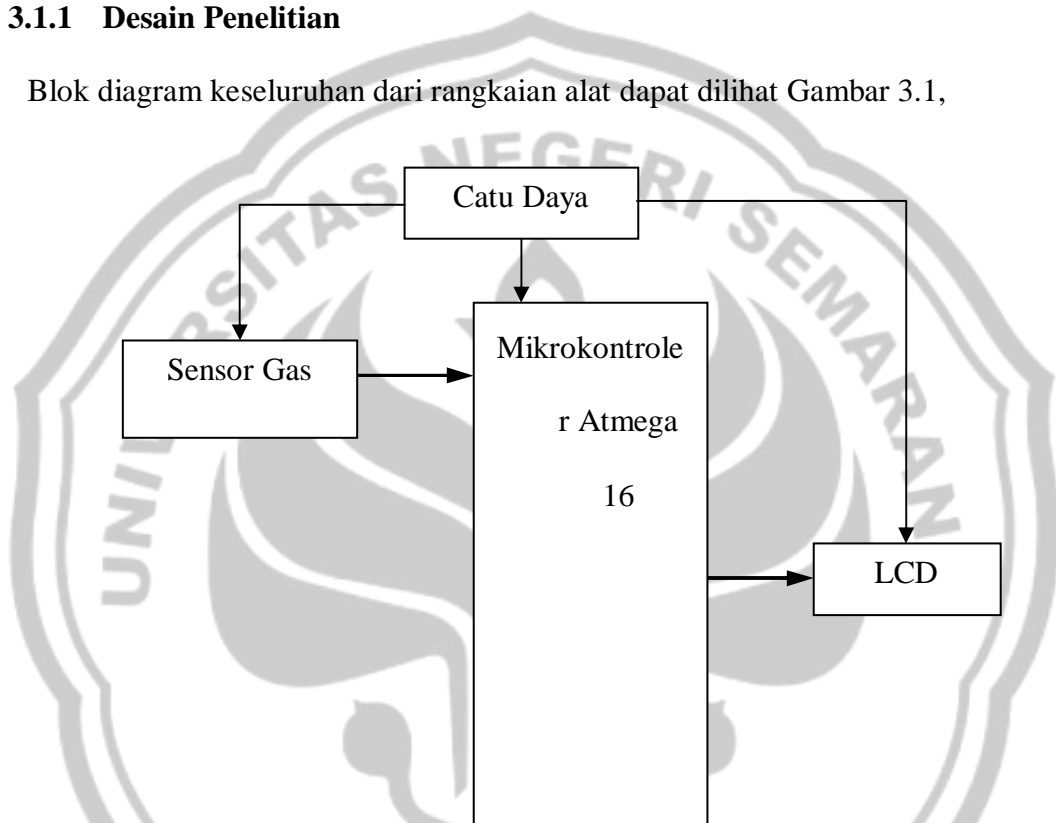
## BAB III

### METODE PENELITIAN

#### 3.1 Alat dan Bahan

##### 3.1.1 Desain Penelitian

Blok diagram keseluruhan dari rangkaian alat dapat dilihat Gambar 3.1,



Gambar 3.1 Blok Diagram Rangkaian

Perancangan perangkat keras dari alat ini terdiri dari tiga bagian:

1. Catu Daya

Catu daya berfungsi mengaktifkan rangkaian. Catu daya yang digunakan adalah batu baterai. Batu baterai ini memiliki tegangan +9V dan baterai dapat isi kembali atau *charge*.

## 2. Sensor gas CO

Sensor yang digunakan dalam penelitian ini adalah TGS 2201. Sensor ini dapat mendeteksi dua mesin yaitu mesin diesel dan mesin bensin. Jika ada gas, sensor akan merespon dan mengubahnya dalam bentuk tegangan.

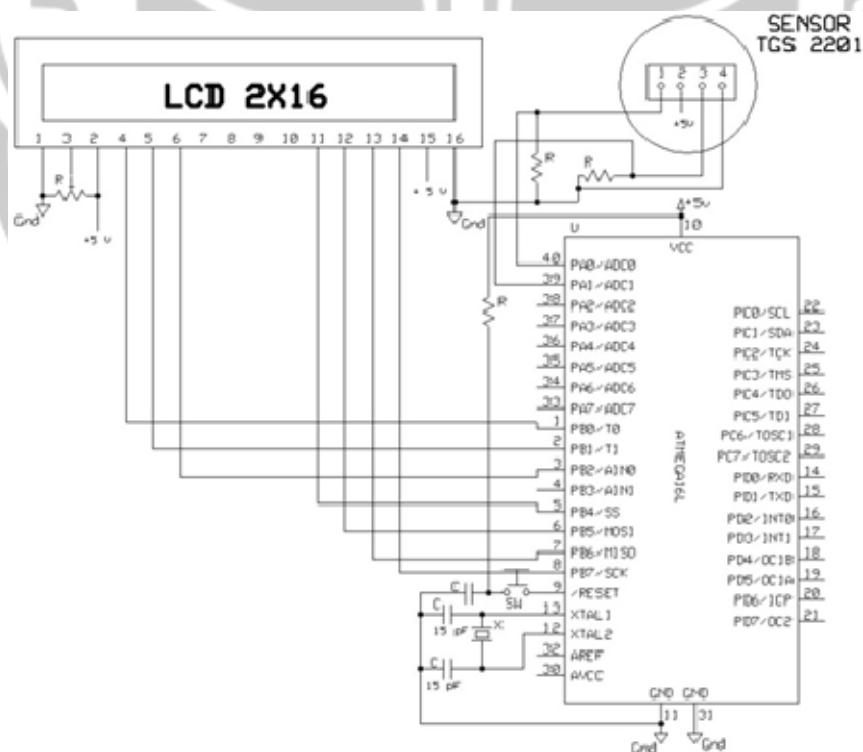
## 3. Mikrokontroler AVR ATmega 16

Mikrokontroler ini berfungsi sebagai pengolah sinyal analog ke digital yang akan disampaikan pada manusia. Pengolah sinyal analog ke digital akan diproses ADC internal dari mikrokontroler ini.

## 4. LCD

LCD berfungsi sebagai penampil yang memberikan informasi.

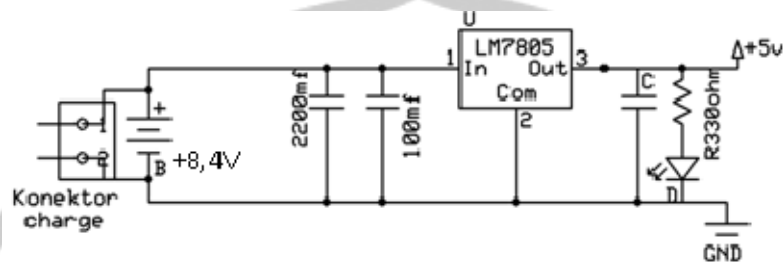
### 3.1.2 Skema Rangkaian



Gambar 3.2 Skema Rangkaian Gas CO

## 1. Catu daya

Catu daya yang dibutuhkan untuk mengaktifkan seluruh rangkaian sebesar +5V, sedangkan sumber catu daya yang digunakan sebesar +9V sehingga harus diturunkan menjadi +5V. Rangkaian yang dibutuhkan untuk menurunkan tegangan tersebut dilihat pada Gambar 3.3,



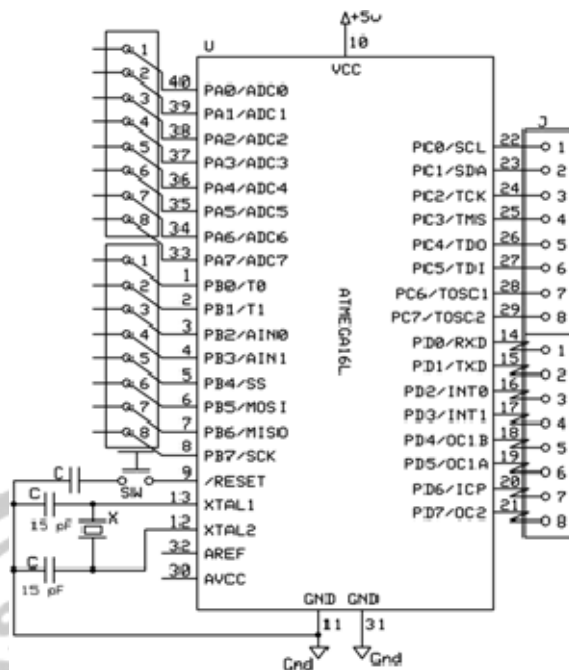
Gambar 3.3 Rangkaian Catu Daya

Rangkaian catu daya ini tidak membutuhkan penyearah gelombang karena keluaran atau *output* dari sumber tegangan sudah berupa tegangan searah (DC) yang besarnya +9V. Rangkaian catu daya ini membutuhkan beberapa rangkaian pendukung yaitu kapasitor dan IC LM7805.

IC LM7805 yang digunakan untuk menurunkan tegangan dari +9V menjadi +5V, karena keseluruhan dari rangkaian pendeteksi gas CO membutuhkan tegangan +5V. Komponen pendukung lainnya adalah kapasitor C 2200µf dan C 100µf yang berfungsi sebagai filter, supaya keluaran dari IC 7805 memiliki tegangan +5V lebih stabil.

## 2. Mikrokontroler AVR Atmega 16

Rangkaian mikrokontroler Atmega 16 dapat dilihat pada Gambar 3.4:

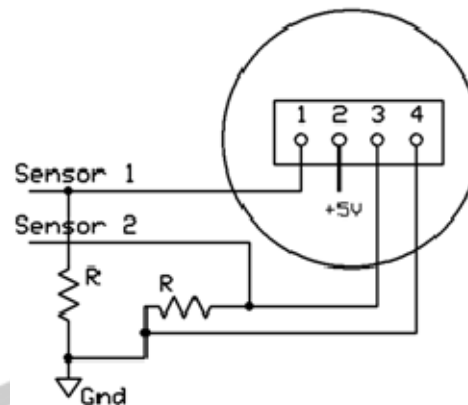


Gambar 3.4 Rangkaian Atmega16

Rangkaian mikrokontroler ini sebagai pengubah sinyal analog ke digital supaya dapat ditampilkan di LCD. Mikrokontroler sebagai otak dari keseluruhan rangkaian. Proses pengubah sinyal analog ke digital di ADC (*Analog to Digital Converter*). ADC pada mikrokontroler ini terdapat di Port A yang memiliki jumlah delapan pin. Dalam penelitian ini sensor gas dihubungkan dengan pin 0 dan pin 1.

### 3. Sensor TGS 2201

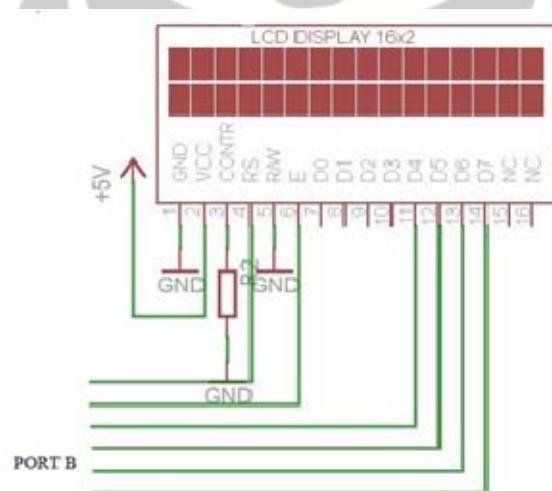
Penelitian ini menggunakan sensor gas dengan tipe TGS 2201 yang diproduksi oleh *Figaro Engineering Inc.* Sensor ini memiliki keunggulan dalam pendeteksian gas. Sensor ini dapat mendeteksi dua mesin dalam waktu yang sama. Mesin yang dapat dideteksi sensor ini adalah mesin diesel dan mesin bensin. Rangkaian sensor gas TGS 2001 dapat dilihat pada Gambar 3.5:



Gambar 3.5 Rangkaian Dasar sensor TGS 2201

#### 4. Liquid Crystal display (LCD)

Liquid Crystal display (LCD) berfungsi menampilkan hasil pengukuran sensor. Rangkaian dari LCD dapat dilihat pada Gambar 3.6:

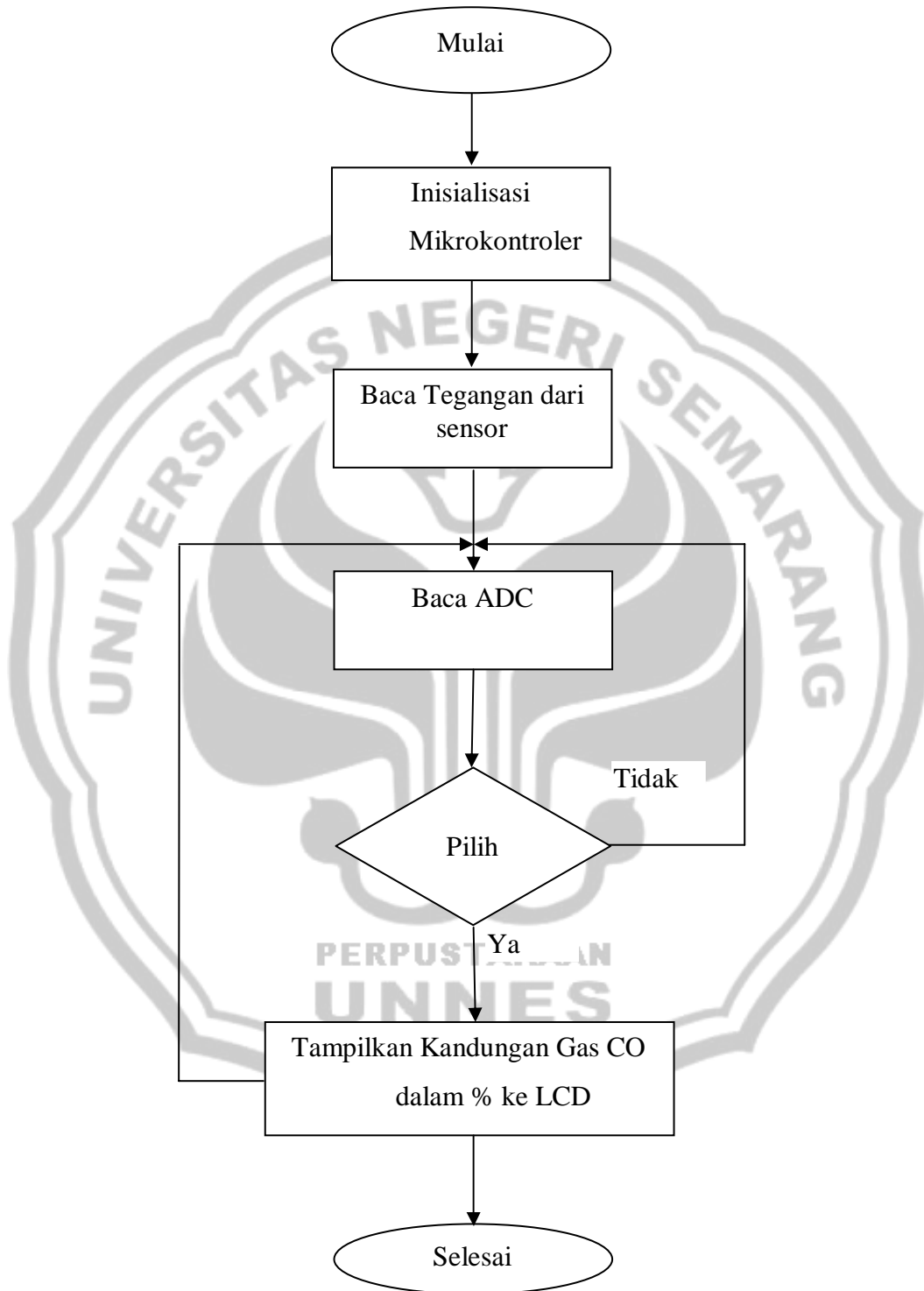


Gambar 3.6 Rangkaian Liquid Crystal Display (LCD)

*Liquid Crystal Display* (LCD) memiliki 16 pin. LCD ini hanya bisa menampilkan 16 karakter huruf. Modul ini terdiri dari 8 bit masukan data ( D0 – D7 ), 1 bit masukan perintah register (RS), 1 bit sinyal enable (E), 1 bit masukan sinyal baca atau tulis (R/W), sebuah masukan catu positif ( $V_{cc}$ ), ground, masukan pengatur kecerahan ( $V_{ce}$ ), dan dua buah masukan catu penerangan.



### 3.1.3 Diagram Alir Program



Gambar 3.7 Flowchart Program

Keterangan flowchart:

1. Pertama – tama mikrokontroler akan menginisialisasi port yang berfungsi mendefinisikan port yang digunakan dalam rangkaian.
2. Mikrokontroler membaca tegangan dari sensor gas melalui ADC yang terhubung pada port A.
3. Konversi nilai tegangan dari sensor gas ke nilai ADC.
4. Nilai ADC akan dibandingkan apakah sama atau tidak, jika sama maka tampilkan dalam LCD dan jika tidak maka kembali bandingkan.

### 3.2 Kalibarsi Alat

Kalibrasi adalah membanding rancang detektor gas CO dengan alat yang dimiliki Badan Lingkungan Hidup Kota Semarang yaitu *Autocheck Gas Analyzer*. *Autocheck Gas Analyzer* adalah alat yang digunakan untuk mendeteksi gas buang kendaraan bermotor. Adapun spesifikasi *Autocheck Gas Analyzer* sebagai berikut:

Nama : *Autocheck Gas Analyzer*

Tahun pembuatan : 2009

Made : SPTC USA.corp

Berat : 5 Kg

Power : AC 90-240 volt



Gambar 3.8 Autocheck Gas Analyzer

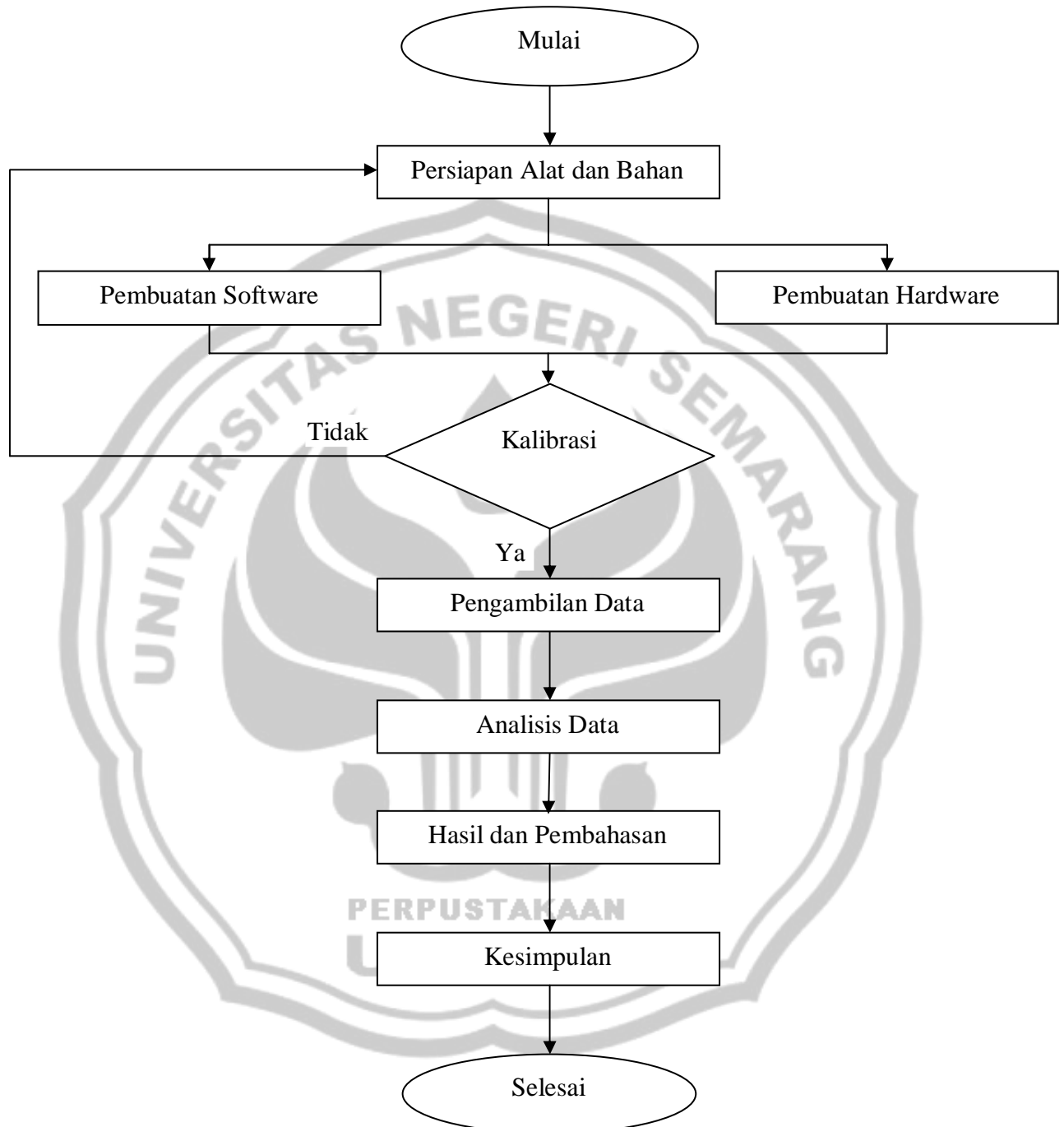
Keterangan:

- |                                     |                         |
|-------------------------------------|-------------------------|
| 1. Print laser                      | 5. Tombol pilih         |
| 2. Display                          | 6. Tombol pemilihan gas |
| 3. Tombol menekan dan mencetak      | 7. Sensor               |
| 4. Tombol pemilihan cetak gas emisi |                         |

### 3.3 Metode Pengambilan Data

Data yang diambil adalah besar kandungan gas karbon monoksida (CO) yang dihasilkan oleh kendaraan bermotor roda 2 dengan tipe mesin 4 langkah dan diproduksi tahun 2006 sampai 2010.

### 3.4 Diagram Alir Penelitian

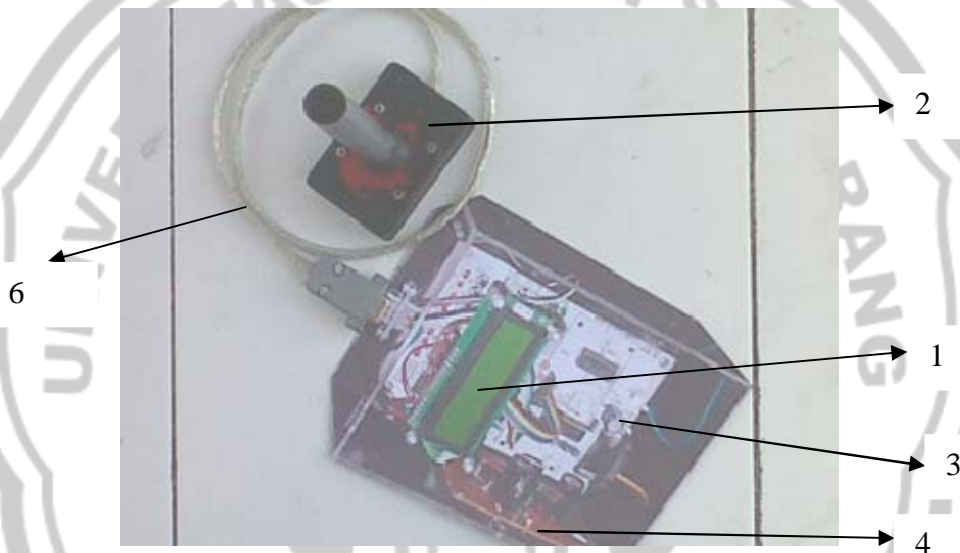


## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Hasil Penelitian

Pada penelitian ini menghasilkan suatu alat deteksi gas karbon monoksida (CO) dengan menggunakan sensor TGS 2201 berbasis mikrokontroler ATmega 16, seperti terlihat pada Gambar 4.1,



Gambar 4.1 Alat Deteksi Gas CO

Keterangan:

1. LCD
2. Sensor gas CO
3. Mikrokontroler ATmega 16
4. Catu daya
5. Konektor sensor
6. Kabel penghubung

Spesifikasi alat deteksi gas CO:

1. Sensor gas CO : TGS 2201

Spesifikasi TGS 2201

- a. Jarak baca sensor : minimal 0%, maksimal 5,8%
- b. Tegangan masukan : 5 volt DC
- c. Arus masukan : 100 mA

2. Mikrokontroler : ATmega 16

Spesifikasi ATmega 16

- a. Tegangan masukan : 4.5 - 5.5V
- b. Jumlah pin : 40 pin
- c. Memiliki 4 port : Port A, Port B, Port C, dan Port D

3. Display : LCD LMB162A

4. Software : *Code VisionAVR*

5. Dimensi box :

- a. tinggi 10 cm, panjang 15 cm, lebar 12 cm
- b. kerangka : Akrilik

- c. Perangkat pendukung : saklar, konektor sensor dan power supply

6. Alat deteksi gas CO ini memiliki berat 1 kg.

7. *Power supply* dari baterai dengan tipe GP yang dapat *dicharge* dan memiliki besar tegangan sebesar +9 V.

8. Arus yang dibutuhkan pada alat ini 100 mA.

9. Suhu pada saat operasi alat 0° C sampai 40° C.

### 4.1.1 Pengujian Sensor

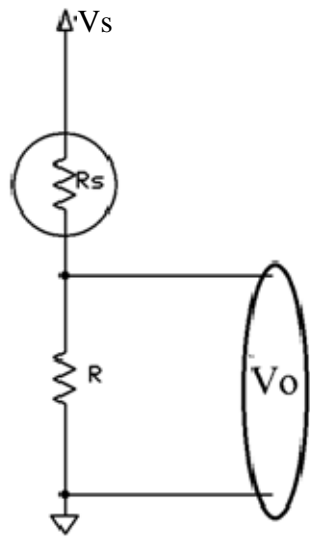
Detektor gas CO ini membutuhkan sumber tegangan sebesar +5V. Data hasil pengujian keluaran sensor terhadap konsentrasi gas CO dapat dilihat pada Tabel 4.1,

Tabel 4.1 Hubungan antara Konsentrasi Gas CO dengan Tegangan Keluaran

Konsentrasi gas CO (%)	Tegangan sensor (V)
0,1	4,34
0,83	4,45
1,06	4,55
1,12	4,57
1,5	4,59
1,78	4,67
3,45	4,71

Dari Tabel 4.1 dapat dilihat kenaikan konsentrasi gas CO menyebabkan tegangan keluaran sensor semakin besar. Perubahan tegangan tersebut dikarenakan adanya perubahan resistansi dari sensor. Pada saat sensor mendeteksi gas CO potensial penghalang dari sensor tersebut semakin kecil sehingga elektron dapat melewati daerah sambungan dan tegangan keluaran dari sensor semakin besar. Sebaliknya, jika konsentrasi gas CO menurun maka potensial penghalang akan semakin besar akibatnya resistansi sensor tersebut naik, sehingga tegangan keluaran dari sensor akan semakin kecil. Adanya gas CO yang masuk dan mereduksi gas O<sub>2</sub> akan menurunkan potensial penghalang yang mengakibatkan elektron dapat bergerak bebas.

Keluaran sensor gas tersebut masih berupa resistansi, supaya keluaran sensor dapat diolah mikrokontroler maka pada sensor ditambah rangkaian pembagi tegangan. Rangkaian tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.2,



Gambar 4.2 Rangkaian Pembagi Tegangan

Input pada Gambar 4.2 adalah  $V_s$ . Tegangan input  $V_s$  akan mengalirkan arus  $i$  yang melewati dua buah resistor  $R_s$  dan  $R$ . Arus yang mengalir pada rangkaian tersebut sama, karena kedua resistor dihubungkan seri. Dengan menggunakan hukum ohm dapat diketahui besar arus yang mengalir sebesar,

$$i = \frac{V_s}{R_s + R}$$

Setelah mengetahui besar arus  $i$ , dapat diketahui juga besar tegangan keluaran ( $V_o$ ) sebesar,

$$V_o = \frac{R}{R + R_s} \times V_s$$



$R_s$  menunjukkan nilai resistansi sensor. Besarnya nilai  $R_s$  tergantung dari konsentrasi gas yang mengenai sensor tersebut, sedangkan besar nilai  $R$  selalu tetap yaitu 10 kOhm.  $V_s$  merupakan sumber daya yang besarnya +5V. Semakin besar nilai  $R_s$  maka tegangan keluaran ( $V_o$ ) akan semakin kecil dan demikian juga sebaliknya.

Keluaran sensor akan dikonversi ke tegangan, kemudian tegangan tersebut diubah dalam bentuk sinyal digital. Untuk mengubah tegangan ke dalam bentuk sinyal digital diperlukan suatu konverter yaitu ADC. Pada mikrokontroler ini tidak membutuhkan ADC eksternal, karena mikrokontroler yang digunakan memiliki ADC internal. Untuk mengaktifkan ADC internal tersebut diperlukan suatu software pendukung yaitu *Code VisionAVR*. Setelah diaktifkan, ADC tersebut akan mengkonversi sinyal analog ke sinyal digital. Konversi sinyal analog ke digital melalui proses perhitungan sebagai berikut,

$$ADC = \frac{V_{in}}{V_{ref}} \times 1024$$

$V_{in}$  adalah tegangan keluaran ( $V_o$ ) dari sensor dan besarnya dipengaruhi oleh konsentrasi gas CO yang dideteksi. Nilai 1024 didapatkan dari besar bit ADC yang digunakan, ADC yang digunakan memiliki 10 bit dan resolusi sebesar,

$$Resolusi = \frac{V_{ref}}{2^n - 1}$$

Besar resolusinya adalah 4,88 mV, artinya perubahan tegangan terkecil yang mampu dibaca oleh mikrokontroler sebesar 4,88 mV. Jadi nilai ADC akan berubah setiap kenaikan 4,88 mV. Tegangan referensi ( $V_{ref}$ ) yang dipakai adalah 5

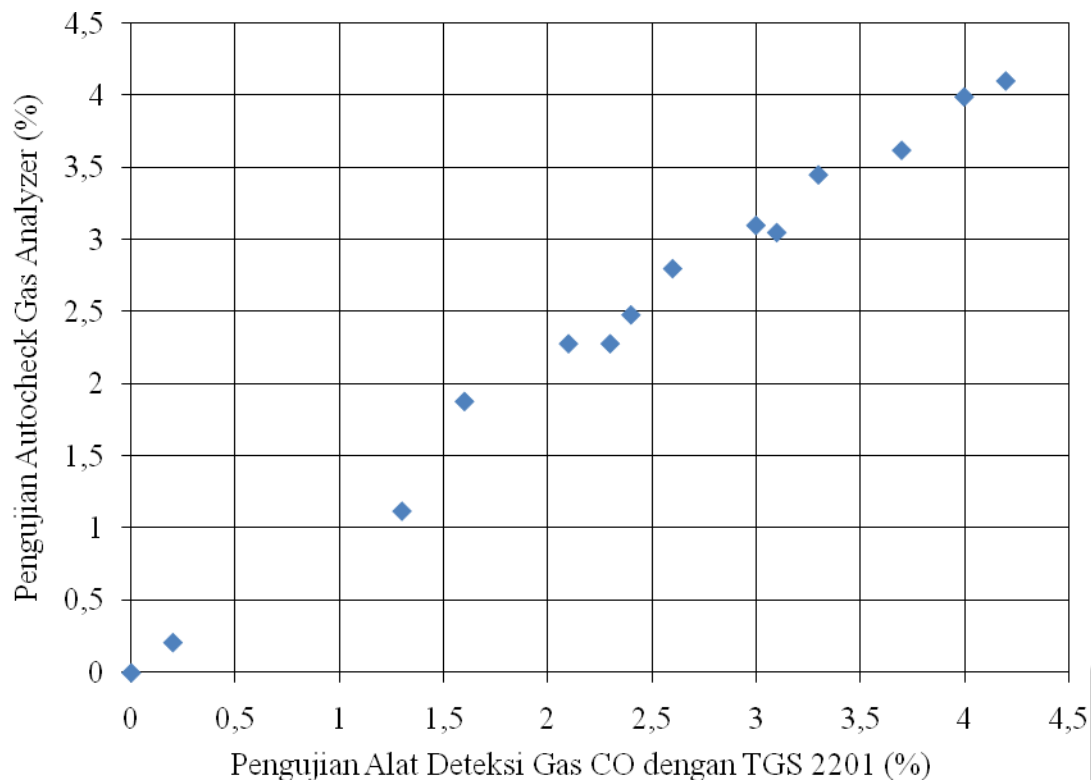
volt. Setelah tegangan dikonversi dalam bentuk nilai ADC kemudian mikrokontroler akan mengolah dengan cara membandingkan nilai ADC tersebut, jika nilai ADC cocok maka tampilkan besar kandungan gas CO pada LCD.

#### 4.1.2 Hasil Kalibrasi

Untuk menghasilkan pengukuran yang memiliki ketelitian yang tinggi maka alat deteksi gas CO ini dikalibrasi menggunakan alat deteksi gas CO yang dimiliki oleh Badan Lingkungan Hidup (BLH) yaitu *Autocheck Gas Analyzer*.

Kalibrasi alat dilakukan dengan membandingkan hasil pengukuran *Autocheck Gas Analyzer* yang dimiliki oleh Badan Lingkungan Hidup (BLH) Kota Semarang dengan detektor gas CO yang dibuat. Pada saat melakukan kalibrasi, motor yang diuji sebanyak 14 buah dengan jenis dan tahun pembuatan yang beragam. Kalibrasi kedua alat tersebut dilakukan dengan cara bergantian, supaya gas CO yang dibuang oleh motor tersebut tidak berbeda jauh. Data hasil kalibrasi antara alat deteksi menggunakan sensor TGS 2201 dengan *Autocheck Gas Analyzer* dapat dilihat pada Gambar 4.3.

Pada Gambar 4.3 menunjukkan bahwa hasil pengukuran yang dilakukan dengan kedua alat tersebut dapat dikatakan sebanding. Dari data pengujian alat dengan *Autocheck Gas Analyzer* didapatkan ketelitian alat deteksi gas CO yang menggunakan TGS 2201 sebesar 98,97% dan perhitungan ralat dapat dilihat pada lampiran 1.

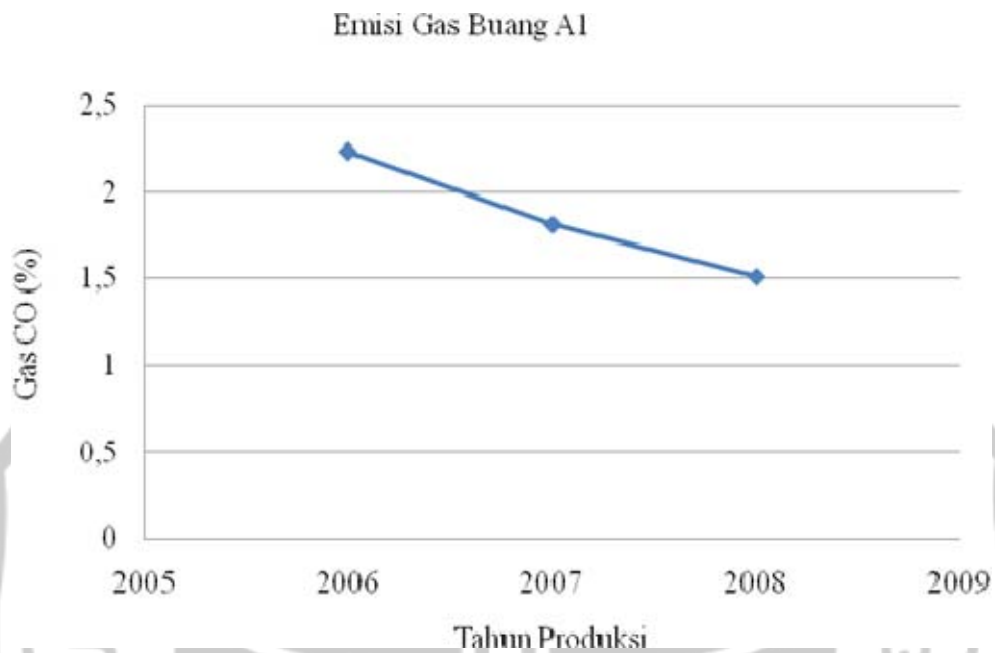


Gambar 4.3 Data Pengujian Alat Deteksi Gas CO menggunakan sensor TGS 2201 dengan Pengujian *Autocheck Gas Analyzer*

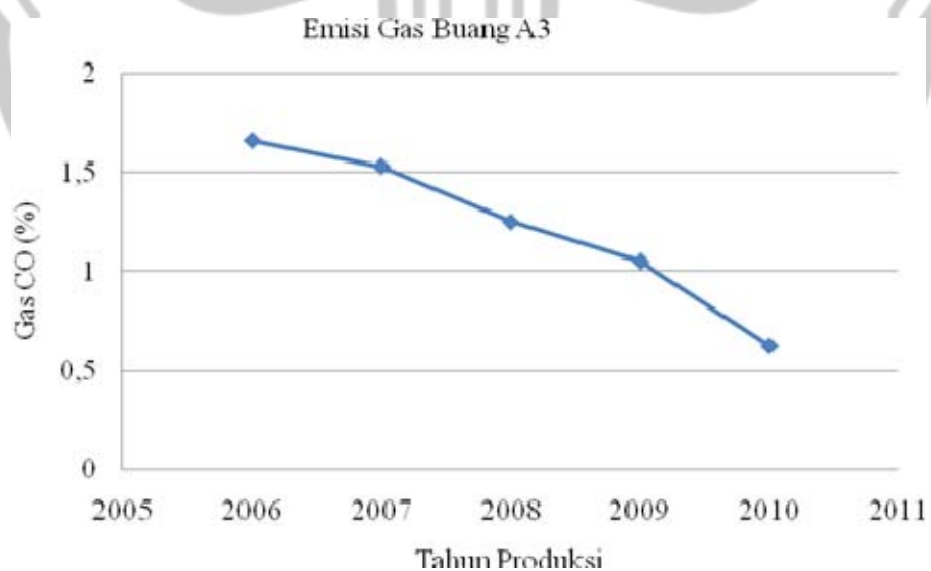
#### 4.1.3 Hasil Uji pada Motor A

Pengujian gas buang CO dilakukan pada kendaraan bermotor *merk A* dari berbagai jenis motor untuk tahun pembuatan 2006 sampai 2010. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui besar kandungan gas CO yang dibuang, apakah kandungan gas CO tersebut melebihi ambang batas yang ditentukan pemerintah sebesar 4,5% atau tidak, serta mengetahui perubahan gas buang CO yang dihasilkan jika ditinjau dari tahun pembuatannya. Tipe motor A yang diuji antara lain A1 dengan tahun pembuatan 2006 sampai 2008, A2 dengan tahun pembuatan 2006 sampai 2010, A3 125 dengan tahun pembuatan 2006 sampai 2010, A4 dengan tahun pembuatan 2008 sampai 2010, sedangkan untuk A5 dan A6 dengan

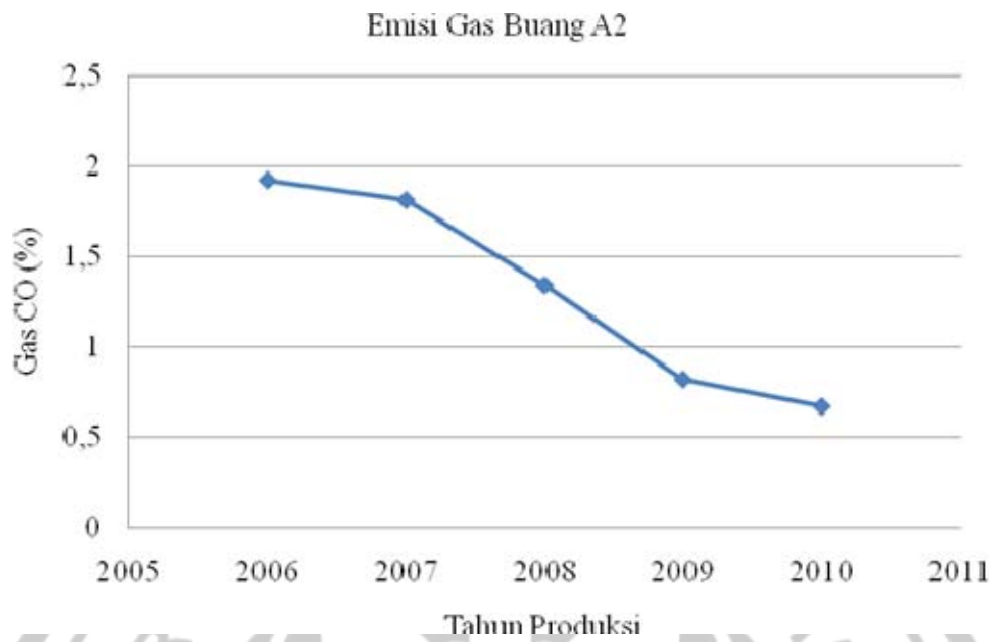
tahun pembuatan 2007 sampai 2010. Hasil pengujian gas buang CO dari masing – masing jenis motor dengan tahun pembuatannya dapat dilihat pada Gambar 4.4 sampai Gambar 4.9,



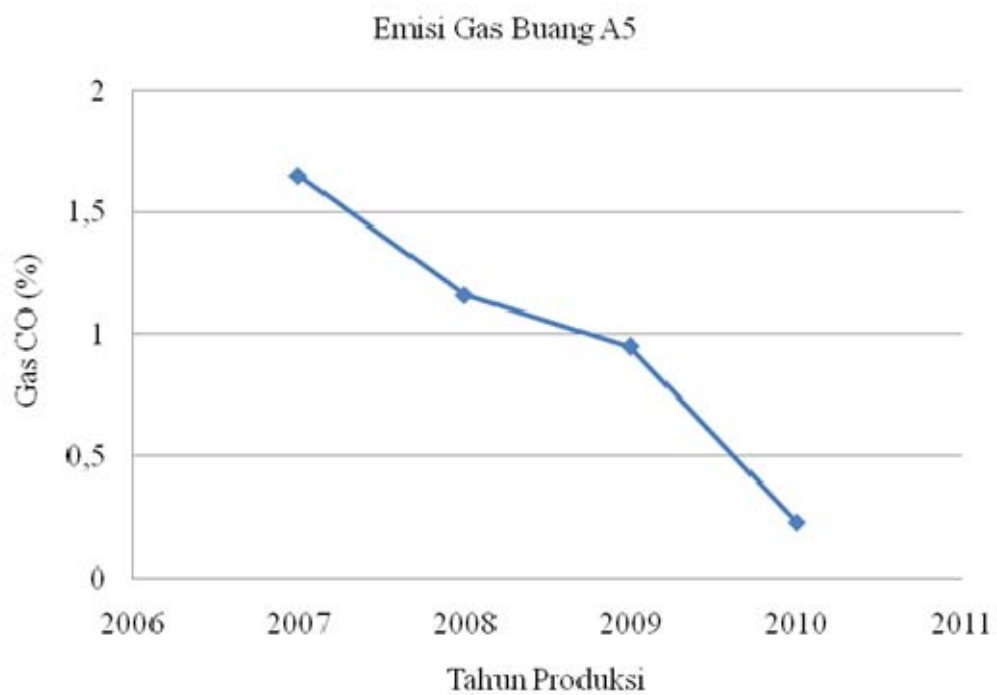
Gambar 4.4 Grafik Hubungan Antara Gas buang CO terhadap tahun produksi motor A1



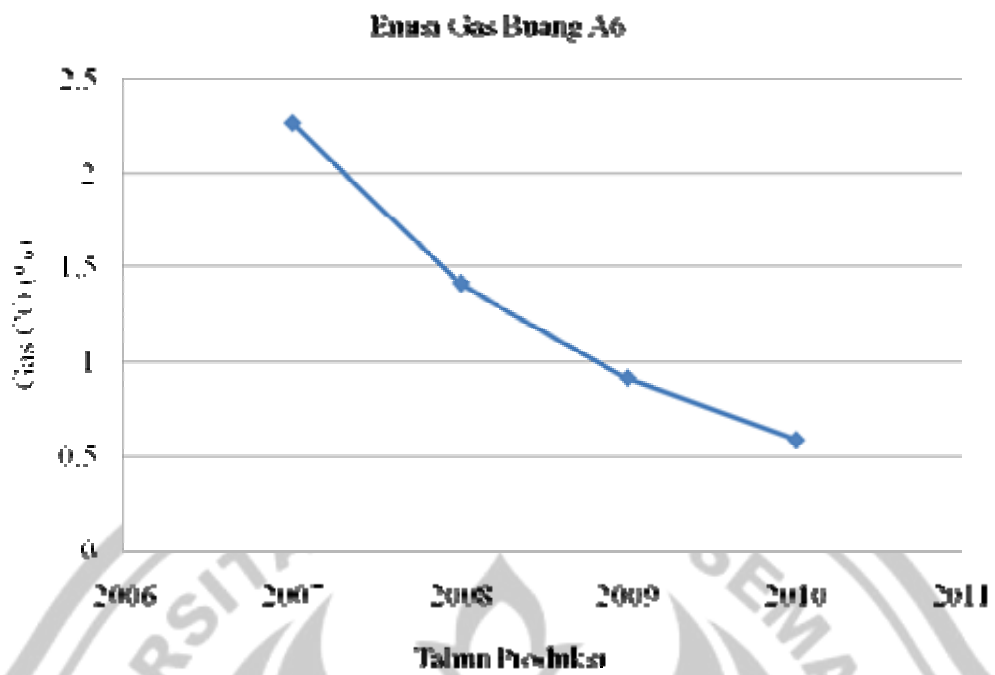
Gambar 4.5 Grafik hubungan antara gas buang CO terhadap tahun produksi A3



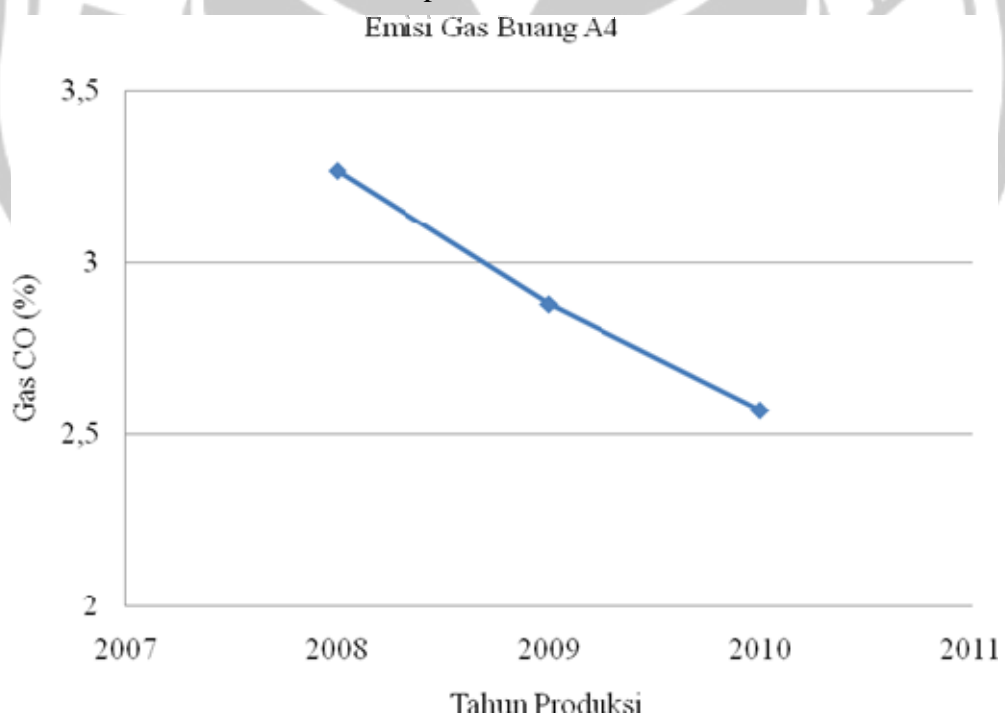
Gambar 4.6 Grafik hubungan antara gas buang CO terhadap tahun produksi A2



Gambar 4.7 Grafik hubungan antara gas buang CO terhadap tahun produksi A5



Gambar 4.8 Grafik hubungan antara gas buang CO terhadap tahun produksi A6

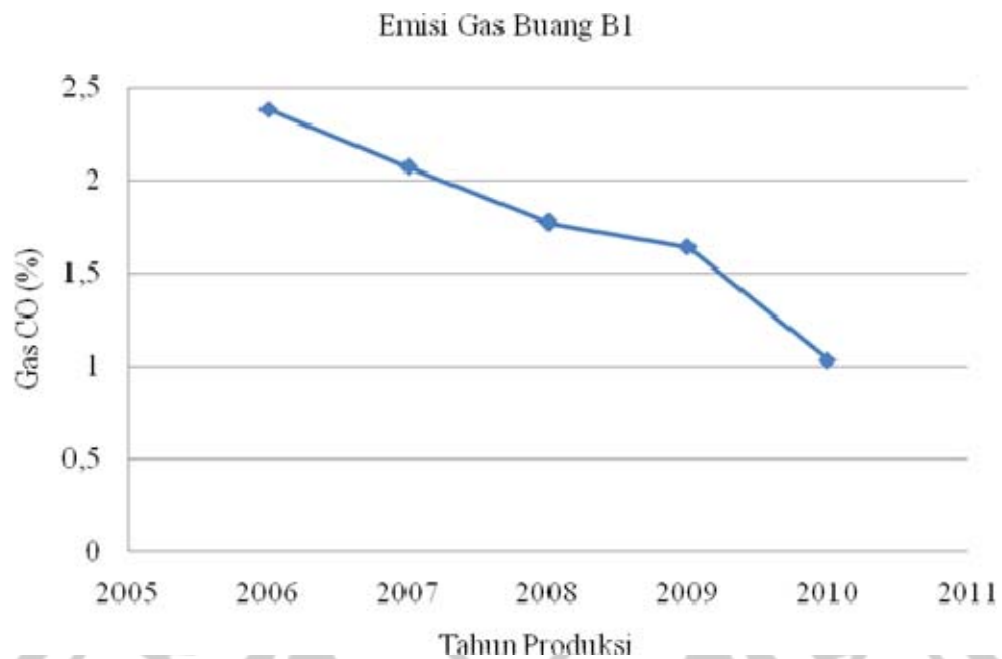


Gambar 4.9 Grafik hubungan antara gas buang CO terhadap tahun produksi A4

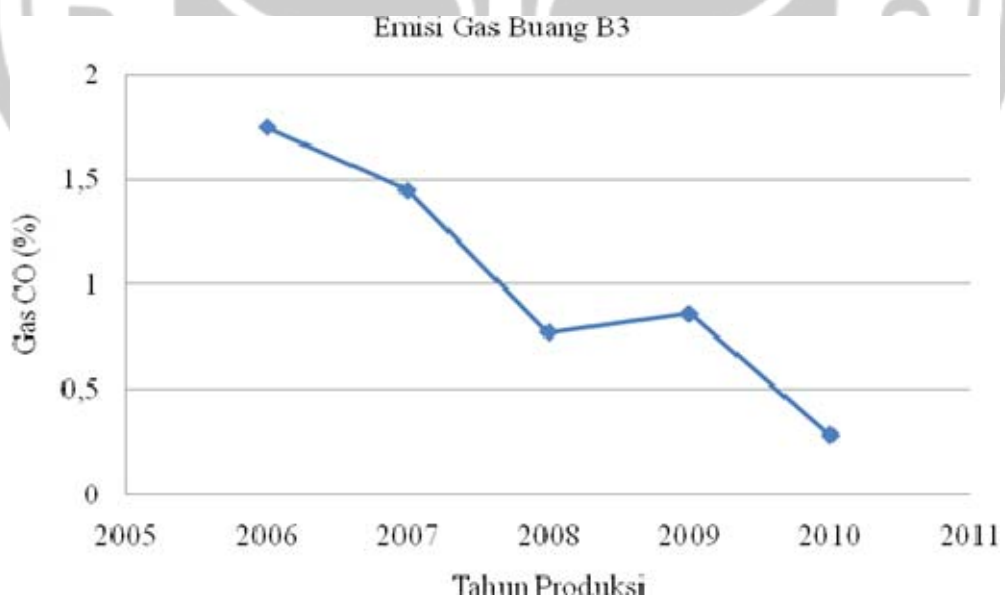
Pada Gambar 4.4 sampai Gambar 4.9 menampilkan grafik hubungan antara gas buang CO terhadap tahun pembuatannya. Grafik tersebut merupakan rata – rata besar kandungan gas CO dengan tahun pembuatannya untuk masing – masing motor yang diproduksi A. Grafik hubungan antara gas CO dengan tahun pembuatannya menunjukkan bahwa semakin lama tahun pembuatan motor tersebut semakin besar kandungan gas CO yang dibuang. Pada Gambar 4.4 sampai Gambar 4.9 tidak semua motor diproduksi pada tahun 2006 dan 2010. Ini dikarenakan, ada motor yang baru diproduksi pada tahun 2008 dan ada motor yang sudah tidak diproduksi pada tahun 2009.

#### **4.1.4 Hasil Uji Pada Motor B**

Pengujian gas buang CO dilakukan pada kendaraan bermotor *merk* B dari beberapa jenis dan tahun pembuatan 2006 sampai 2010. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui besar kandungan gas CO yang dibuang, apakah melebihi ambang batas yang ditentukan pemerintah sebesar 4,5% atau tidak, serta mengetahui perubahan gas buang CO yang dihasilkan jika ditinjau dari tahun pembuatannya. Tipe motor B yang diujikan adalah B1 dengan tahun pembuatan 2006 sampai 2010, B2 dengan tahun pembuatan 2006 sampai 2010, B3 dengan tahun pembuatan 2006 sampai 2010, B4 dengan tahun pembuatan 2009 sampai 2010. Hasil pengujian gas CO untuk motor *merk* B dapat dilihat pada Gambar 4.10 sampai Gambar 4.13,

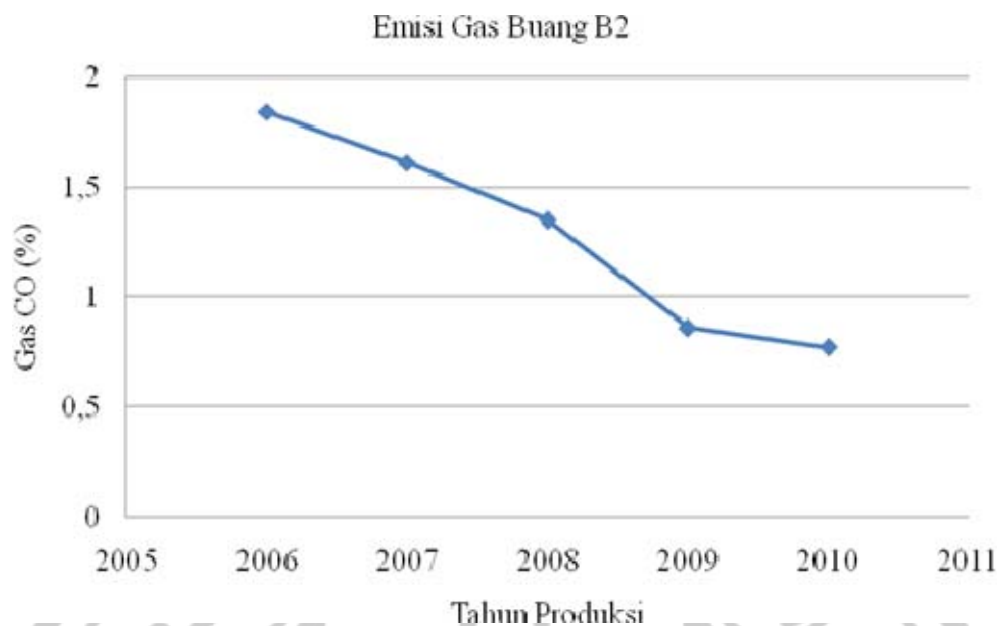


Gambar 4.10 Grafik hubungan antara gas buang CO terhadap tahun produksi B1

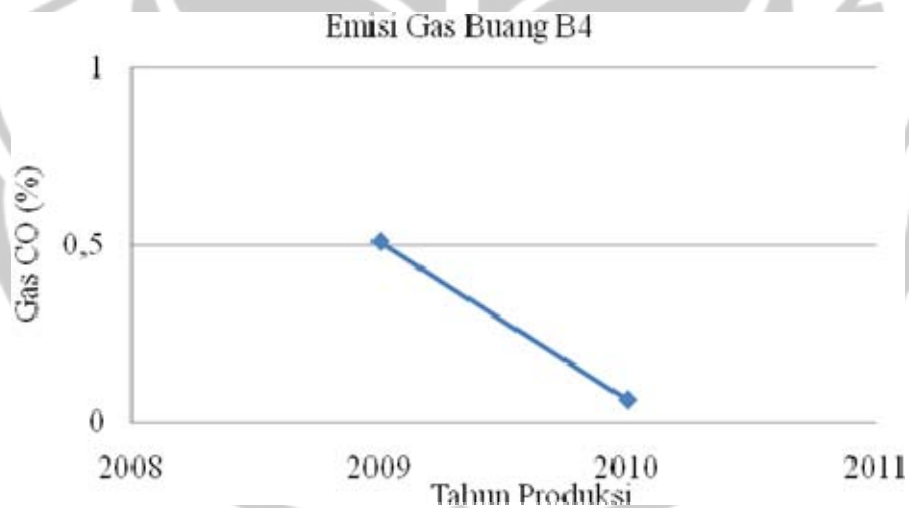


Gambar 4.11 Grafik hubungan antara gas buang CO terhadap tahun produksi B3





Gambar 4.12 Grafik hubungan antara gas buang CO terhadap tahun produksi B2



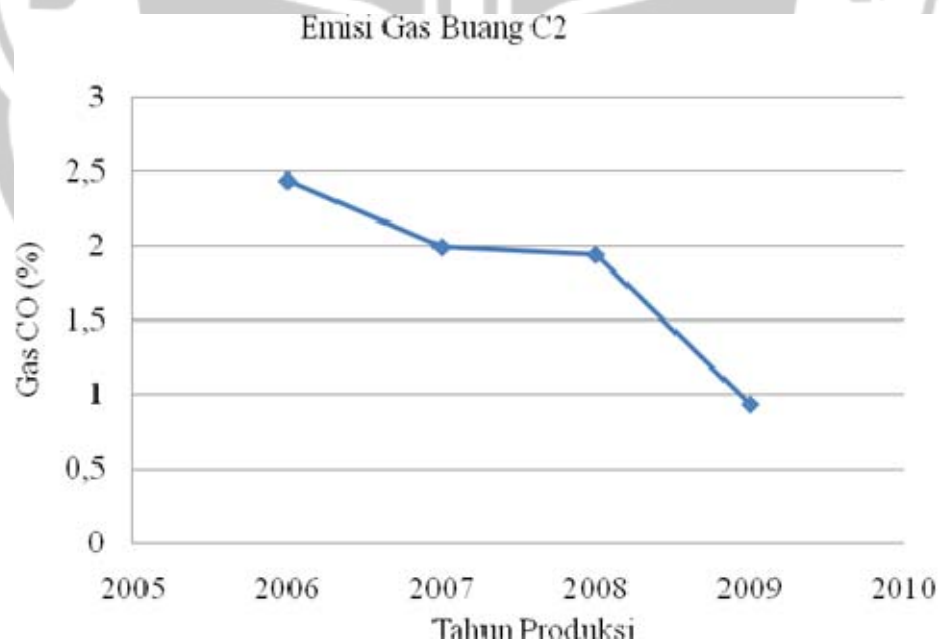
Gambar 4.13 Grafik hubungan antara gas buang CO terhadap tahun produksi B4

Hasil pengujian motor yang diproduksi B didapatkan bahwa semakin lama tahun produksi semakin besar kandungan gas CO yang dibuang. Tetapi pada Gambar 4.11 terdapat penyimpangan yaitu pada motor B3 yang diproduksi tahun

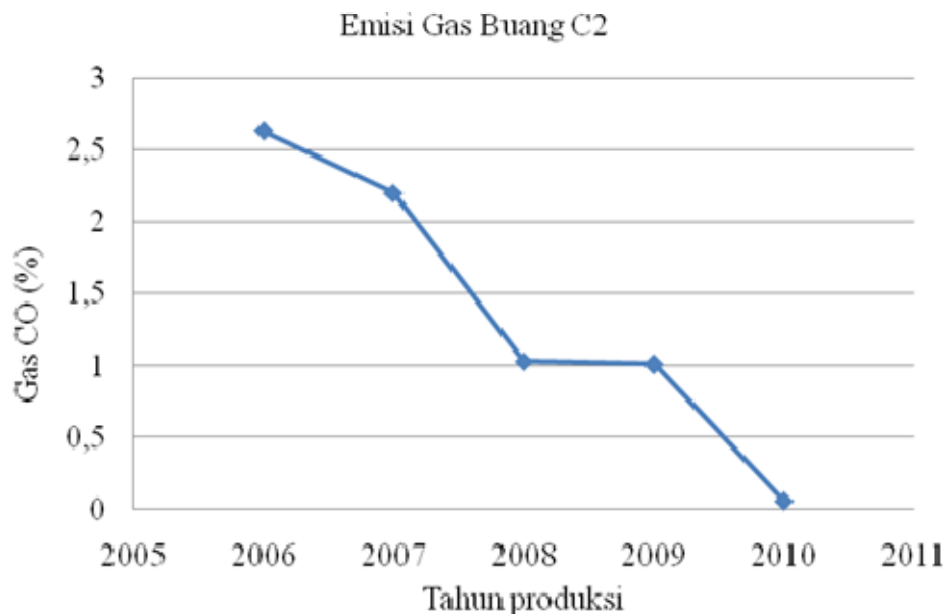
2009. Gas buang emisi pada tahun 2009 lebih besar dari tahun 2008. Sebab pada tahun 2009 motor B3 memiliki spesifikasi mesin yang lebih besar dari motor B3 yang diproduksi tahun 2008.

#### 4.1.5 Hasil Uji Pada Motor C

Pengujian gas buang CO yang dilakukan pada kendaraan bermotor merk C dari berbagai jenis motor untuk tahun pembuatan 2006 sampai 2010. Pengujian ini akan menentukan apakah selama tahun 2006 sampai 2010 emisi gas buang motor C melebihi ambang batas yang ditentukan oleh pemerintah atau tidak, serta mengetahui perubahan gas buang CO yang dihasilkan jika ditinjau dari tahun pembuatannya. Motor C yang diuji adalah C1 dari tahun 2006 sampai tahun 2010 dan C2 dari tahun 2006 sampai tahun 2009. Hasil pengujian gas buang CO pada motor Suzuki dapat dilihat pada Gambar 4.14 dan Gambar 4.15,



Gambar 4.14 Grafik hubungan antara gas buang CO terhadap tahun produksi C2

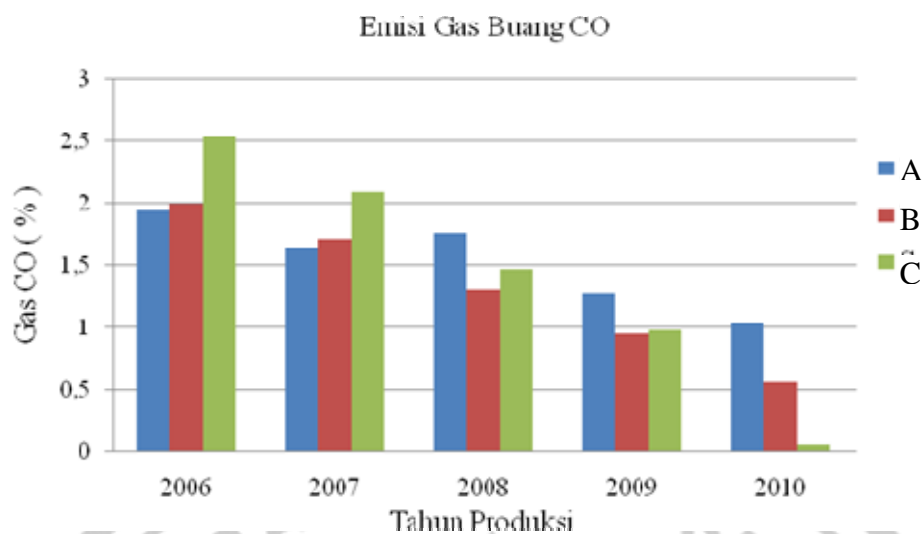


Gambar 4.15 Grafik hubungan antara gas buang CO terhadap tahun produksi C2

Dari Gambar 4.14 dan Gambar 4.15 terlihat bahwa besarnya emisi gas buang CO yang dihasilkan untuk masing – masing tahun, semakin lama tahun pembuatan motor akan semakin besar kandungan gas CO yang dibuang, sebaliknya semakin baru tahun pembuatan emisi gas buang CO juga semakin kecil.

#### 4.1.6 Perbandingan Kandungan Gas Buang CO untuk Tiga Merk Kendaraan Bermotor

Secara umum data hasil pengujian gas buang CO dari ketiga merk kendaraan bermotor tersebut dapat dibandingkan dan dianalisis untuk mengetahui tingkat polutan yang dibuang dan kualitas kendaraan tersebut. Untuk mengetahui kualitas dan tingkat polutan yang dihasilkan dapat dilihat pada gas CO yang dibuang oleh kendaraan bermotor tersebut. Hasil pengujian dari ketiga merk motor tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.16,



Gambar 4.16 Grafik hubungan antara gas buang CO terhadap tahun produksi dari ketiga kendaraan bermotor

Dari Gambar 4.16 menunjukkan bahwa kandungan emisi gas buang CO dari motor B dan C untuk tahun pembuatan yang baru semakin kecil. Tetapi berbeda pada motor A untuk tahun 2008 besar emisi gas buangnya lebih besar dari pada tahun 2007, hal ini dikarenakan pada tahun 2008 A memproduksi motor A4 yang mempunyai jenis mesin *sporty* dengan pemakaian bahan bakar boros mengakibatkan gas buang CO semakin besar.

## 4.2 Pembahasan

Alat deteksi gas CO berbasis Mikrokontroler ATmega 16 ini adalah suatu rancang bangun yang digunakan untuk mendeteksi gas CO pada kendaraan bermotor. Dalam rancang bangun alat ini ada beberapa komponen penting untuk mendeteksi gas CO yaitu mikrokontroler dan sensor. Mikrokontroler berfungsi sebagai pengkonversi sinyal analog yang dideteksi oleh sensor menjadi sinyal digital,

sedangkan sensor digunakan untuk mendeteksi gas CO yang dibuang oleh kendaraan bermotor.

Pada saat pengujian, sensor ditempatkan diujung pralon yang panjangnya 19 cm. Penempatan sensor seperti itu supaya mendeteksi gas CO yang dibuang oleh kendaraan bermotor secara maksimal. Keunggulan alat deteksi gas CO ini yaitu alat ini *portable*, ringan, mudah pengoperasannya.

Pengujian alat deteksi gas CO dilakukan dengan cara membandingkan hasil pengukuran sensor dengan alat yang dimiliki oleh Badan Lingkungan Hidup (BLH) Kota Semarang. Pengujian yang dilakukan ini sebagai kalibrasi alat yang dibuat. Gambar 4.3 memperlihatkan bahwa koefisien korelasi yang dihasilkan sebesar 0,989 artinya data hasil pengukuran dari kedua alat tersebut sebanding.

Pada pengujian selanjutnya data pengukuran untuk beberapa merk kendaraan bermotor yaitu A, B, dan C yang memiliki tahun pembuatan 2006 sampai 2010. Hasil pengujian untuk tahun pembuatan 2010 menunjukkan bahwa emisi gas buang ketiga motor tersebut relatif rendah, ini dikarenakan teknologi pada motor setiap tahun semakin maju dan ramah lingkungan.

Pada pengujian terhadap motor A, ada beberapa varian yang digunakan yaitu A1, A2, A3, A4, A5, dan A6. Untuk mengetahui besar kandungan gas buang emisi dari masing-masing varian motor A dapat dilihat pada Gambar 4.4 sampai Gambar 4.9. Gambar tersebut menunjukkan adanya korelasi antara gas CO yang dibuang dengan tahun pembuatan, dimana semakin baru tahun pembuatan semakin kecil emisi gas yang dihasilkan. Besar emisi untuk motor A1 selama tiga tahun rata – rata gas CO yang dihasilkan sebesar 1,85% dengan rata-rata perubahan setiap tahun 0,36%. Jadi untuk motor A1 yang diproduksi dari tahun 2006 sampai 2008 masih di

bawah ambang batas yang ditentukan oleh pemerintah. Pada motor A3 dan A2 besar emisi selama lima tahun yang diproduksi tahun 2006 sampai 2010 rata – rata gas CO yang dihasilkan sebesar 1,22% dengan rata-rata perubahan gas emisi setiap tahun 0,4% sedangkan untuk motor A2 sebesar 1,31% dengan rata-rata perubahan gas emisi setiap tahun 0,35%. Jadi untuk motor A3 dan A2 selama lima tahun dan yang diproduksi tahun 2006 sampai 2010 masih dalam keadaan baik karena gas buang emisinya masih di bawah ambang batas motor yang ditentukan oleh pemerintah. Motor A5 dan A6 yang diproduksi tahun 2007 sampai 2010 memiliki gas buang emisi rata – rata sebesar 0,99% dengan rata – rata perubahan gas emisi setiap tahunnya sebesar 0,81%, sedangkan untuk A6 gas buang emisi sebesar 1,29% dengan rata – rata perubahan gas emisi setiap tahun sebesar 0,95%. Jadi, motor A5 dan A6 masih dalam keadaan baik karena masih di bawah ambang batas. Dari beberapa jenis pengujian motor yang diproduksi oleh A, yang memiliki rata – rata perubahan gas emisi setiap tahunnya yang paling besar adalah motor A6, sedangkan emisi gas buang CO yang paling kecil dan yang paling besar adalah motor A5 dengan rata – rata emisi gas buang sebesar 2,09%.

Pada pengujian terhadap motor B, ada beberapa varian yang digunakan adalah B1, B2, B3, dan B4. Untuk mengetahui perubahan gas buang emisi pada varian motor B dapat dilihat pada Gambar 4.10 sampai Gambar 4.13. Pada Gambar 4.9 menunjukkan grafik perubahan gas buang motor B1. Gambar grafik tersebut menunjukkan bahwa adanya hubungan antara tahun produksi dengan gas yang dibuang. Semakin lama tahun produksi maka gas CO yang dibuang semakin besar. Motor B1 memiliki rata – rata gas buang emisi selama lima tahun sebesar 1,78% dan rata – rata perubahan gas emisi setiap tahun sebesar 0,33%. Motor B2 dan B3 memiliki rata – rata gas buang emisi sebesar 1,29% dan rata – rata perubahan gas emisi setiap tahun sebesar 0,50%, sedangkan untuk motor B3 memiliki rata – rata gas

buang emisi sebesar 1,02% dan rata – rata perubahan setiap tahunnya sebesar 0,39%. Pada motor B4 dalam pengujian hanya tahun 2009 dan 2010 memiliki rata – rata gas buang emisi pada motor B4 adalah 0,28%. Ditinjau dari rata – rata emisi gas CO yang dibuang motor B dengan tahun pembuatan 2006 sampai 2010 masih keadaan baik karena memiliki emisi gas buang CO di bawah ambang batas yang ditentukan oleh pemerintah. Dari rata – rata emisi gas CO yang paling baik adalah motor B4, ini dikarenakan motor B4 sudah menggunakan sistem *injection*.

Pengujian terakhir terhadap motor C yang digunakan adalah motor C1 dan C2. Untuk mengetahui besar rata – rata kandungan emisi gas CO motor C2 dan motor C1 dapat dilihat pada Gambar 4.14 dan Gambar 4.15. Dari gambar tersebut dapat dilihat bahwa adanya hubungan antara produksi emisi gas buang dengan tahun pembuatan. Semakin baru tahun pembuatan semakin kecil emisi gas buangnya. Rata – rata perubahan gas buang emisi pada C2 selama empat tahun sebesar 1,83% dengan rata – rata perubahan gas buang emisi setiap tahun sebesar 0,50%. Untuk motor C1 yang diproduksi tahun 2006 sampai 2010 memiliki besar rata – rata emisi gas CO dibuang sebesar 1,38% dan rata – rata perubahan gas buang emisi sebesar 0,62% setiap tahunnya. Jadi untuk motor keluaran C memiliki gas buang emisi selama lima tahun masih di bawah ambang batas yang ditentukan oleh pemerintah. Dari kedua motor yang diproduksi C motor C1 yang memiliki rata – rata perubahan gas buang emisi setiap tahunnya lebih baik dibandingkan dengan C2.

Hasil keseluruhan pengujian dari ketiga *merk* kendaraan bermotor dengan beberapa varian motor yang diproduksi pada tahun 2006 sampai 2010, rata – rata emisi gas buang yang paling baik adalah B. Motor B memiliki emisi gas buang sebesar 1,3%.

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Simpulan**

Berdasarkan hasil uji coba yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa detektor gas CO yang berbasis mikrokontroler AVR Atmega 16 dan sensor TGS 2201 layak digunakan untuk mendeteksi emisi gas CO yang dibuang oleh kendaraan bermotor roda 2 jenis 4 langkah. Alat ini membutuhkan tegangan sebesar 5 volt untuk mengaktifkan detektor gas CO ini.

Dari hasil penelitian yang dilakukan pada kendaraan bermotor roda dua dengan merk A, B, dan C untuk pembuatan 2006 sampai 2010 dapat diketahui bahwa rata – rata gas buang emisi yang dihasilkan oleh A sebesar 1,52%, untuk motor B sebesar 1,3%, dan untuk motor C 1,43%. Jadi dari ketiga motor tersebut yang memiliki rata – rata emisi gas buang paling baik adalah motor B.

#### **5.2 Saran**

Pada penelitian ini masih memiliki banyak kekurangan dalam penelitian ini sehingga penelitian selanjutnya diharapkan alat detektor gas ini dapat mendeteksi emisi gas yang dibuang oleh motor diesel.



## Daftar Pustaka

- Andrianto, Heri. 2008. *Pemrograman Mikrokontroler AVR ATmega16 Menggunakan Bahasa C*. Bandung: Penerbit Informatika.
- Anuj Kumar, I. P. Singh, and S. K. Sud. 2009. *Indoor Air Quality Estimation by Using Smart Sensing System, Proceedings of the International Multi Conference of Engineers and Computer Scientists 2009 Vol II (IMECS 2009)*. ISBN: 978-988-17012-7-5. Hong Kong.
- B. W. K, I Gusti. 2002. *Alat Penurun Emisi Gas Buang Pada Motor, Mobil, Motor Tempel Dan Mesin Pembakaran Tak Bergerak*, (MAKARA, TEKNOLOGI, VOL. 6, NO. 3, DESEMBER 2002). Bali: Universitas Udayana.
- Changa, Lun-Wei, dkk. *A Sensor for Gas Detection Fabricated by a Circular Single-wall Carbon Nanotube*. (Sensors & Transducers Journal, Vol. 91, Issue 4, April 2008, pp. 91-99). ISSN 1726-5479.
- Figaro. 2004. *TGS2201 Datasheet*. Japan: Mino.
- Group, Figaro. 2007. *Figaro Gas Sensors 2000-Series*. Japan: Mino.
- Group, Figaro. 2007. *General Information For TGS Sensors*. Japan: Mino.
- Mardowo, Ario. 2009. *Application Note AN32 – Air Quality Sensor I*. Madiun: Universitas Khatolik Widya Mandala.
- Purwanto, Edi, dkk. 2007. *Batas Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor Lama*. Jakarta: Menteri Negara Lingkungan Hidup.
- Setiawan, Iwan. 2009. *Buku Ajar Sensor Dan Tranduser*. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Widodo. 2008. *Panduan Praktikum Mikrokontroler AVR Atmega 16*. Jakarta: Gramedia.
- Winoto, Ardi. 2008. *Mikrokontroler AVR ATmega8/32/16/8535 Dan Pemrogramannya Dengan Bahasa C Pada WinAVR*. Cirebon: Penerbit Informatika.

Lampiran 1

No	Motor	Alat Deteksi Gas CO (%)	Auto Chek Gas and Smoke (%)	$x_i^2$	$y_i^2$	$x_i \cdot y_i$
1	Udara bebas	0	0	0	0	0
2	Honda 1989	1,3	1,12	1,69	1,2549	1,456
3	Honda 2001	4	3,99	16	15,9201	15,96
4	Honda 2008	2,3	2,28	2,59	5,1984	5,244
5	Honda 2009	3	3,1	9	9,61	9,3
6	Honda 1997	3,1	3,05	9,61	9,3025	9,455
7	Yamaha 2009	0,2	0,21	0,04	0,0441	0,042
8	Yamaha 2009	4,2	4,1	17,64	16,8	17,22
9	Yamaha 2008	2,6	2,8	6,76	7,84	7,28
10	Yamaha 2008	2,4	2,48	5,76	6,1504	5,952
11	Yamaha 2008	3,3	3,45	10,89	11,9025	11,385
12	Suzuki 2006	3,7	3,62	13,69	13,1044	13,394
13	Suzuki 2002	1,6	1,88	2,56	3,5344	3,008
14	Suzuki 2008	2,1	2,28	4,41	5,1984	4,788
		$\sum x_i = 33,8$	$\sum y_i = 31,31$	$\sum x_i^2 = 98,93$	$\sum y_i^2 = 105,5051$	$\sum x_i \cdot y_i = 104,484$

$$b_1 = \frac{n \sum x_i y_i - \sum x_i \sum y_i}{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}$$

$$b_1 = \frac{14 \times 104,484 - 33,8 \times 31,31}{14 \times 98,93 - 33,8^2}$$

$$b_1 = 1,667$$

$$b_0 = \bar{y} - (b_1 \cdot \bar{x})$$

$$b_0 = 2,33 - (1,667 \times 2,41)$$

$$b_0 = -1,78747$$

Standart deviasi (Se)

$$Se = \sqrt{\frac{\sum y_i^2 - b_0 \sum y_i - b_1 \sum x_i y_i}{n - 2}}$$

$$Se = \sqrt{\frac{105,5051 - (-1,78727) \times (31,31) - (1,667) \times (104,484)}{14 - 2}}$$

$$Se = \sqrt{\frac{12,704}{12}}$$

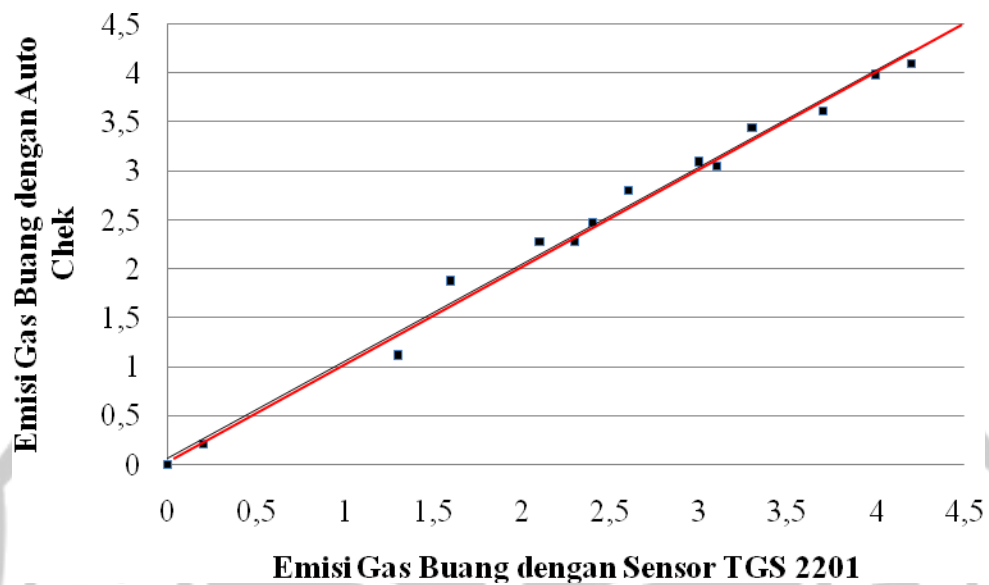
$$Se = 1,0288917$$

Ketelitian

$$KTP = 100\% - S_e$$

$$KTP = 100\% - 1,028917$$

$$KTP = 98,97\%$$



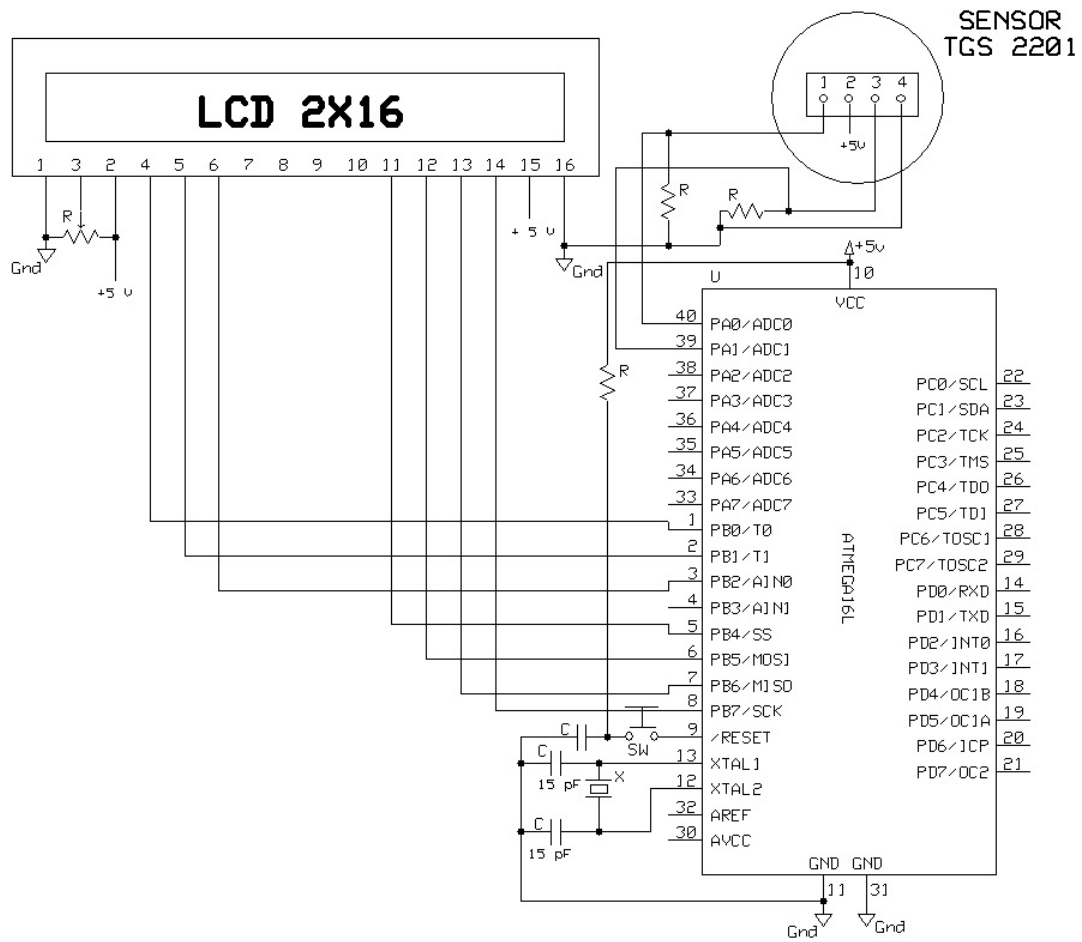
Grafik pergeseran Garis antara Garis Ideal dengan Hasil Pengujian

Dari hasil pergeseran garis menunjukkan bahwa, penyimpangan garis sebesar 1,03% dan memiliki ketelitian 98,97%.

#

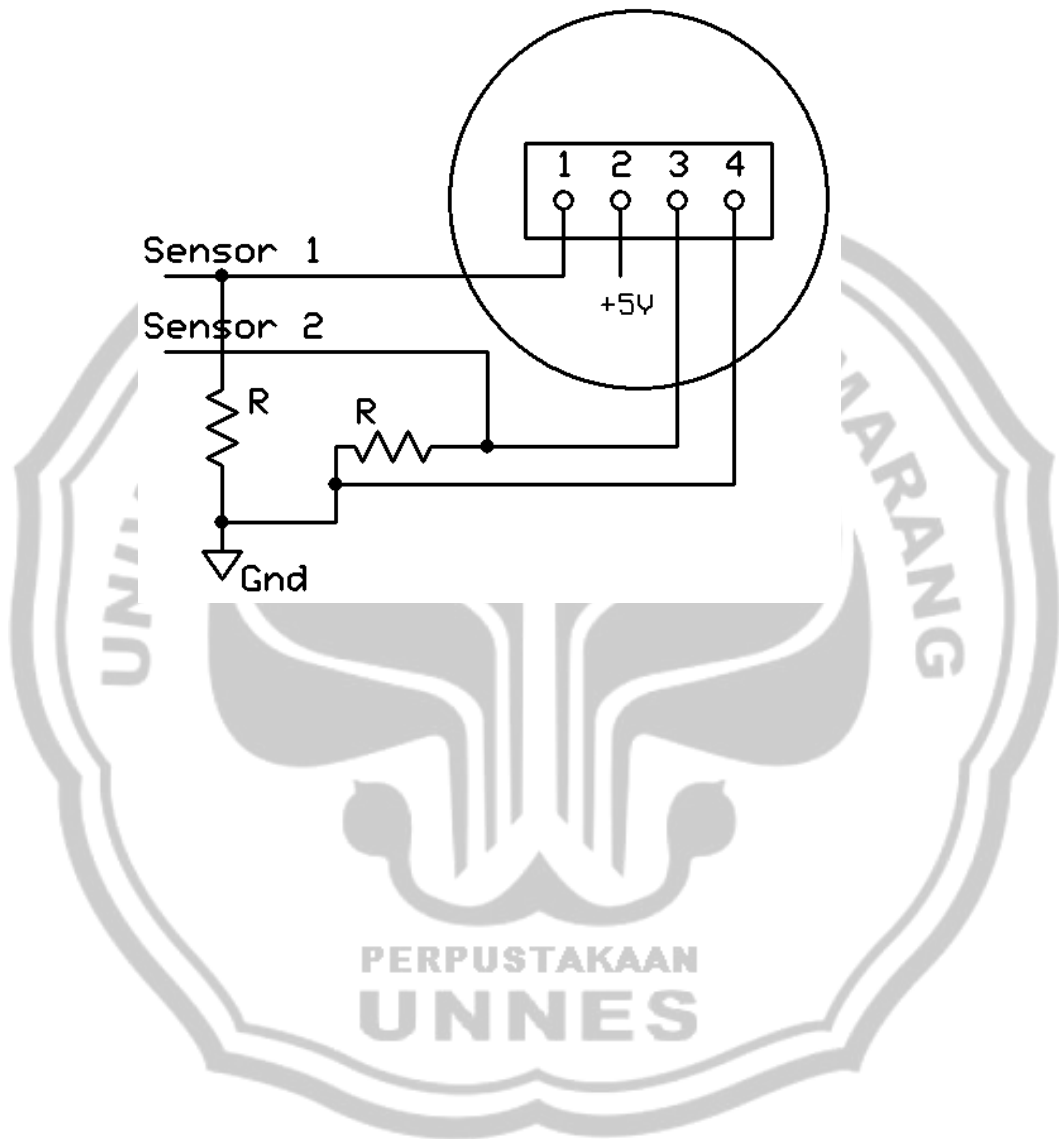
## Lampiran 2

Gambar rangkaian alat deteksi gas CO



*Lampiran 3*

Gambar rangkaian sensor TGS 2201



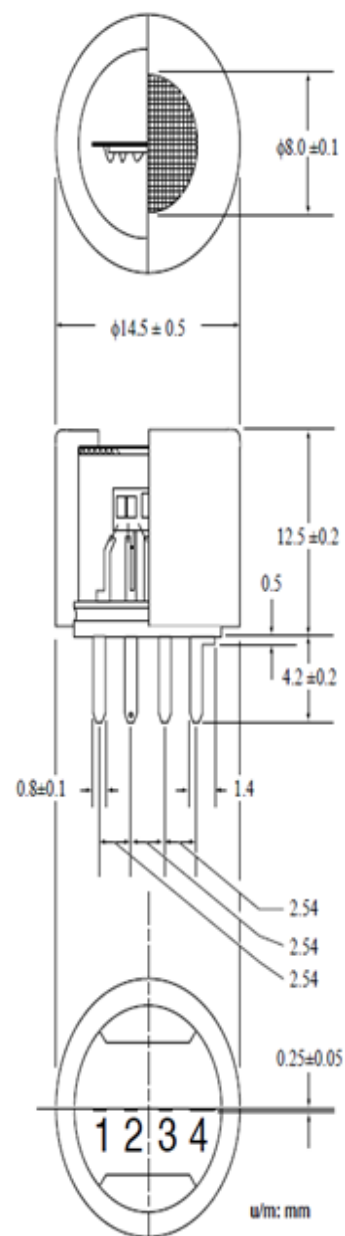
## Lampiran 4

### Data sheet TGS 2201

#### Specifications:

Model number		TGS 2201	
Sensing element type		S2	
Standard package		Plastic (P3)	
Target gases		Diesel exhaust	Gasoline exhaust
Typical detection range		0.1 ~ 10 ppm	10~1,000ppm
Standard circuit conditions	Heater voltage	$V_H$	5.0V DC $\pm$ 5%
	Circuit voltage	$V_C$	15.0V DC Max., $P_s \leq 15mW$
	Load resistance	$R_L$	Variable, $P_s \leq 15mW$
Electrical characteristics under standard test conditions	Heater resistance	$R_H$	$35\Omega \pm 10\%$ at room temp.
	Heater current	$I_H$	100mA
	Heater power consumption	$P_H$	502mW
	Sensor resistance	$R_s$	0.1~2M $\Omega$ in air   10~80k $\Omega$ in air
	Sensitivity (change ratio of $R_s$ )		$R_s(0.3ppm \text{ of } NO_2) / R_s(\text{air}) = 12 \pm 8$   $R_s(10ppm \text{ of } CO) / R_s(\text{air}) = 0.65 \pm 0.15$
Standard test conditions	Test gas conditions	Air at $20 \pm 2^\circ C$ , $65 \pm 5\% RH$	
	Circuit conditions	$R_L = 200k\Omega \pm 1\%$	$R_L = 10.0k\Omega \pm 1\%$
		$V_C = 5.0V \text{ DC} \pm 3\%$ , $V_H = 5.0V \text{ DC} \pm 5\%$	
Conditioning period before test	2~7 days		

#### Structure and Dimensions:



Pin connections:  
 1: Sensor electrode 1  
 2: Common (+)  
 3: Sensor electrode 2  
 4: Heater (-)

**Lampiran5**

Data kalibrasi dengan alat Badan Lingkungan Hidup (BLH) Kota Semarang

No	Motor	Auto Chek Gas and Smoke	Alat Deteksi Gas CO (%)			
			10 s	30 s	menit	Ar Emisi
1	Jdara bebas	0%	0	0	0	0
2	Honda 1989	1,12%	1,3	1,3	1,3	1,3
			1,2	1	1,1	
				1,2	1,2	
3	Honda 2001	3,99%	3,8	3,9	4	4
			4	4	4,1	
			3,9			
4	Honda 2008	2,28%	2,2	2,1	2,3	2,3
			2,3	2,3	2,2	
				2,2		
5	Honda 2009	3,10%	2,9	3,1	3	3
			3	3	3,1	
6	Honda 1997	3,05%	2,9	3	3,1	3,1
			3,1	3,1	3	
7	amaha 2009	0,21%	0	0,1	0,2	0,2
				0,2	0,1	
8	amaha 2009	4,10%	3,8	3	4	4,2
			4	4	4,2	
			4,2	4,2	4,1	
9	amaha 2008	2,80%	2,9	2,9	2,7	2,6
			2,7	2,7	2,9	
				2,8		
10	amaha 2008	2,48%	2,5	2,4	2,5	2,4
			2,4	2,3	2,3	
				2,5		
11	amaha 2008	3,45%	3,1	3	3,5	3,3
			3,2	3,2	3,3	
			3,5	3,5	3,1	
12	uzuki 2006	3,62%	3,5	3,5	3,7	3,7
			3,4	3,4	3,5	
			3,7	3,7		
13	uzuki 2002	1,88%	1,6	1,8	1,8	1,6
			1,7	1,7		
14	uzuki 2008	2,28%	2,2	2,3	2,3	2,1
			2,3	2,4	2,4	
					2,5	



## Lampiran 7

### Listing program

```

/*****
*****
This program was produced by the
CodeWizardAVR V1.24.0 Standard
Automatic Program Generator
*****/
*****/
#include <mega16.h>
#include <stdio.h>
#include <delay.h>
// Alphanumeric LCD Module
// functions
#asm
.equ __lcd_port=0x18
#endasm
#include <lcd.h>
#define ADC_VREF_TYPE 0x40
// Read the AD conversion result
unsigned int read_adc(unsigned char
adc_input)
{
ADMUX=adc_input|ADC_VREF_T
YPE;
// Start the AD conversion
ADCSRA|=0x40;
// Wait for the AD conversion to
complete
while ((ADCSRA & 0x10)==0);
ADCSRA|=0x10;
return ADCW;
}
// Declare your global variables here
void main(void)
{
// Declare your local variables here
char lcd_buffer[16];
float vin;
unsigned int ADC;
// Input/Output Ports initialization
// Port A initialization
// Func0=In Func1=In Func2=In
Func3=In Func4=In Func5=In
Func6=In Func7=In
// State0=T State1=T State2=T
State3=T State4=T State5=T
State6=T State7=T
PORTA=0x00;
DDRA=0x00;
// Port B initialization
// Func0=In Func1=In Func2=In
Func3=In Func4=In Func5=In
Func6=In Func7=In
// State0=T State1=T State2=T
State3=T State4=T State5=T
State6=T State7=T
PORTB=0x00;
DDRB=0x00;
PORTC=0xFF;
DDRC=0xFF;
lcd_init(16);
//menampilkan kalimat awal sebelum
aplikasi muncul
lcd_gotoxy(4,0);
lcd_putsf("DETEKTOR");
lcd_gotoxy(5,1);
lcd_putsf("GAS CO");
delay_ms(5000);
lcd_clear();
/*
lcd_gotoxy(3,0);
lcd_putsf("loading...");
lcd_gotoxy(5,1);
lcd_putsf("#####");
delay_ms(2000);
lcd_clear();*/
while (1)
{
// Place your code here
//ADC=read_adc(1);

//vin=((float)ADC*(0.00488281
25));
lcd_gotoxy(0,0);
lcd_putsf("KANDUNGAN
EMISI");
lcd_gotoxy(0,0);

```

```

lcd_puts(lcd_buffer);
    if (ADC<=838)
    {lcd_gotoxy(0,1);
    lcd_putsf("Gas CO= 0% ");}
else if (ADC==839)
{lcd_gotoxy(0,1);
lcd_putsf("Gas CO= 0,01%
");}
else if (ADC==840)
{lcd_gotoxy(0,1);
lcd_putsf("Gas CO= 0,01%
");}
else if (ADC==841)
{lcd_gotoxy(0,1);
lcd_putsf("Gas CO= 0,01%
");}
else if (ADC==843)
{lcd_gotoxy(0,1);
lcd_putsf("Gas CO= 0,01%
");}
else if (ADC==844)
{lcd_gotoxy(0,1);
lcd_putsf("Gas CO= 0,01%
");}
else if (ADC==845)
{lcd_gotoxy(0,1);
lcd_putsf("Gas CO= 0,01%
");}
else if (ADC==846)
{lcd_gotoxy(0,1);
lcd_putsf("Gas CO= 0,01%
");}
else if (ADC==847)
{lcd_gotoxy(0,1);
lcd_putsf("Gas CO= 0,01%
");}
else if (ADC==848)
{lcd_gotoxy(0,1);
lcd_putsf("Gas CO= 0,01%
");}
else if (ADC==849)
{lcd_gotoxy(0,1);
lcd_putsf("Gas CO= 0,01%
");}
else if (ADC==850)
{lcd_gotoxy(0,1);
lcd_putsf("Gas CO= 0,01%
");}
else if (ADC==851)
{lcd_gotoxy(0,1);
lcd_putsf("Gas CO= 0,01%
");}
else if (ADC==852)
{lcd_gotoxy(0,1);
lcd_putsf("Gas CO= 0,01%
");}
else if (ADC==853)
{lcd_gotoxy(0,1);
lcd_putsf("Gas CO= 0,01%
");}
else if (ADC==854)
{lcd_gotoxy(0,1);
lcd_putsf("Gas CO= 0,02% ");}
else if (ADC==855)
{lcd_gotoxy(0,1);
lcd_putsf("Gas CO= 0,02%
");}
else if (ADC==856)
{lcd_gotoxy(0,1);
lcd_putsf("Gas CO= 0,02%
");}
else if (ADC==857)
{lcd_gotoxy(0,1);
lcd_putsf("Gas CO= 0,02%
");}
else if (ADC==858)
{lcd_gotoxy(0,1);
lcd_putsf("Gas CO= 0,03%
");}
else if (ADC==859)
{lcd_gotoxy(0,1);
lcd_putsf("Gas CO= 0,03%
");}
else if (ADC==860)
{lcd_gotoxy(0,1);
lcd_putsf("Gas CO= 0,03%
");}
else if (ADC==861)
{lcd_gotoxy(0,1);
lcd_putsf("Gas CO= 0,03%
");}
else if (ADC==862)

```

```

{lcd_gotoxy(0,1);
lcd_putsf("Gas CO= 0,04%
");}
else if (ADC==863)
{lcd_gotoxy(0,1);
lcd_putsf("Gas CO= 0,04%
");}
else if (ADC==864)
{lcd_gotoxy(0,1);
lcd_putsf("Gas CO= 0,04%
");}
else if (ADC==865)
{lcd_gotoxy(0,1);
lcd_putsf("Gas CO= 0,04%
");}
else if (ADC==866)
{lcd_gotoxy(0,1);
lcd_putsf("Gas CO= 0,05%
");}
else if (ADC==867)
{lcd_gotoxy(0,1);
lcd_putsf("Gas CO= 0,05%
");}
else if (ADC==868)
{lcd_gotoxy(0,1);
lcd_putsf("Gas CO= 0,05%
");}
else if (ADC==869)
{lcd_gotoxy(0,1);
lcd_putsf("Gas CO= 0,05%
");}
else if (ADC==870)
{lcd_gotoxy(0,1);
lcd_putsf("Gas CO= 0,06%
");}
else if (ADC==871)
{lcd_gotoxy(0,1);
lcd_putsf("Gas CO= 0,06%
");}
else if (ADC==872)
{lcd_gotoxy(0,1);
lcd_putsf("Gas CO= 0,06%
");}
else if (ADC==873)
{lcd_gotoxy(0,1);
lcd_putsf("Gas CO= 0,06%
");}
else if (ADC==874)
{lcd_gotoxy(0,1);
lcd_putsf("Gas CO= 0,07%
");}
else if (ADC==875)
{lcd_gotoxy(0,1);
lcd_putsf("Gas CO= 0,07%
");}
else if (ADC==876)
{lcd_gotoxy(0,1);
lcd_putsf("Gas CO= 0,07%
");}
else if (ADC==877)
{lcd_gotoxy(0,1);
lcd_putsf("Gas CO= 0,07%
");}
else if (ADC==878)
{lcd_gotoxy(0,1);
lcd_putsf("Gas CO= 0,08%
");}
else if (ADC==879)
{lcd_gotoxy(0,1);
lcd_putsf("Gas CO= 0,08%
");}
else if (ADC==880)
{lcd_gotoxy(0,1);
lcd_putsf("Gas CO= 0,08%
");}
else if (ADC==881)
{lcd_gotoxy(0,1);
lcd_putsf("Gas CO= 0,08%
");}
else if (ADC==882)
{lcd_gotoxy(0,1);
lcd_putsf("Gas CO= 0,09%
");}
else if (ADC==883)
{lcd_gotoxy(0,1);
lcd_putsf("Gas CO= 0,09%
");}
else if (ADC==884)
{lcd_gotoxy(0,1);
lcd_putsf("Gas CO= 0,09%
");}

```

```

else if (ADC==885)
  {lcd_gotoxy(0,1);
  lcd_putsf("Gas CO= 0,09%
");}
else if (ADC==886)
  {lcd_gotoxy(0,1);
  lcd_putsf ("Gas CO= 0,09%
");}
else if (ADC==887)
  {lcd_gotoxy(0,1);
  lcd_putsf("Gas CO= 0,1%
");}
else if (ADC==888)
  {lcd_gotoxy(0,1);
  lcd_putsf("Gas CO= 0,1%
");}
else if (ADC==889)
  {lcd_gotoxy(0,1);
  lcd_putsf("Gas CO= 0,1%
");}
else if (ADC==890)
  {lcd_gotoxy(0,1);
  lcd_putsf("Gas CO= 0,1%
");}
else if (ADC==891)
  {lcd_gotoxy(0,1);
  lcd_putsf("Gas CO= 0,2%
");}
else if (ADC==892)
  {lcd_gotoxy(0,1);
  lcd_putsf("Gas CO= 0,2%
");}
else if (ADC==893)
  {lcd_gotoxy(0,1);
  lcd_putsf("Gas CO= 0,2%
");}
else if (ADC==894)
  {lcd_gotoxy(0,1);
  lcd_putsf("Gas CO= 0,2%
");}
else if (ADC==895)
  {lcd_gotoxy(0,1);
  lcd_putsf("Gas CO= 0,3%
");}
else if (ADC==896)
  {lcd_gotoxy(0,1);
  lcd_putsf("Gas CO= 0,3%
");}
else if (ADC==897)
  {lcd_gotoxy(0,1);
  lcd_putsf("Gas CO= 0,3%
");}
else if (ADC==898)
  {lcd_gotoxy(0,1);
  lcd_putsf("Gas CO= 0,3%
");}
else if (ADC==899)
  {lcd_gotoxy(0,1);
  lcd_putsf("Gas CO= 0,4%
");}
else if (ADC==900)
  {lcd_gotoxy(0,1);
  lcd_putsf("Gas CO= 0,4%
");}
else if (ADC==901)
  {lcd_gotoxy(0,1);
  lcd_putsf("Gas CO= 0,4%
");}
else if (ADC==902)
  {lcd_gotoxy(0,1);
  lcd_putsf("Gas CO= 0,4%
");}
else if (ADC==903)
  {lcd_gotoxy(0,1);
  lcd_putsf("Gas CO= 0,5%
");}
else if (ADC==904)
  {lcd_gotoxy(0,1);
  lcd_putsf("Gas CO= 0,5%
");}
else if (ADC==905)
  {lcd_gotoxy(0,1);
  lcd_putsf("Gas CO= 0,5%
");}
else if (ADC==906)
  {lcd_gotoxy(0,1);
  lcd_putsf("Gas CO= 0,5%
");}
else if (ADC==907)
  {lcd_gotoxy(0,1);
  lcd_putsf("Gas CO= 0,6%
");}

```

```

else if (ADC==908)
  {lcd_gotoxy(0,1);
  lcd_putsf("Gas CO= 0,6%
");}
else if (ADC==909)
  {lcd_gotoxy(0,1);
  lcd_putsf("Gas CO= 0,6%
");}
else if (ADC==910)
  {lcd_gotoxy(0,1);
  lcd_putsf("Gas CO= 0,6%
");}
else if (ADC==911)
  {lcd_gotoxy(0,1);
  lcd_putsf("Gas CO= 0,7%
");}
else if (ADC==912)
  {lcd_gotoxy(0,1);
  lcd_putsf("Gas CO= 0,7%
");}
else if (ADC==913)
  {lcd_gotoxy(0,1);
  lcd_putsf("Gas CO= 0,7%
");}
else if (ADC==914)
  {lcd_gotoxy(0,1);
  lcd_putsf("Gas CO= 0,7%
");}
else if (ADC==915)
  {lcd_gotoxy(0,1);
  lcd_putsf("Gas CO= 0,8%
");}
else if (ADC==916)
  {lcd_gotoxy(0,1);
  lcd_putsf("Gas CO= 0,8%
");}
else if (ADC==917)
  {lcd_gotoxy(0,1);
  lcd_putsf("Gas CO= 0,8%
");}
else if (ADC==918)
  {lcd_gotoxy(0,1);
  lcd_putsf("Gas CO= 0,8%
");}
else if (ADC==919)
  {lcd_gotoxy(0,1);
  lcd_putsf("Gas CO= 0,9%
");}
else if (ADC==920)
  {lcd_gotoxy(0,1);
  lcd_putsf("Gas CO= 0,9%
");}
else if (ADC==921)
  {lcd_gotoxy(0,1);
  lcd_putsf("Gas CO= 0,9%
");}
else if (ADC==922)
  {lcd_gotoxy(0,1);
  lcd_putsf("Gas CO= 0,9%
");}
else if (ADC==923)
  {lcd_gotoxy(0,1);
  lcd_putsf("Gas CO= 1%
");}
else if (ADC==924)
  {lcd_gotoxy(0,1);
  lcd_putsf("Gas CO= 1%
");}
else if (ADC==925)
  {lcd_gotoxy(0,1);
  lcd_putsf("Gas CO= 1%
");}
else if (ADC==926)
  {lcd_gotoxy(0,1);
  lcd_putsf("Gas CO= 1%
");}
else if (ADC==927)
  {lcd_gotoxy(0,1);
  lcd_putsf("Gas CO= 1,1%
");}
else if (ADC==928)
  {lcd_gotoxy(0,1);
  lcd_putsf("Gas CO= 1,1%
");}
else if (ADC==929)
  {lcd_gotoxy(0,1);
  lcd_putsf("Gas CO= 1,1%
");}
else if (ADC==930)
  {lcd_gotoxy(0,1);
  lcd_putsf("Gas CO= 1,1%
");}
else if (ADC==931)
  {lcd_gotoxy(0,1);
  lcd_putsf("Gas CO= 1,2%
");}

```

```

else if (ADC==932)
  {lcd_gotoxy(0,1);
  lcd_putsf("Gas CO= 1,2%
");}
else if (ADC==933)
  {lcd_gotoxy(0,1);
  lcd_putsf("Gas CO= 1,3%
");}
else if (ADC==934)
  {lcd_gotoxy(0,1);
  lcd_putsf("Gas CO= 1,3%
");}
else if (ADC==935)
  {lcd_gotoxy(0,1);
  lcd_putsf("Gas CO= 1,4%
");}
else if (ADC==936)
  {lcd_gotoxy(0,1);
  lcd_putsf("Gas CO= 1,4%
");}
else if (ADC==937)
  {lcd_gotoxy(0,1);
  lcd_putsf("Gas CO= 1,5%
");}
else if (ADC==938)
  {lcd_gotoxy(0,1);
  lcd_putsf("Gas CO= 1,5%
");}
else if (ADC==939)
  {lcd_gotoxy(0,1);
  lcd_putsf("Gas CO= 1,6%
");}
else if (ADC==940)
  {lcd_gotoxy(0,1);
  lcd_putsf("Gas CO= 1,6%
");}
else if (ADC==941)
  {lcd_gotoxy(0,1);
  lcd_putsf("Gas CO= 1,7%
");}
else if (ADC==942)
  {lcd_gotoxy(0,1);
  lcd_putsf("Gas CO= 1,7%
");}
else if (ADC==943)
  {lcd_gotoxy(0,1);
  lcd_putsf("Gas CO= 1,8%
");}
else if (ADC==944)
  {lcd_gotoxy(0,1);
  lcd_putsf("Gas CO= 1,8%
");}
else if (ADC==945)
  {lcd_gotoxy(0,1);
  lcd_putsf("Gas CO= 1,9%
");}
else if (ADC==946)
  {lcd_gotoxy(0,1);
  lcd_putsf("Gas CO= 1,9%
");}
else if (ADC==947)
  {lcd_gotoxy(0,1);
  lcd_putsf("Gas CO= 2%
");}
else if (ADC==948)
  {lcd_gotoxy(0,1);
  lcd_putsf("Gas CO= 2%
");}
else if (ADC==949)
  {lcd_gotoxy(0,1);
  lcd_putsf("Gas CO= 2,1%
");}
else if (ADC==950)
  {lcd_gotoxy(0,1);
  lcd_putsf("Gas CO= 2,1%
");}
else if (ADC==951)
  {lcd_gotoxy(0,1);
  lcd_putsf("Gas CO= 2,2%
");}
else if (ADC==952)
  {lcd_gotoxy(0,1);
  lcd_putsf("Gas CO= 2,2%
");}
else if (ADC==953)
  {lcd_gotoxy(0,1);
  lcd_putsf("Gas CO= 2,3%
");}
else if (ADC==954)
  {lcd_gotoxy(0,1);
  lcd_putsf("Gas CO= 2,3%
");}
else if (ADC==955)
  {lcd_gotoxy(0,1);

```

```

    lcd_putsf("Gas CO= 2,4%
");}
else if (ADC==956)
{lcd_gotoxy(0,1);
 lcd_putsf("Gas CO= 2,4%
");}
else if (ADC==957)
{lcd_gotoxy(0,1);
 lcd_putsf("Gas CO= 2,5%
");}
else if (ADC==958)
{lcd_gotoxy(0,1);
 lcd_putsf("Gas CO= 2,5%
");}
else if (ADC==959)
{lcd_gotoxy(0,1);
 lcd_putsf("Gas CO= 2,6%
");}
else if (ADC==960)
{lcd_gotoxy(0,1);
 lcd_putsf("Gas CO= 2,6%
");}
else if (ADC==961)
{lcd_gotoxy(0,1);
 lcd_putsf("Gas CO= 2,7%
");}
else if (ADC==962)
{lcd_gotoxy(0,1);
 lcd_putsf("Gas CO= 2,7%
");}
else if (ADC==963)
{lcd_gotoxy(0,1);
 lcd_putsf("Gas CO= 2,8%
");}
else if (ADC==964)
{lcd_gotoxy(0,1);
 lcd_putsf("Gas CO= 2,8%
");}
else if (ADC==965)
{lcd_gotoxy(0,1);
 lcd_putsf("Gas CO= 2,9%
");}
else if (ADC==966)
{lcd_gotoxy(0,1);
 lcd_putsf("Gas CO= 2,9%
");}
else if (ADC==967)
{lcd_gotoxy(0,1);
 lcd_putsf("Gas CO= 3%
");}
else if (ADC==968)
{lcd_gotoxy(0,1);
 lcd_putsf("Gas CO= 3%
");}
else if (ADC==969)
{lcd_gotoxy(0,1);
 lcd_putsf("Gas CO= 3,1%
");}
else if (ADC==970)
{lcd_gotoxy(0,1);
 lcd_putsf("Gas CO= 3,1%
");}
else if (ADC==971)
{lcd_gotoxy(0,1);
 lcd_putsf("Gas CO= 3,2%
");}
else if (ADC==972)
{lcd_gotoxy(0,1);
 lcd_putsf("Gas CO= 3,2%
");}
else if (ADC==973)
{lcd_gotoxy(0,1);
 lcd_putsf("Gas CO= 3,3%
");}
else if (ADC==974)
{lcd_gotoxy(0,1);
 lcd_putsf("Gas CO= 3,3%
");}
else if (ADC==975)
{lcd_gotoxy(0,1);
 lcd_putsf("Gas CO= 3,4%
");}
else if (ADC==976)
{lcd_gotoxy(0,1);
 lcd_putsf("Gas CO= 3,4%
");}
else if (ADC==977)
{lcd_gotoxy(0,1);
 lcd_putsf("Gas CO= 3,5%
");}
else if (ADC==978)
{lcd_gotoxy(0,1);
 lcd_putsf("Gas CO= 3,5%
");}

```

```

else if (ADC==979)
  {lcd_gotoxy(0,1);
  lcd_putsf("Gas CO= 3,6%
");}
else if (ADC==980)
  {lcd_gotoxy(0,1);
  lcd_putsf("Gas CO= 3,6%
");}
else if (ADC==981)
  {lcd_gotoxy(0,1);
  lcd_putsf("Gas CO= 3,7%
");}
else if (ADC==982)
  {lcd_gotoxy(0,1);
  lcd_putsf("Gas CO= 3,7%
");}
else if (ADC==983)
  {lcd_gotoxy(0,1);
  lcd_putsf("Gas CO= 3,8%
");}
else if (ADC==984)
  {lcd_gotoxy(0,1);
  lcd_putsf("Gas CO= 3,8%
");}
else if (ADC==985)
  {lcd_gotoxy(0,1);
  lcd_putsf("Gas CO= 3,9%
");}
else if (ADC==986)
  {lcd_gotoxy(0,1);
  lcd_putsf("Gas CO= 3,9%
");}
else if (ADC==987)
  {lcd_gotoxy(0,1);
  lcd_putsf("Gas CO= 4%
");}
else if (ADC==988)
  {lcd_gotoxy(0,1);
  lcd_putsf("Gas CO= 4%
");}
else if (ADC==989)
  {lcd_gotoxy(0,1);
  lcd_putsf("Gas CO= 4,1%
");}
else if (ADC==990)
  {lcd_gotoxy(0,1);
  lcd_putsf("Gas CO= 4,1%
");}

else if (ADC==991)
  {lcd_gotoxy(0,1);
  lcd_putsf("Gas CO= 4,2%
");}
else if (ADC==992)
  {lcd_gotoxy(0,1);
  lcd_putsf("Gas CO= 4,2%
");}
else if (ADC==993)
  {lcd_gotoxy(0,1);
  lcd_putsf("Gas CO= 4,3%
");}
else if (ADC==994)
  {lcd_gotoxy(0,1);
  lcd_putsf("Gas CO= 4,3%
");}
else if (ADC==995)
  {lcd_gotoxy(0,1);
  lcd_putsf("Gas CO= 4,4%
");}
else if (ADC==996)
  {lcd_gotoxy(0,1);
  lcd_putsf("Gas CO= 4,4%
");}
else if (ADC==997)
  {lcd_gotoxy(0,1);
  lcd_putsf("Gas CO= 4,5%
");}
else if (ADC==998)
  {lcd_gotoxy(0,1);
  lcd_putsf("Gas CO= 4,5%
");}
else if (ADC==999)
  {lcd_gotoxy(0,1);
  lcd_putsf("Gas CO= 4,6%
");}
else if (ADC==1000)
  {lcd_gotoxy(0,1);
  lcd_putsf("Gas CO= 4,6%
");}
else if (ADC==1001)
  {lcd_gotoxy(0,1);
  lcd_putsf("Gas CO= 4,7%
");}
else if (ADC==1002)
  {lcd_gotoxy(0,1);

```



```

    lcd_putsf("Gas CO= 4,7%
");}
else if (ADC==1003)
{lcd_gotoxy(0,1);
  lcd_putsf("Gas CO= 4,8%
");}
else if (ADC==1004)
{lcd_gotoxy(0,1);
  lcd_putsf("Gas CO= 4,8%
");}
else if (ADC==1005)
{lcd_gotoxy(0,1);
  lcd_putsf("Gas CO= 4,9%
");}
else if (ADC==1006)
{lcd_gotoxy(0,1);
  lcd_putsf("Gas CO= 4,9%
");}
else if (ADC==1007)
{lcd_gotoxy(0,1);
  lcd_putsf("Gas CO= 5% ");}
else if (ADC==1008)
{lcd_gotoxy(0,1);
  lcd_putsf("Gas CO= 5% ");}
else if (ADC==1009)
{lcd_gotoxy(0,1);
  lcd_putsf("Gas CO= 5,1%
");}
else if (ADC==1010)
{lcd_gotoxy(0,1);
  lcd_putsf("Gas CO= 5,1%
");}
else if (ADC==1011)
{lcd_gotoxy(0,1);
  lcd_putsf("Gas CO= 5,2% ");
  //delay_ms(1000);}
else if (ADC==1012)
{lcd_gotoxy(0,1);
  lcd_putsf("Gas CO= 5,2%
");}
else if (ADC==1013)
{lcd_gotoxy(0,1);
  lcd_putsf("Gas CO= 5,3%
");}
else if (ADC==1014)
{lcd_gotoxy(0,1);

    lcd_putsf("Gas CO= 5,3%
");}
else if (ADC==1015)
{lcd_gotoxy(0,1);
  lcd_putsf("Gas CO= 5,4%
");}
else if (ADC==1016)
{lcd_gotoxy(0,1);
  lcd_putsf("Gas CO= 5,4%
");}
else if (ADC==1017)
{lcd_gotoxy(0,1);
  lcd_putsf("Gas CO= 5,5%
");}
else if (ADC==1018)
{lcd_gotoxy(0,1);
  lcd_putsf("Gas CO= 5,5%
");}
else if (ADC==1019)
{lcd_gotoxy(0,1);
  lcd_putsf("Gas CO= 5,6%
");}
else if (ADC==1020)
{lcd_gotoxy(0,1);
  lcd_putsf("Gas CO= 5,6%
");}
else if (ADC==1021)
{lcd_gotoxy(0,1);
  lcd_putsf("Gas CO= 5,7%
");}
else if (ADC==1022)
{lcd_gotoxy(0,1);
  lcd_putsf("Gas CO= 5,7%
");}
else if (ADC==1023)
{lcd_gotoxy(0,1);
  lcd_putsf("Gas CO= 5,8%
");}
else if (ADC==1024)
{lcd_gotoxy(0,1);
  lcd_putsf("Gas CO= 5,8%
");}
delay_ms(500);
lcd_clear();}
}

```

## Lampiran 8

### Proses pengambilan data





Lampiran 7

Data Hasil Pengecekan Alat BLH Kota Semarang

xxx AUTOCHECK GAS xxx	xxx AUTOCHECK GAS xxx	xxx AUTOCHECK GAS xxx
EMISSION GAS READING	EMISSION GAS READING	EMISSION GAS READING
VEHICLE INFORMATION	VEHICLE INFORMATION	VEHICLE INFORMATION
FUEL TYPE : GASOLINE	FUEL TYPE : GASOLINE	FUEL TYPE : GASOLINE
DATE : 2011/03/14	DATE : 2011/03/14	DATE : 2011/03/14
TIME : 09:08:26	TIME : 09:13:43	TIME : 09:17:39
DATA READING	DATA READING	DATA READING
CO 2.28 %	CO 0.21 %	CO 3.10 %
HC 558 PPM	HC 169 PPM	HC 1056 PPM
CO2 4.22 %	CO2 5.61 %	CO2 3.42 %
O2 13.16 %	O2 13.20 %	O2 13.62 %
NOx 25 PPM	NOx 22 PPM	NOx 28 PPM
AFR 25.00	AFR 25.00	AFR 25.00
LAMBDA 2.09	LAMBDA 2.49	LAMBDA 2.00
(Hcv : 1.85)	(Hcv : 1.85)	(Hcv : 1.85)
(Ocv : 0.00)	(Ocv : 0.00)	(Ocv : 0.00)
RPM 0	RPM 0	RPM 0
OIL TEMP 0°C	OIL TEMP 0°C	OIL TEMP 0°C
STANDARD GAS LIMIT	STANDARD GAS LIMIT	STANDARD GAS LIMIT
CO 4.50 %	CO 5.50 %	CO 4.50 %
HC 12000 PPM	HC 2400 PPM	HC 12000 PPM
CO2 19.00 %	CO2 19.00 %	CO2 19.00 %
NOx 250 PPM	NOx 0 PPM	NOx 250 PPM
Lambda 1.0±0.08	Lambda 1.0±0.08	Lambda 1.0±0.08
RESULT <b>K 2631HP</b>	RESULT <b>K32946s</b>	RESULT <b>K2037PF</b>
FAIL Lambda	FAIL NOx	FAIL Lambda
FAIL Lambda	FAIL Lambda	FAIL Lambda
INSPECTING PLACE : BLH KOTA SEMARANG	INSPECTING PLACE : BLH KOTA SEMARANG	INSPECTING PLACE : BLH KOTA SEMARANG
INSPECTOR : LAB LINK	INSPECTOR : LAB LINK	INSPECTOR : LAB LINK



XXX AUTOCHECK GAS XXX

EMISSION GAS READING

VEHICLE INFORMATION

FUEL TYPE : GASOLINE  
DATE : 2011/03/14  
TIME : 09:35:00

DATA READING

CO 3.99 %  
HC 2625 PPM  
CO2 2.63 %  
O2 14.35 %  
NOx 46 PPM  
AFR 25.00  
LAMBDA 1.76  
(Hcv : 1.85)  
(Ocv : 0.00)  
RPM 0  
OIL TEMP 0°C

*Erwin*

STANDARD GAS LIMIT

CO 5.50 %  
HC 2400 PPM  
CO2 19.00 %  
NOx 0 PPM  
Lambda 1.0±0.98

RESULT

FAIL HC  
FAIL NOx

INSPECTING PLACE :  
BLH KOTA SEMARANG  
INSPECTOR : LAB LINK

XXX AUTOCHECK GAS XXX

EMISSION GAS READING

VEHICLE INFORMATION

FUEL TYPE : GASOLINE  
DATE : 2011/03/14  
TIME : 09:28:24

DATA READING

CO 1.88 %  
HC 615 PPM  
CO2 3.02 %  
O2 15.35 %  
NOx 28 PPM  
AFR 25.00  
LAMBDA 2.75  
(Hcv : 1.85)  
(Ocv : 0.00)  
RPM 0  
OIL TEMP 0°C

*AA  
109g/kk.*

STANDARD GAS LIMIT

CO 4.50 %  
HC 12000 PPM  
CO2 19.00 %  
NOx 250 PPM  
Lambda 1.0±0.98

RESULT

FAIL Lambda

INSPECTING PLACE :  
BLH KOTA SEMARANG  
INSPECTOR : LAB LINK

XXX AUTOCHECK GAS XXX

EMISSION GAS READING

VEHICLE INFORMATION

FUEL TYPE : GASOLINE  
DATE : 2011/03/14  
TIME : 09:24:41

DATA READING

CO 2.80 %  
HC 447 PPM  
CO2 2.93 %  
O2 14.64 %  
NOx 26 PPM  
AFR 25.00  
LAMBDA 2.39  
(Hcv : 1.85)  
(Ocv : 0.00)  
RPM 0  
OIL TEMP 0°C

*Tyo  
K 69080a*

STANDARD GAS LIMIT

CO 4.50 %  
HC 12000 PPM  
CO2 19.00 %  
NOx 250 PPM  
Lambda 1.0±0.98

RESULT

FAIL Lambda

INSPECTING PLACE :  
BLH KOTA SEMARANG  
INSPECTOR : LAB LINK

DATA READING		STANDARD GAS LIMIT	
CO	0.00 %	CO	4.50 %
HC	0 ppm	HC	1200 ppm
CO2	0.00 %	CO2	19.00 %
O2	20.86 %	NOx	250 ppm
NOx	10 ppm	Lambda	1.010.98
AFR	5.00		
LAMBDA	0.50		
(Hcv : 1.85)			
(Ocv : 0.00)			
RPM	0		
OIL TEMP	0°C		
RESULT		RESULT	
OK		OK	
INSPECTING PLACE : BLH KOTA SEMARANG		INSPECTING PLACE : BLH KOTA SEMARANG	
INSPECTOR : LAB LINK		INSPECTOR : LAB LINK	
Wolawa Labes.		Jupriem 2008	
		Wiw gg. 3	



**XXX AUTOCHECK GAS XXX**

EMISSION GAS READING

**VEHICLE INFORMATION**  
 FUEL TYPE : GASOLINE  
 DATE : 2011/03/14  
 TIME : 09:45:01

**DATA READING**  
 CO 2.48 %  
 HC 471 ppm  
 CO2 2.98 %  
 O2 15.18 %  
 NOx 28 ppm  
 AFR 25.00  
 LAMBDA 2.95  
 (Hcv : 1.85)  
 (Ocv : 0.00)  
 RPM 0  
 OIL TEMP 0°C

**STANDARD GAS LIMIT**  
 CO 5.50 %  
 HC 2400 ppm  
 CO2 19.00 %  
 NOx 0 ppm  
 Lambda 1.0+0.50

**RESULT**  
 FAIL NOx  
 FAIL Lambda

INSPECTING PLACE :  
 BLH KOTA SEMARANG  
 INSPECTOR : LAB LINK

*H 6837MM*

**XXX AUTOCHECK GAS XXX**

EMISSION GAS READING

**VEHICLE INFORMATION**  
 FUEL TYPE : GASOLINE  
 DATE : 2011/03/14  
 TIME : 09:38:57

**DATA READING**  
 CO 3.05 %  
 HC 438 ppm  
 CO2 3.22 %  
 O2 14.16 %  
 NOx 29 ppm  
 AFR 25.00  
 LAMBDA 2.21  
 (Hcv : 1.85)  
 (Ocv : 0.00)  
 RPM 0  
 OIL TEMP 0°C

**STANDARD GAS LIMIT**  
 CO 5.50 %  
 HC 2400 ppm  
 CO2 19.00 %  
 NOx 0 ppm  
 Lambda 1.0+0.50

**RESULT**  
 FAIL NOx  
 FAIL Lambda

INSPECTING PLACE :  
 BLH KOTA SEMARANG  
 INSPECTOR : LAB LINK

*6143 SC.*

**XXX AUTOCHECK GAS XXX**

EMISSION GAS READING

**VEHICLE INFORMATION**  
 FUEL TYPE : GASOLINE  
 DATE : 2011/03/14  
 TIME : 09:21:27

**DATA READING**  
 CO 3.82 %  
 HC 388 ppm  
 CO2 4.15 %  
 O2 12.83 %  
 NOx 28 ppm  
 AFR 25.00  
 LAMBDA 1.83  
 (Hcv : 1.85)  
 (Ocv : 0.00)  
 RPM 0  
 OIL TEMP 0°C

**STANDARD GAS LIMIT**  
 CO 5.50 %  
 HC 2400 ppm  
 CO2 19.00 %  
 NOx 0 ppm  
 Lambda 1.0+0.50

**RESULT**  
 FAIL NOx

INSPECTING PLACE :  
 BLH KOTA SEMARANG  
 INSPECTOR : LAB LINK

*K 2154FU*