27742/H106

ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

MILIK PERPUSTAKAAN
ITS

RSF
681.2
Mar
r-1
2006

FINAL PROJECT - RF 0469

MEASUREMENT DEVICE OF CO AND NO_2 RATE CONSTRUCTION BASED ON MICROCONTROLLER

PERPUSTAKAAN
ITS

Tgl. Terima	11-9-06
Terima Dari	H
No. Agenda Prp.	226557

NURUL MARKOMAH
NRP 2403 030 044

ADVISOR LECTURER
Dr. Bambang Lelono, ST,MT

STUDY PROGRAM D3 INSTRUMENTATION ENGINEERING
Department of physics Engineering
Faculty of Industrial Technology
Sepuluh November Institute of Technology
Surabaya 2006

RANCANG BANGUN ALAT UKUR KADAR CO DAN NO_2 BERBASIS MIKROKONTROLLER

TUGAS AKHIR

Oleh :
Nurul Markomah
NRP. 2403 030 044

Surabaya, Juli 2006
Mengetahui / Menyetujui
Pembimbing

Dr. Bambang Lelono W, ST, MT
NIP. 132 137 892

Ketua Jurusan
Teknik Fisika FTI – ITS

DR, Ir. Totok Suhartanto, DEA
NIP. 131 879 399

Ketua Program Studi
DIII Instrumentasi

Ir. Matradji, MSc
NIP. 131 478 882

RANCANG BANGUN ALAT UKUR KADAR CO DAN NO_2 BERBASIS MIKROKONTROLLER

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Diploma Teknik
pada
Bidang Studi D-3 Teknik Instrumentasi
Jurusan Teknik Fisika
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :
NURUL MARKOMAH
Nrp. 2403 030 044

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Akhir :

1. Dr. Bambang Lelono W, ST. MT .....(Pembimbing I)
2. Ir. Zulkifli A, MSc .....(Penguji I)
3. Ir. Heri Justiono .....(Penguji II)
4. Dedy Ardhiansyah, ST .....(Penguji III)

SURABAYA
Juli, 2006

RANCANG BANGUN ALAT UKUR KADAR CARBON MONOKSIDA DAN NITROGEN DIOKSIDA BERBASIS MIKROKONTROLER

Nama Mahasiswa	**: NURUL MARKOMAH**
NRP	**: 2403 030 044**
Program Studi	**: DIII Teknik Instrumentasi**
Jurusan	**: Teknik Fisika**
Dosen Pembimbing	**: Dr. Bambang Lelono W, ST., MT**

Abstrak

Dengan meningkatnya penggunaan transportasi pada kendaraan bermotor dengan bahan bakar bensin atau solar, memberikan kontribusi terbesar terhadap pencemaran udara di kota – kota besar. CO dan NO_2 pada kendaraan bermotor yang dikeluarkan melalui knalpot adalah senyawa kimia berbahaya dan mengganggu kesehatan manusia serta secara umum menurunkan kualitas lingkungan. Pada tugas akhir ini, dibuat suatu peralatan yang dapat digunakan untuk mengukur kadar CO (karbon Monoksida) dan Nitrogen Dioksida (NO_2) pada kendaran bermotor dengan menggunakan sensor TGS2201 berbasis mikrokontroler AT89S51. Penunjukan akan ditampilkan pada LCD dalam besaran ppm.

Pengukuran dapat dilakukan di lingkungan terbuka maupun tertutup pada kendaraan bermotor dengan mendekatkan alat ke sumber gas pada kendaraan bermotor yang menggunakan bahan bakar bensin dan solar. Dengan tujuan supaya kita dapat mengetahui kadar CO dan NO_2 yang dihasilkan oleh pembakaran mesin kendaraan tersebut. Pemanfaatan teknologi sensor, mikroprosesor, dan indikator yang sesuai diperlukan dalam merancang alat ukur kadar CO dan NO_2 yang mempunyai akurasi yang baik dan harga yang bijaksana.

Alat ukur ini memiliki akurasi tara-rata 91,65% dan presisi rata-rata 0,81 untuk kadar CO dengan range pengukuran 10 ppm sampai 1000 ppm. Sedangkan Untuk kadar NO_2 memiliki akurasi rata-rata 92,4% dan presisi rata-rata 0,24 dengan range pengukuran 0,1 ppm sampai 10 ppm.

Kata kunci: Kadar CO dan NO_2, Sensor TGS2201.

MEASUREMENT DEVICE OF CO AND NO_2 RATE CONSTRUCTION BASED ON MICROCONTROLLER

Name	**: NURUL MARKOMAH**
NRP	**: 2403 030 044**
Major	**: DIII Instrumentation Engineering**
Department	**: Teknik Fisika**
Counsellor	**: Dr. Bambang Lelono W., ST., MT.**

Abstract

Increment of transportation of motor vehicle with use gasoline or diesel fuel, giving biggest contribution to air pollution in the city. Carbon monoxyd is released by knalpot of motor vehicle, in the form of dangerous chemical compound for atmosphere and can result the happening of environmental damage and trouble of health human being and also in general degrade the environmental quality. On that account, to know it Is competent don't a motor vehicle operate, hence require to be made by a measuring instrument which can be used to measure the content of gas CO. This Appliance work by using censor of CO type AF 63 being based on microcontroller. Directing will be presented at LCD in ppm.

Measurement can be done in out environment or in environment to motor vehicle by drawn nearly to the gas source at motor vehicle by drawn nearly the appliance to the gas source at motor vehicle using diesel fuel and gasolin fuel. By purpose, in order we know CO and NO_2 rate which resulted from vehicle machine combustion. Appropriate technological exploiting, sensor, microprocessor, and indicator, needed in designing CO and NO_2 measurement instrument which has good accuracy and nice price. CO and NO_2 measurement

This measurement has average accuracy 91,65% and average precition 0,81 for CO with range measuremen 10 ppm – 1000 ppm. andfor NO_2 has average accueacy 92,4% and average precition 0,24 with range measuremen 0,1 ppm – 10 ppm

Key word : CO and NO_2 rate, Sensor TGS2201

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas berkat rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini yang berjudul :

RANCANG BANGUN ALAT UKUR KADAR CARBON MONOKSIDA DAN NITROGEN DIOKSIDA BERBASIS MIKROKONTROLLER

Tugas akhir ini disusun sebagai persyaratan bagi seorang mahasiswa untuk memperoleh gelar Diploma III Teknik Instrumentasi Jurusan Teknik Fisika, Fakultas Teknologi Industri.

Dalam penyelesaian tugas akhir ini penulis telah banyak dibantu oleh berbagai pihak. Dan pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Dr. Ir. Totok S,DEA, selaku Kepala Jurusan Teknik Fisika Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
2. Bapak Ir. Matradji.MSc, selaku Kepala Program Studi Diploma III Teknik Instrumentasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember .
3. Bapak Suyanto, ST, MT, selaku Kalab Workshop Instrumentasi yang telah memberikan fasilitas dalam pengerjaan TA di Workshop Instrumentasi.
4. Bapak DR. Bambang Lelono W, ST.MT., sebagai dosen pembimbing yang membantu membuka pandangan berpikir dan memberikan arahan dan masukan selama penulis melakukan bimbingan tugas Akhir.
5. Bapak, Ibu, Mama, Mas Bagus, dan semua keluarga di Jakarta dan Ponorogo dengan kesabaran membimbing dan memberikan motivasi baik spirtuil dan material.

Penulis menyadari bahwa dalam tugas akhir ini masih banyak kekurangannya, tetapi penulis berharap ini dapat memberikan kontribusi yang berarti dan dapat

menambah wawasan bagi rekan – rekan mahasiswa ITS pada umumnya, dan rekan - rekan mahasiswa Teknik Fisika serta mahasiswa Diploma III Teknik Instrumentasi pada khususnya.

Surabaya, Juli 2006

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman Judul i
Lembar Pengesahan iii
Abstrak vii
Kata Pengantar xi
Daftar Isi xiii
Daftar Gambar xv
Daftar Tabel xvii

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang 1
1.2 Permasalahan 2
1.3 Batasan masalah 2
1.4 Tujuan 2
1.5 Sistematika Laporan 2

BAB II DASAR TEORI

2.1 Sensor TGS2201 5
2.2 Nitrogen Dioksida 8
2.3 Karbon Monoksida 12
2.4 Mikrokontroler. 17
2.5 LCD 2 X 16 28
2.6 Regulator 29
2.7 Konverter Analog Ke Digital 30
2.8 Minimum System 32

BAB III PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT

3.1 Blok Diagram Perancangan Alat 35
3.2 Perancangan dan Pembuatan Perangkat Keras 36
3.3 Rangkaian Sensor TGS2201 37
3.4 Mikrokontroller System 51 (MCS-51) 43
3.5 Minimum System 44
3.6 Mikrokontroler Sistem AT89S51 45

3.7 Perancangan dan Pembuatan perangkat Lunak..... 47

BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1 Prinsip Kerja Alat 53
4.2 Pengujian Sistem Perangkat Keras..... 54
4.3 Pengujian Alat (Kalibrasi) 66
4.4 Perhitungan Performansi Alat..... 69

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan..... 75
5.2 Saran..... 75

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Sensor TGS220..... 5
Gambar 2.2 Grafik sensitivitas elemen 1..... 6
Gambar 2.3 Grafik sensitivitas elemen 2..... 6
Gambar 2.4 Rangkaian dasar sensor..... 7
Gambar 2.5 Diagram Blok arsitektur AT89S51..... 21
Gambar 2.6 Konfigurasi pin IC AT89S51..... 21
Gambar 2.7 Bagan Kerja proses Assembly..... 25
Gambar 2.8 LCD 2 × 16 Karakter..... 29
Gambar 2.10 IC Regulator 7809..... 30
Gambar 2.11 Dasar dari IC ADC 0804..... 31
Gambar 2.12 Blok Diagram ADC 31
Gambar 2.13 System minimum mikrokontrollerAT89S51 33
Gambar 3.1 Blok Diagram Perancangan alat..... 35
Gambar 3.2 IC Regulator Tegangan..... 36
Gambar 3.3 Sistem Daya 9 Volt..... 37
Gambar 3.4 Rangkaian Dasar sensor..... 38
Gambar 3.5 Grafik sensitivitas elemen1..... 39
Gambar 3.6 Grafik sensitivitas elemen 2..... 39
Gambar 3.7 Rangkaian ADC 0804..... 40
Gambar 3.8 Hubungan antara AT89s51 dengan ADC0804 42
Gambar 3.9 DIP Dari AT89S51..... 43
Gambar 3.10 Clok External Untuk AT89S51..... 44
Gambar 3.11 sistem minimum Mikrokontroller AT89S51 45
Gambar 3.12 Sistem Minimum Mikrokontroller AT89S51
Pada rangkaian..... 46
Gambar 3.13 LCD 2 × 16..... 47
Gambar 3.14 Diagram Alir Secara Umum alat Ukur..... 49
Gambar 3.15 Kompile Program Asm dengan Asm51..... 51
Gambar 3.16 Program Perangkat lunak Atmel MCU ISP 51
Gambar 3.17 Program Pengisian Mikro AT89S51..... 52
Gambar 3.18 Blok Diagram Prosedur pengisian IC
AT89S51..... 52

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Standart kesehatan Zat Pencemaran Udara..... 15
Tabel 2.2 Fungsi Alternatif Port 3..... 23
Tabel 3.1 Perencanaan port Sistem mikrokontroller AT89S51..... 46
Tabel 4.1 Data Hasil Pengujian Sensor TGS2201..... 55
Tabel 4.2 Data Hasil Pengujian sensor untuk Gas NO_2..... 58
Tabel 4.3 Data Hasil Pengukuran ADC 0804 yang pertama... 60
Tabel 4.4 Data Hasil Pengukuran ADC 0804 yang Kedua.... 62
Tabel 4.5 Data Hasil Pengukuran NO_2 yang tampak pada display..... 65
Tabel 4.6 Data Hasil Pengukuran CO yang tampak pada display..... 66
Tabel 4.7 Data Hasil Pengukuran NO_2 data turun..... 67
Tabel 4.8 Data Hasil Pengukuran NO_2 data naik..... 68
Tabel 4.9 Data Hasil Pengukuran kadar CO data naik..... 68
Tabel 4.10 Data Hasil Pengukuran kadar CO data turun..... 69
Tabel 4.11 Hasil Pengukuran Akurasi dan Presisi untuk NO_2 Data turun..... 71
Tabel 4.12 Hasil Pengukuran Akurasi dan Presisi untuk NO_2 Data naik..... 72
Tabel 4.13 Hasil Pengukuran Akurasi dan Presisi untuk kadar CO Data turun..... 72
Tabel 4.14 Hasil Pengukuran Akurasi dan Presisi untuk kadar CO Data naik..... 73

BAB 1
PENDAHULUAN

1. LATAR BELAKANG

Pencemaran udara dewasa ini semakin menampakkan kondisi yang sangat memprihatinkan. Sumber pencemaran udara dapat berasal dari berbagai kegiatan antara lain industri, transportasi, perkantoran, dan perumahan. Berbagai kegiatan tersebut merupakan kontribusi terbesar dari pencemar udara yang dibuang ke udara bebas. Sumber pencemaran udara juga dapat disebabkan oleh berbagai kegiatan alam, seperti kebakaran hutan, gunung meletus, gas alam beracun, dll. Dampak dari pencemaran udara tersebut adalah menyebabkan penurunan kualitas udara. Penurunan kualitas udara ini dapat menciptakan gas beracun diantaranya Carbon Monoksida, Sulfur Dioksida, Nitrogen Dioksida, Ozon, Hidro Carbon, partikel debu, timah Hitam, Klorin, dan Oksidan lain yang berdampak negatif terhadap kesehatan manusia.

Pada tugas akhir ini, dirancang dan dibuat suatu peralatan yang dapat digunakan untuk mengukur kadar CO (karbon Monoksida) dan Nitrogen Dioksida (NO_2) pada kendaran bermotor dengan menggunakan sensor TGS2201 berbasis mikrokontroler AT89S51. Pengukuran dapat dilakukan di lingkungan terbuka maupun tertutup pada kendaraan bermotor dengan mendekatkan alat ke sumber gas pada kendaraan bermotor yang menggunakan bahan bakar bensin dan solar. Dengan tujuan supaya kita dapat mengetahui kadar CO dan NO_2 yang dihasilkan oleh pembakaran mesin kendaraan tersebut. Untuk mengetahui layak tidaknya kendaraan beroperasi. Tingkat kadar CO dan NO_2 yang dihasilkan dari pembakaran kendaraan bermotor dapat menentukan mutu dan kualitas dari mesin kendaraan tersebut. Agar kita juga dapat mencegah pencemaran udara yang mengakibatkan dampak negative kesehatan sehingga kesehatan dapat terjaga dengan baik.

MILIK PERPUSTAKAAN ITS

1.2 PERMASALAHAN

Permasalahan dalam Tugas Akhir ini adalah bagaimana merancang dan membuat alat ukur alat ukur kadar CO dan NO_2 performasinya.

1.3 Batasan Masalah

Agar permasalahan tidak meluas dan tidak menyimpang dari tujuan, maka alat ukur kadar CO dan NO_2 pada kendaraan bermotor ini menggunakan sensor TGS 2201.

1.4 TUJUAN

Pada tugas akhir ini tujuan yang ingin dicapai adalah merancang dan membuat alat ukur kadar CO dan NO_2 yang dapat mengukur dan merekam hasil yang telah dilakukan.

1.5 Sistematika Laporan

Sistematika penulisan tugas akhir ini akan disajikan dalam bab-bab seoerti yang digambarkan di bawah ini:

BAB I Pendahuluan

Bab ini menjelaskan tentang latar belakang, tujuan, permasalahan, batasan masalah dan sistematika laporan.

BAB II Teori Penunjang

Bab ini menjelaskan tentang teori–teori yang berkaitan dengan proses pembuatan proyek akhir ini ,yaitu sensor gas udara (AF 63) dan mikrokontroler AT89s51.

BAB III Perancangan Alat dan Pembuatan Sistem

Bab ini menjelaskan tentang tahap – tahap perencanaan dan pembuatan hardware yang meliputi rangkaian sensor, penguat Op-Am, ADC dan mikrokontroler AT89s51 beserta rangkaian pendukungnya.

BAB IV Pengujian sistem

Bab ini menjelaskan tentang keseluruhan dari system dan menerangkan system kerja serta membandingkan hasil

yang diperoleh dari teori dan menganalisa serta mengevaluasi hasil pengujian tersebut.

BAB V Penutup

Bab ini menjelaskan tentang kesimpulan dan saran dari proyek akhir yang telah dibuat .

BAB II
DASAR TEORI

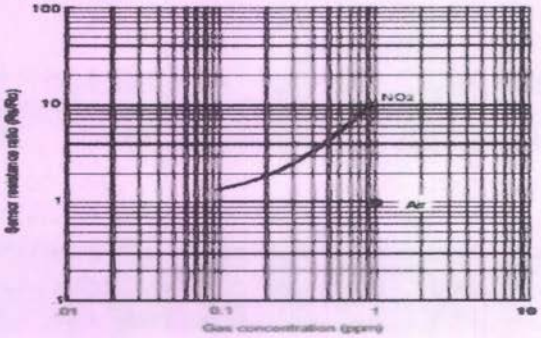
2.1 SENSOR TGS2201

Sensor TGS2201 digunakan untuk mendeteksi gas buang bensin dan gas buang diesel pada kendaraan bermotor. Sensor ini memang dibuat khusus untuk mendeteksi gas buang mesin bensin dan diesel. Sensor TGS2201 mempunyai dua buah elemen pendeteksi, yaitu element 1 untuk gas buang mesin diesel dan elemen 2 untuk gas buang mesin bensin. Sensing elemen terdiri lapisan metal oxide semikonduktor membentuk suatu oksid aluminium substrate, chip sensing bersama-sama dengan alat pemanas atau heater terintegrasi pada gas yang terdeteksi. Daya konduksi sensor berubah tergantung pada konsentrasi gas di udara. Rangkaian elektrik sederhana dapat mengkonversi perubahan daya konduksi menjadi sinyal output yang sesuai dengan konsentrasi gas.

Gambar 2.1 Sensor TGS2201

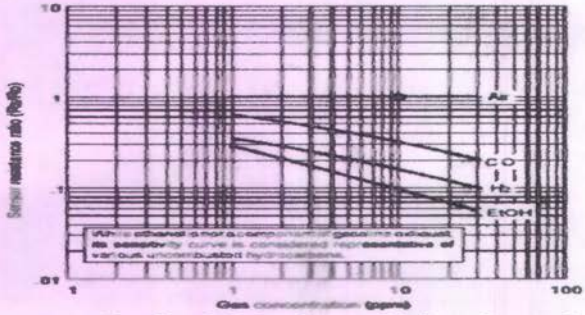
Komponen utama dari gas buang mesin diesel adalah gas NOx, oleh karena itu prinsip kerja sensor **TGS 2201** dalam mendeteksi gas buang mesin diesel dengan mengukur kepekatan gas NO_2, jika kadar gas NO_2 pada udara berubah maka resistansi sensor juga akan berubah. Pada gambar 2.2 adalah karakteristik sensitivitas secara umum untuk elemen 1, pada sumbu Y adalah rasio perbandingan resistansi sensor yaitu resistansi sensor ketika mendeteksi gas NO_2 (Rs) dan resistansi sensor pada udara bersih

(Ro). Sesuai dengan grafik pada gambar 2.2, semakin tinggi nilai kepekatan gas NO_2 maka resistansi sensor akan semakin besar.



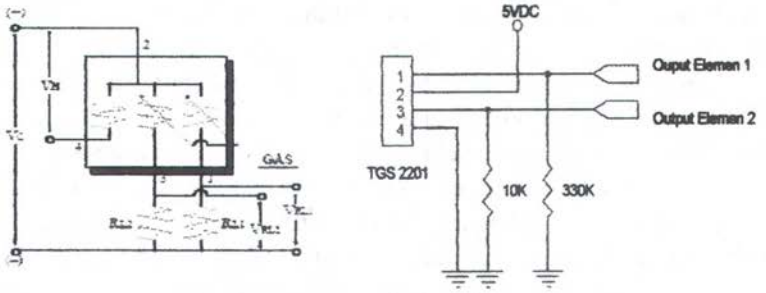
Gambar 2.2 Grafik sensitivitas elemen 1.

Untuk gas buang mesin bensin pada umumnya mengandung CO, H_2 dan Hidrokarbon yang tidak ikut terbakar. Seperti pada elemen 1, prinsip dari elemen 2 sensor adalah mengukur kepekatan gas-gas tersebut. Jika kepekatan gas-gas tersebut berubah maka nilai resistansi sensor juga akan berubah. Pada gambar 2.3 adalah karakteristik sensitivitas secara umum untuk elemen 2, pada sumbu Y adalah rasio perbandingan resistansi sensor yaitu resistansi sensor ketika mendeteksi gas CO, H_2, EtOH (Rs) dan resistansi sensor pada saat udara bersih (Ro), sesuai dengan grafik semakin tinggi nilai kepekatan gas-gas tersebut maka resistansi sensor akan semakin kecil.



Gambar 2.3 Grafik sensitivitas elemen 2.

Sensor memerlukan dua tegangan input : tegangan alat pemanas (VH) dan tegangan rangkaian (VC). VH adalah besarnya tegangan *heater* (pemanas) sensor berlaku untuk alat pemanas yang terintegrasi untuk memelihara sensing elemen pada temperatur spesifik yang optimal. Vc untuk mengukur tegangan output VRL_1 dan VRL_2 ke seberang RL_1 dan RL_2 berturut-turut. Masing-Masing resistor beban ini dihubungkan secara urut pada sensing elemen yang bersesuaian. catu daya sirkit dapat digunakan untuk kedua-duanya VC dan VH untuk memenuhi kebutuhan sensor. Nilai dari resistor beban (RL) harus dipilih untuk mengoptimalkan nilai-ambang alarm, pemeliharaan daya dissipation (PS) semikonduktor di bawah batas 15mW.



Gambar 2.4 Rangkaian dasar sensor

Rangkaian yang digunakan pada contoh aplikasi ini adalah rangkaian dasar sensor yaitu gambar 2.4. VH adalah besarnya tegangan *heater* (pemanas) sensor.

Untuk elemen 1, karena resistansi sensor bertambah ketika konsentrasi gas NO_2 naik, maka VRL elemen 1 akan semakin turun, tegangan yang diumpankan ke **ADC0809** adalah tegangan selisih antara tegangan acuan pengurang dikurangi dengan tegangan VRL elemen 1, bukan tegangan VRL dikurangi tegangan acuan pengurang seperti halnya untuk elemen 2.

2.2 NITROGEN DIOKSIDA

2.2.1 SIFAT FISIKA DAN KIMIA

Oksida Nitrogen (NOx) adalah kelompok gas nitrogen yang terdapat di atmosfir yang terdiri dari nitrogen monoksida (NO) dan nitrogen dioksida (NO_2). Walaupun ada bentuk oksida nitrogen lainnya, tetapi kedua gas tersebut yang paling banyak diketahui sebagai bahan pencemar udara. Nitrogen monoksida merupakan gas yang tidak berwarna dan tidak berbau sebaliknya nitrogen dioksida berwarna coklat kemerahan dan berbau tajam.

Nitrogen monoksida terdapat diudara dalam jumlah lebih besar daripada NO_2. Pembentukan NO dan NO_2 merupakan reaksi antara nitrogen dan oksigen diudara sehingga membentuk NO, yang bereaksi lebih lanjut dengan lebih banyak oksigen membentuk NO_2.

Nitrogen oksida (NOx) dihasilkan senyawa nitrogen dan oksida yang terkandung di udara dari campuran udara-bahan bakar. Kedua unsur tersebut bersenyawa jika temperatur didalam ruang bakar diatas 1.800°C. 95% dari Nox yang terdapat pada gas buangan berupa nitric oxide (NO) yang terbentuk di dalam ruang bakar, dengan reaksi kimia berikut :

$$N_2 + O_2 \longrightarrow 2NO$$

Nitric oxide ini selanjutnya bereaksi dengan oksigen diudara membentuk nitrogen dioksida (NO_2). Dalam kondisi normal, nitrogen (N_2) akan stabil berada diudara atmosfer sebesar hampir 80%, namun dalam keadaan temperatur tinggi (diatas sekitar 1.800°C) dan pada konsentrasi oksigen yang tinggi, maka nitrogen bereaksi dengan oksigen membentuk NO. Pada kondisi ini maka konsentrasi NOx justru akan semakin besar pada proses pembakaran yang sempurna.

Udara terdiri dari 80% Volume nitrogen dan 20% Volume oksigen. Pada suhu kamar, hanya sedikit

kecendrungan nitrogen dan oksigen untuk bereaksi satu sama lainnya. Pada suhu yang lebih tinggi (diatas 1210°C) keduanya dapat bereaksi membentuk NO dalam jumlah banyak sehingga mengakibatkan pencemaran udara. Dalam proses pembakaran, suhu yang digunakan biasanya mencapai 1210°C – 1.765 °C, oleh karena itu reaksi ini merupakan sumber NO yang penting. Jadi reaksi pembentukan NO merupakan hasil samping dari proses pembakaran.

2.2.2 SUMBER DAN DISTRIBUSI

Dari seluruh jumlah oksigen nitrogen (NOx) yang dibebaskan ke udara, jumlah yang terbanyak adalah dalam bentuk NO yang diproduksi oleh aktivitas bakteri. Akan tetapi pencemaran NO dari sumber alami ini tidak merupakan masalah karena tersebar secara merata sehingga jumlah nya menjadi kecil. Yang menjadi masalah adalah pencemaran NO yang diproduksi oleh kegiatan manusia karena jumlahnya akan meningkat pada tempat-tempat tertentu.

Kadar NOx diudara perkotaan biasanya 10–100 kali lebih tinggi dari pada di udara pedesaan. Kadar NOx diudara daerah perkotaan dapat mencapai 0,5 ppm (500 ppb). Seperti halnya CO, emisi NOx dipengaruhi oleh kepadatan penduduk karena sumber utama NOx yang diproduksi manusia adalah dari pembakaran dan kebanyakan pembakaran disebabkan oleh kendaraan bermotor, produksi energi dan pembuangan sampah. Sebagian besar emisi NOx buatan manusia berasal dari pembakaran arang, minyak, gas, dan bensin.

Kadar NOx di udara dalam suatu kota bervariasi sepanjang hari tergantung dari intensitas sinar mataharia dan aktivitas kendaraan bermotor. Seperti halnya pada kendaraan berbahan bakar bensin, pada kendaraan berbahan bakar solar pun terlihat adanya hubungan antara besarnya emisi zat pencemar dengan besarnya kapasitas mesin. Kendaraan dengan bahan bakar solar dengan kapasitas mesin yang lebih besar mengeluarkan NO dan partikulat yang lebih besar.

Sedangkan kelas kendaraan dengan kapasitas mesin yang lebih kecil akan mengeluarkan CO, NO_2, NO_x, dan SO_2 yang lebih tinggi. Sedangkan nilai opasitas yang lebih tinggi dihasilkan dan kendaraan berkapasitas mesin lebih besar.

Perubahan kadar NOx berlangsung sebagai berikut :

- Sebelum matahari terbit, kadar NO dan NO_2 tetap stabil dengan kadar sedikit lebih tinggi dari kadar minimum seharihari.
- Setelah aktifitas manusia meningkat (jam 6-8 pagi) kadar NO meningkat terutama karena meningkatnya aktivitas lalulintas yaitu kendaraan bermotor. Kadar NO tetinggi pada saat ini dapat mencapai 1-2 ppm.
- Dengan terbitnya sinar matahari yang memancarkan sinar ultra violet kadar NO_2 (sekunder) kadar NO_2 pada saat ini dapat mencapai 0,5 ppm.
- Kadar ozon meningkat dengan menurunnya kadar NO sampai 0,1 ppm. Jika intensitas sinar matahari menurun pada sore hari (jam 5-8 malam) kadar NO meningkat kembali.
- Energi matahari tidak mengubah NO menjadi NO_2 (melalui reaksi hidrokarbon) tetapi O_3 yang terkumpul sepanjang hari akan bereaksi dengan NO. Akibatnya terjadi kenaikan kadar NO_2 dan penurunan kadar O_3.
- Produk akhir dari pencemaran NOx di udara dapat berupa asam nitrat, yang kemudian diendapkan sebagai garam nitrat didalam air hujan atau debu. Merkanisme utama pembentukan asam nitrat dari NO_2 di udara masih terus dipelajari Salah satu reaksi dibawah ini diduga juga terjadi diudara tetapi diudara tetapi peranannya mungkin sangat kecil dalam menentukan jumlah asam nitrat di udara.
- Kemungkinan lain pembentukan HNO_3 didalam udara tercemar adalah adanya reaksi dengan ozon pada kadar

NO_2 maksimum O_3 memegang peranan penting dan kemungkinan terjadi tahapan reaksi sebagai berikut :

$$O_3 + NO_2 \text{ ---- } NO_3 + O_2$$
$$NO_3 + NO_2 \text{ ---------- } N_2O_5$$
$$N_2O_5 + 2HNO_3 \text{ -------- } 2HNO_3$$

Reaksi tersebut diatas masih terus dibuktikan kebenarannya, tetapi yang penting adalah bahwa proses-proses diudara mengakibatkan perubahan NOx menjadi HNO_3 yang kemudian bereaksi membentuk partikel-partikel.

2.2.3DAMPAK TERHADAP KESEHATAN

Oksida nitrogen seperti NO dan NO_2 berbahaya bagi manusia. Penelitian menunjukkan bahwa NO_2 empat kali lebih beracun daripada NO. Selama ini belum pernah dilaporkan terjadinya keracunan NO yang mengakibatkan kematian. Diudara ambient yang normal, NO dapat mengalami oksidasi menjadi NO_2 yang bersifat racun. Penelitian terhadap hewan percobaan yang dipajankan NO dengan dosis yang sangat tinggi, memperlihatkan gejala kelumpuhan sistim syarat dan kekejangan. Penelitian lain menunjukkan bahwa tikus yang dipajan NO sampai 2500 ppm akan hilang kesadarannya setelah 6-7 menit, tetapi jika kemudian diberi udara segar akan sembuh kembali setelah 4–6 menit. Tetapi jika pemajanan NO pada kadar tersebut berlangsung selama 12 menit, pengaruhnya tidak dapat dihilangkan kembali, dan semua tikus yang diuji akan mati. NO_2 bersifat racun terutama terhadap paru. Kadar NO_2 yang lebih tinggi dari 100 ppm dapat mematikan sebagian besar binatang percobaan dan 90% dari kematian tersebut disebabkan oleh gejala pembengkakan paru (edema pulmonari).

Kadar NO_2 sebesar 800 ppm akan mengakibatkan 100% kematian pada binatang-binatang yang diuji dalam waktu 29

menit atau kurang. Pemajanan NO_2 dengan kadar 5 ppm selama 10 menit terhadap manusia mengakibatkan kesulitan dalam bernafas.

Pengaruh nitrogen oksida terhadap lingkungan yang utama adalah sebagai salah satu unsur pembentuk smog. Pengaruh langsung gas NOx terhadap kesehatan tidak diketahui dengan jelas, akan tetapi nitrogen monoksida dalam kadar yang cukup tinggi jika terhirup ke dalam paru-paru akan bereaksi dengan haemoglobin darah dan efeknya sama dengan gas CO. Nitrogen dioksida dapat menyebabkan iritasi pada mata dan saluran pernapasan.

2.3 Karbon Monoksida

Pencemaran Udara yang paling besar dan umum dijumpai di kota – kota besar yang padat lalu lintasnya salah satu diantaranya adalah karbon monoksida. Karbon monoksida (CO) merupakan gas yang mudah terbakar, tidak berwarna, tidak berbau, tidak berasa, beracun, dan lebih ringan dari udara serta larut dalam air. Adapun reaksinya sebagai berikut :

$$C + O_2 \rightarrow 2\,CO$$

Pembakaran terjadi, dimana bahan bakar yang digunakan lebih banyak dari udara. Hal ini memungkinkan terjadinya gas CO. Sebagian besar CO terbentuk akibat pembakaran bahan – bahan karbon yang digunakan sebagai bahan bakar, secara tidak sempurna, misalnya dari pembakaran bahan bakar minyak, pemanas, proses – proses industri dan pembakaran sampah.

Terbentuknya gas CO terjadi pada suhu tinggi dengan mengikuti reaksi sebagai berikut :

$$CO_2 + C \rightarrow 2\,CO$$

Pada umumnya dalam tubuh (darah) akan mengikat hemoglobin, jika menghirup CO sehingga akan menjadi carboxy–hemoglobin (HbCO), ikatan ini sangat kuat, reaksinya sebagai berikut :

Hemoglobin + O_2 → O_2Hb (Oksihemoglobin)

Hemoglobin + CO → COHb (Karboksihemoglobin)

Dengan masuknya udara segar (oksigen) ke dalam tubuh korban akan mengubah karboksihemoglobin menjadi oksihemoglobin berdasarkan reaksi keseimbangan.

$$COHb + O_2 \rightarrow O_2Hb + CO$$

Dikatakan afinitas CO terhadap Hb 200 – 300 kali afinitas oksigen dengan Hb, karena Hb terikat CO maka fungsi Hb sebagai alat transport oksigen terganggu, sehingga tubuh akan mengalami kekurangan O_2.

Tingkat karbon monoksida rendah (tingkat HbCO 10%) mengakibatkan influenza pada umumnya. Serta gejala sesak napas dengan ditandai sakit kepala ringan dan mual – mual. Untuk tingkat karbon monoksida tinggi (tingkat HbCO 30 %) dapat mengakibatkan gejala yang mencolok, seperti pening dan sakit kepala yang luar biasa, adanya penurunan mental, mual – mual, dan dapat membuat pingsan. Sedangkan tingkat CO yang lebih tinggi (tingkat HbCO 50 % atau lebih) dimungkinkan dapat mengakibatkan pingsan dan kematian.

Sebagian besar CO ini merupakan hasil pembakaran yang tidak sempurna dari mesin kendaraan bermotor, baik pada kendaraan berbahan bakar bensin maupun solar.

Jenis mesin pada kendaraan bermotor berbahan bakar bensin ternyata berpengaruh terhadap besarnya emisi yang dihasilkan. Mesin kendaraan yang memiliki kapasitas lebih besar. Tetapi sebaliknya, kendaraan yang berkapasitas mesin besar akan menghasilkan polutan yang lebih rendah.

2.3.1 Akibat Yang Ditimbulkan Dari Pencemaran Karbon Monoksida

Pada awalnya gejala keracunan CO adalah influenza yang ditandai dengan pening, sakit kepala, mual – mual, dan bernafas tidak beraturan (sesak nafas). Selain itu bahaya yang akan ditimbulakan oleh CO berdampak pada anak – anak yang menimbulkan kematian, yaitu pada kebutuhan oksigen tinggi yang mempengaruhi metabolisme anak. Anak – anak akan lebih memerlukan oksigen untuk bagian badan yang lebih penting seperti otak dan hati atau jantung. Karena CO bertentangan dengan oksigen, maka hal ini dapat mengakibatkan ke arah kerusakan pada suatu system perkembangan bayi (anak – anak).

Dari beberapa kejadian – kejadian tersebut, pengaruh yang ditimbulkan oleh CO akan dapat berakibat fatal. Efek yang membahayakan manusia setelah di amati pada paparan CO pada konsentrasi 12–17 mg/m^3 (10–15 ppm) selama 8 jam. Pengaruh kesehatan ini terdiri atas tekanan fisiologikal, terutama pada penderita penyakit jantung, keracunan darah, dan banyak lainnya.

Konsentrasi CO di atmosfer diukur dalam $mikrogram/m^3$ udara. Variable yang digunakan untuk mengetahui seberapa jauh pencemaran CO terjadi adalah konsentrasi rata – rata waktu selama 8 jam, yang dirata – rata dalam setahun.

2.3.2 Standard Kesehatan Zat – Zat Pencemaran Udara

Terdapat banyak zat – zat pencemar udara yang diidentifikasi, namun beberapa diantaranya yang utama adalah sebagaimana disajikan dalam table 2.1.

Tabel 2.1 Standart Kesehatan Zat Pencemaran Udara

PENCEMAR	SUMBER	KETERANGAN
Karbon monoksida (CO)	Buangan kendaraan bermotor; beberapa proses	Standar kesehatan: 10 mg/m^3 (9 ppm)
Sulfur dioksida ($S0_2$)	Panas dan fasilitas pembangkit listrik	Standar kesehatan: 80 ug/m^3 (0.03 ppm)
Partikulat *Matter*	Buangan kendaraan bermotor; beberapa proses	Standar kesehatan: 50 ug/m3 selama 1 tahun; 150 ug/m3
Nitrogen dioksida ($N0_2$)	Buangan kendaraan bermotor; panas dan fasilitas	Standar kesehatan: 100 pg/m^3 (0.05 ppm) selama 1 jam
Ozon (O_3)	Terbentuk di atmosfir	Standar kesehatan: 235 ug/m^3 (0.12 ppm) selama 1 jam

Catatan: 1 kubik meter (Im^3) setara dengan 35.3 cu ft; 1 milligram (1 mg) setara dengan 0.00004 oz; 1 mikrogram (lug) setara dengan 0.00000004 oz.[6]

Umumnya CO tidak menimbulkan masalah terhadap kesehatan pada konsentrasi alami. Paparan terhadap CO terus menerus pada konsentrasi 10 – 15 ppm akan menimbulkan pengaruh penurunan diskriminasi interval waktu. Pada konsentrasi 30 ppm, CO menimbulkan efek tekanan fisiologis terutama terhadap penderita jantung, sedangkan konsentrasi antara 8 – 14 ppm telah terbukti berkaitan dengan meningkatnya kematian pada penderita infak kardiah di Rumah Sakit.

2.3.3 Upaya Pengendalian Pencenaran Udara Akibat Kendaraan Bermotor

Pengendalian pencemaran udara akibat kendaraan bermotor pada dasarnya merupakan salah satu bagian dalam pengendalian pencemaran udara akibat sistem dan sarana transportasi. Kendaraan bermotor dalam hal ini merupakan salah satu sumber pencemar yang terkait dengan sistem dan sarana transportasi.

Dasar dalam penetapan kebijakan pengendalian pencemaran udara pada dasarnya mencakup banyak pertimbangan baik dalam aspek teknik dan teknologi pengendaliannya sendiri, maupun aspek ekonomi dan sosial yang akan terkait dengan strategi pengendalian dan teknologi pengendalian yang diterapkan.

Aspek kelembagaan dalam pelaksanaan strategis tersebut menjadi pertimbangan dasar lainnya, meliputi bentuk kelembagaan, mekanisme dan pelaksanaan operasionalnya. Selain itu, perlu pula dipertimbangkan bahwa masalah pencemaran udara perkotaan merupakan masalah yang melibatkan berbagai sektor dalam kegiatan perkotaan yang ada dalam penerapan dan pelaksanaan. Suatu strategi penanggulangan masalah pencemaran udara, yaitu bahwa suatu program penanggulangan yang terpadu dan komprehensif perlu dilakukan.

Pengendalian pencemaran akibat kendaraan bermotor akan mencakup upaya – upaya pengendalian baik langsung maupun tidak langsung, yang dapat menurunkan tingkat emisi dari kendaraan bermotor secara efektif. Dua pendekatan strategis yang mungkin diterapkan adalah :

1. Penurunan laju emisi pencemar dari setiap kendaraan untuk setiap km jalan yang ditempuh, atau
2. Penurunan jumlah dan kerapatan total kendaraan di dalam suatu daerah tertentu.

Dalam rangka mengatasi pencemaran udara berbagai upaya pengendalian yang harus dilakukan baik oleh pemerintah maupun masyarakat yaitu :

1. Pemantauan kualitas udara ambien
2. Pengendalian pencemaran udara dari sarana transportasi kendaraan bermotor meliputi :
   - Pengembangan perangkat peraturan.
   - Penggunaan bahan bakar bersih.
   - Penggunaan bahan bakar alternative.
   - Pengembangan manajemen transportasi.
   - Pemantauan emisi gas buang kendaraan bermotor.
   - Pemberdayaan peran masyarakat melalui komunikasi massa.

2.4 Mikrokontroler

Mikrokontroller merupakan suatu rangkaian terintegrasi *(IC)* dengan kepadatan yang sangat tinggi dan semua bagian yang diperlukan oleh suatu kontroler sudah dikemas dalam satu keping yang didalamnya terdiri dari pusat pemroses *(Central Processing Unit)*, RAM *(Random Access Memory)*, EEPROM/EPROM/PROM, unit *input/output*, antarmuka serial dan parallel, *timer* dan *counter*, serta interup kontroler. Mikrokontroler tersedia dalam beberapa pilihan, tergantung dari keperluan dan kemampuan yang diinginkan. Mikrokontroler yang banyak beredar biasanya terdiri dari 4, 8, 16 atau 32 bit.

2.4.1 Perangkat Keras Mikrokontroler AT89S51

Diagram blok arsitektur AT89S51 dapat dilihat pada gambar 2.5. Pada diagram blok tersebut dapat dilihat bahwa untuk aplikasi yang tidak membutuhkan adanya RAM dan ROM dengan skala besar, maka AT89S51 dapat dipergunakan dalam konfigurasi chip tunggal. Fasilitas port paralel yang dimiliki dapat dipergunakan untuk mengendalikan peralatan luar atau memasukkan data yang diperlukan. Port serial dapat dipergunakan untuk mengakses

sistem komunikasi data dengan peralatan luar, misalnya komputer atau peralatan lainnya baik langsung lewat kabel ataupun modem dengan saluran telepon. *Timer/Counter* yang ada dapat dipergunakan untuk mencacah pulsa, menghitung lama pulsa atau sebagai pewaktu umum. Sedangkan sistem *intterupt* membuat AT89S51 dapat dipakai pada aplikasi-aplikasi yang mendekati sistem dengan proses real time. Rangkaian clock internal yang dimiliki AT89S51 menjadikan cukup hanya menambah sebuah osilator kristal dan dua kapasitor untuk menghasilkan clock bagi seluruh sistem rangkaian.

Sistem mikrokontroler standart dewasa ini adalah mikrokontroler 8 bit. Mikrokontroler AT89S51 merupakan sebuah IC mikrokomputer 8 bit dengan 4 Kb *Flash* memori (PEROM) yang mudah dan dapat dihapus maupun diisi sebuah program. Mikrokontroler AT89S51 memiliki tiga tipe utama dari memori, yaitu Program Memori , RAM Internal, dan RAM Eksternal.

- *Program Memori*

  Program Memori adalah memori yang menyimpan program aktual dari 89S51 yang akan dijalankan. Memori ini terbatas pada 64K tergantung pada jenis dan tipenya. Di dalam 89S51 sudah terdapat Program Memori internal sebesar 4K, namun dapat diekspansikan dengan menggunakan EPROM hingga 64K. Umumnya orang menggunakan memori eksternal EPROM 2764 yang memiliki spasi 8K. Memori program berisi vektor interupsi dan kode-kode perogram yang ingin dijalankan oleh mikrokontroller. Vektor interupsi mengarahkan eksekusi ke lokasi memori program tertentu ketika terjadi interupsi.

- *RAM Internal*

Mikrokontroler 89S51 yang merupakan keluarga Intel 8031, memiliki 128 *byte* RAM Internal. RAM Internal ini terdapat dalam keping 89S51, karenanya memori ini adalah memori tercepat yang ada dalam sistem, dan juga tempat yang paling fleksibel untuk membaca, menulis, dan memodifikasi isi datanya. RAM Internal ini bersifat *volatile*, yang berarti jika 89S51 mengalami *reset*, maka isi memori akan hilang. RAM Internal digunakan sebagai spasi untuk variabel yang dibutuhkan untuk diakses berulang-ulang dengan kecepatan tinggi. RAM ini juga digunakan oleh mikrokontroler sebagai tempat penyimpanan *stack*. Karena hal ini, besar *stack* dari 89S51 dibatasi maksimum 128 *byte*; namun kenyataanya maksimum 80 *byte* karena 48 *byte* sisanya digunakan untuk pemakaian lainnya. Jika pemakai memiliki variabel-variabel yang diletakkan pada RAM Internal ini, maka besar maksimum *stack* 80 *byte* ini akan menyusut.

- *RAM Eksternal*

RAM Eksternal adalah kebalikan dari RAM Internal. Seperti namanya, RAM Eksternal adalah memori yang dapat diakses secara acak yang terletak di luar keping mikrokontroler. Karena memori ini terletak di luar keping, maka tidak fleksibel untuk mengaksesnya karena memakan lebih banyak instruksi dan waktu. Namun RAM Eksternal ini memiliki keuntungan yang terletak pada fleksibilitas ukuran spasinya. Jika RAM Internal terbatas pada 128 *byte*, maka RAM Eksternal mampu mengalamati spasi hingga 64K. Dan, jika digunakan kombinasi trik *hardware* dan *software*, maka spasi ini masih bisa dikembangkan lebih besar.

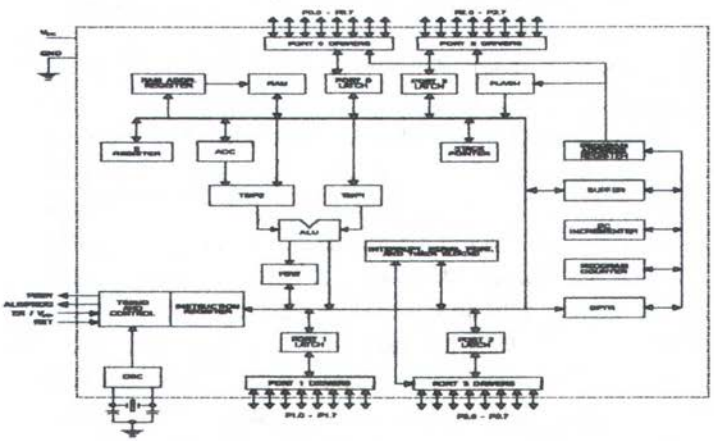
- *Memori SFR (Special Function Register)*

SFR adalah suatu daerah memori yang mengontrol fungsi spesifik dari prosesor 89S51. Sebagai contoh, empat SFR dapat diakses untuk 32 input/output dari 89S51. SFR yang lain mengijinkan pemakai untuk membaca maupun menulis dari dan ke port serial dari 89S51. Dalam pemrograman, SFR diilustrasikan sebagai memori internal. Sebenarnya SFR memang merupakan bagian dari Internal RAM, hanya dibatasi oleh alamat, alamat 00h hingga 7Fh mengarah pada alamat RAM Internal, sedangkan alamat 80h hingga FFh mengarah pada alamat SFR.

- *Memori Bit*

Mikrokontroler 89S51 memberikan kemampuan untuk mengakses memori bit sebagai variabel yang hanya berisi kondisi logika 0 atau 1. Terdapat 128 bit variabel yang tersedia untuk pemakai, yang memiliki alamat 00h hingga 7Fh. Untuk mengaksesnya, dapat digunakan perintah SETB dan CLR. Memori Bit adalah bagian dari RAM Internal. Pada kenyataannya, 128 bit variabel menempati 16 *byte* dari RAM Internal dengan alamat 20h hingga 2Fh. Jadi jika akan menuliskan FFh ke RAM Internal dengan alamat 20h, sebenarnya sama dengan mengeset memori bit dengan alamat 00h hingga 07h.

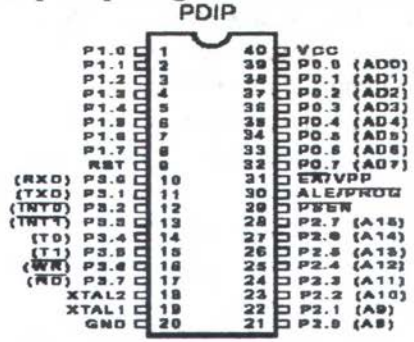
Pada IC AT89S51 terdapat berbagai macam bagian yang berguna dalam pemrograman mikrokontroller. Gambar di bawah ini menunjukkan diagram blok dari IC AT89S51.



Gambar 2.5 Diagram blok arsitektur AT89S51[9]

Dengan memiliki PEROM ini AT89S51 sangat mudah digunakan karena jika suatu alat kontrol diinginkan perubahan fungsi pengaturan tidak perlu mengubah sistem kontrolnya (rangkaiannya) apabila jumlah maupun jenis dari masukan dan keluarannya tidak berubah.

Mikrokontroler AT89S51 memiliki 40 pin dengan susunan seperti pada gambar di bawah ini



Gambar 2.6 Konfigurasi pin IC AT89S51[9]

Fungsi-fungsi pin dari IC AT89S51 adalah sebagai berikut

Vcc : Supply Tegangan, +5 Volt

GND : Ground, 0 Volt

AD.0–AD.7 : Port 0, 8 jalur data bersifat *bidirectional* digunakan untuk pertukaran data dari CPU ke rangkaian *Input/Output*. Data dapat dikirim atau diterima melalui instruksi *Input/Output* dari CPU. Setiap pinnya dapat mengendalikan langsung 8 beban TTL.

P1.0 – P1.7 : Port 1, 8 jalur data bersifat *bidirectional* dengan pengontrol didalamnya, biasa digunakan sebagai jalan pertukaran data dari peralatan luar ke CPU. Dapat mengendalikan beban 4 TTL secara langsung. Setiap pin dapat diakses secara operasi tiap bit atau byte bergantung pemrogram.

A.8 – A.15 :Port 2, 8 jalur data bersifat *bidirectional* dengan pengontrol didalamnya, dapat mengendalikan beban 4 TTL secara langsung. Port ini digunakan sebagai jalan untuk pertukaran data dari CPU ke *external* memori atau rangkaian *Input/Output*.

P3.0 – P3.7 : Port 3, 8 jalur data bersifat *bidirectional* dengan pengontrol didalamnya, dapat mengendalikan beban 4 TTL secara langsung. Digunakan untuk pertukaran data dari CPU ke rangkaian *Input/Output*. Pada port 3 ini setiap pin juga memiliki fungsi alternatif seperti dijelaskan dalam :

Tabel 2.2 Fungsi Alternatif Port 3

Port Pin	Fungsi Alternatif
P3.0	RXD (*Serial Input Port*)
P3.1	TXD (*Serial Output Port*)
P3.2	INT0 (*External Interrupt 1*)
P3.3	INT1(*External Interrupt 2*)
P3.4	T0 (*Timer 0 External Input*)
P3.5	T1 (*Timer 1 External Input*)
P3.6	WR (*External data memory write strobe*), berfungsi sebagai output, jika WR aktif menunjukkan bahwa CPU mengingin-kan suatu penulisan data ke memori atau peralatan I/O.
P3.7	RD (*External data memory read strobe*), berfungsi sebagai output, jika RD aktif menunjukkan bahwa CPU menginginkan suatu proses pembacaan data dari memori atau peralatan I/O

RST : Reset, berfungsi sebagai masukan. Mengaktifkan RST berarti mengembalikan CPU ke keadaan awal.

ALE/PROG: *Address Latch Enable*, berfungsi sebagai keluaran untuk mengunci jalur keluaran port 2 untuk mengakses *external* memori.

PSEN : *Program Strobe Enable*, sinyal/strobe baca untuk memori eksternal. Ketika AT89S51 ingin membaca data pada memori eksternal maka PSEN akan aktif.

EA/Vpp : *External Access Enable*, selalu dihubungkan ke GND untuk mengaktifkan AT89S51 jika ingin mengakses ke memori program eksternal, jika untuk mengakses memori program internal dihubungkan ke Vcc.

XTAL1 : Jalan masukan dari *Inverting Osilator amplifier* dan ke rangkaian internal clock.

XTAL2 : Jalan keluaran dari *Inverting Osilator amplifier.*

2.4.2 Bahasa Pemrograman Assembly

Bahasa assembly adalah bahasa komputer yang kedudukannya di antara bahasa mesin dan bahasa level tinggi misalnya bahasa C atau Pascal. Bahasa C atau Pascal dikatakan sebagai bahasa tingkat tinggi karena memakai kata-kata dan pernyataan yang mudah dimengerti manusia, meskipun masih jauh berbeda dengan bahasa manusia yang sesungguhnya. Bahasa mesin adalah kumpulan kode biner yang merupakan instruksi yang bisa dijalankan oleh komputer, sedangkan bahasa assembly memakai kode mnemonik untuk menggantikan kode biner agar lebih mudah dimengerti.

Program yang ditulis dengan bahasa assembly terdiri dari label, kode mnemonik dan sebagainya yang pada umumnya disebut sebagai program sumber (*source code)* yang belum bisa diterima prosesor untuk menjalankan program tetapi harus diterjemahkan terlebih dahulu menjadi bahasa mesin dalam bentuk kode biner.

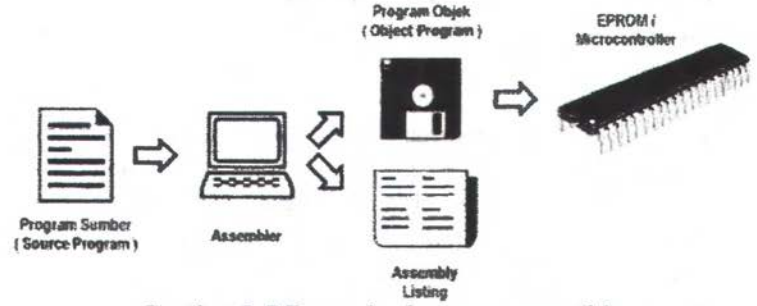
Program sumber dibuat dengan program editor biasa (NotePad pada Windows atau SideKick pada DOS) yang selanjutnya diterjemahkan ke bahasa mesin dengan menggunakan program assembler. Hasil kerja dari program assembler adalah program objek dan assembly listing.

Program objek berisikan kode bahasa mesin, kode ini diumpankan ke memori program prosesor. Dalam dunia mikrokontroler, khususnya untuk mikrokontroler buatan

ATMEL program ini diisikan ke dalam *Flash* EPROM yang ada di dalam chip AT89C51 atau AT89C2051.

Assembly listing merupakan naskah yang berasal dari rogram sumber, dalam naskah tersebut pada bagian sebelah setiap baris dari program sumber diberi hasil terjemahan program assembler. Tambahan tersebut berupa nomor memori program berikut dengan kode yang akan diisikan ke dalam memori program bersangkutan. Naskah ini sangat berguna untuk dokumentasi dan sarana untuk menelusuri program yang ditulis.

Yang perlu diperhatikan adalah setiap prosesor mempunyai konstruksi yang berlainan, instruksi untuk mengendalikan masing-masing prosesor juga berlainan, dengan demikian bahasa assembly untuk masing-masing prosesor juga berbeda, yang sama hanyalah pola dasar cara penulisan program assembly saja



Gambar 2.9 Bagan kerja proses assembly

Pada program sumber, setiap baris perintah merupakan sebuah perintah yang utuh, artinya sebuah perintah tidak mungkin dipecah menjadi lebih dari satu baris . Satu baris perintah bisa terdiri dari 4 bagian.Bagian pertama dikenali sebagai label atau sering disebut sebagai simbol, bagian kedua dikenali sebagai kode operasi, bagian ketiga adalah operand, dan bagian terakhir adalah komentar. Antara bagian-

bagian tersebut dipisahkan dengan sebuah spasi atau tabulator.

- ***Bagian Label***

Label dipakai untuk memberi nama pada sebuah baris perintah, agar bisa dengan mudah menyebutnya dalam penulisan program. Label bisa ditulis apa saja asalkan diawali dengan huruf yang panjangnya tidak lebih dari 16 huruf. Huruf-huruf berikutnya boleh merupakan angka atau tanda titik dan tanda garis bawah. Kalau sebuah baris perintah tidak memiliki bagian label, maka bagian ini boleh tidak ditulis namun spasi atau tabulator sebagai pemisah antara label dan bagian berikutnya mutlak tetap harus ditulis.

Dalam sebuah program sumber bisa terdapat banyak sekali label, tetapi tidak boleh ada label yang sama. Bagian label sering juga disebut sebagai bagian symbol, hal ini terjadi kalau label tersebut tidak dipakai untuk menandai bagian program, melainkan dipakai untuk menandai bagian data.

- ***Bagian Kode Operasi***

Kode operasi *(operation code* atau sering disingkat *opcode)* merupakan bagian perintah yang harus dikerjakan. Dalam hal ini dikenal dua macam kode operasi, yang pertama adalah kode operasi untuk mengatur kerja mikrokontroler dan yang kedua dipakai untuk mengatur kerja program assembler, sering dinamakan *assembler directive.*

Kode operasi ditulis dalam bentuk mnemonik, yakni bentuk singkatan yang relatif mudah diingat, misalnya MOV, ACALL, RET dan lain sebagainya. Kode operasi ini ditentukan oleh pabrik pembuat mikrokontroler, dengan demikian setiap prosesor mempunyai kode operasi yang berlainan.

Kode operasi berbentuk mnemonik tidak dikenal mikrokontroler, agar program yang ditulis dengan kode mnemonik bisa dipakai untuk mengendalikan prosesor, program semacam itu diterjemahkan menjadi program yang dibentuk dari kode operasi kode biner yang dikenali oleh mikrokontroler. Tugas penerjemahan tersebut dilakukan oleh program yang dinamakan program assembler.

Ada pula kode operasi yang dipakai untuk mengatur kerja dari program assembler, misalnya dipakai untuk menentukan letak program dalam memori (ORG.), dipakai untuk membentuk variable (DS), membentuk table dan data konstan (DB,DW) dan sebagainya.

- ***Bagian Operand***

Operand merupakan pelengkap bagian kode operasi, namun tidak semua kode operasi memerlukan operand, dengan demikian bisa terjadi sebuah baris perintah hanya terdiri dari dari kode operasi tanpa operand. Sebaliknya ada pula kode operasi yang perlu lebih dari satu operand, dalam hal ini antara operand satu dengan operand yang lain dipisahkan dengan tanda koma.

Bentuk operand sangat bervariasi, bisa berupa kode-kode yang dipakai untuk menyatakan register dalam prosesor, bisa berupa nomor memori (alamat memori) yang dinyatakan dengan bilangan ataupun nama label, bisa berupa data yang siap dioperasikan, semuanya disesuaikan dengan keperluan dari kode operasi.

Untuk membedakan operand yang berupa alamat memori atau operand yang berupa data yang siap dioperasikan adalah dipakainya tanda-tanda khusus atau cara penulisan yang berlainan. Disamping itu operand bisa berupa persamaan matematis sederhana atau persamaan Boolean, dalam hal semacam ini program assembler akan menghitung nilai dari persamaan-persamaan dalam operand, selanjutnya mengubah hasil

perhitungan tersebut ke kode biner yang dimengerti oleh prosesor. Jadi perhitungan di dalam operand dilakukan oleh program assembler bukan oleh prosesor.

- ***Bagian Komentar***

Bagian komentar merupakan catatan penulis program, bagian ini meskipun tidak mutlak diperlukan tetapi sangat membantu masalah dokumentasi. Membaca komentar pada setiap baris perintah dapat dengan mudah bisa mengerti maksud dan tujuan baris tersebut, hal ini sangat membantu orang lain yang membaca program.

Pemisah bagian komentar dengan bagian sebelumnya adalah tanda spasi atau tabulator, meskipun demikian huruf pertama dari komentar sering berupa tanda titik koma, yang merupakan tanda pemisah khusus untuk komentar.

Untuk keperluan dokumentasi yang intensif, sering sebuah baris yang merupakan komentar saja, dalam hal ini huruf pertama dari baris bersangkutan adalah tanda titik koma.

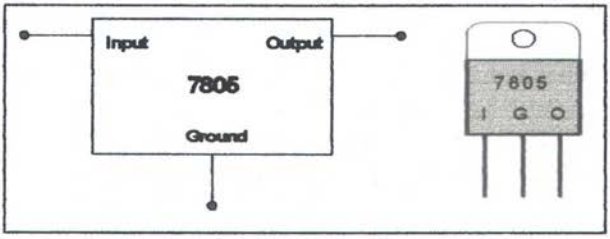
2.5 LCD 2 x 16

Untuk menampilkan hasil dari pengukuran kecepatan, inputan setpoint kecepatan yang kita inginkan kita membutuhkan tampilan (display), LCD (*Liquid Cristal Display*) merupakan sejenis crystal yang akan berpendar jika diberi tegangan tertentu, sehingga perpendaran tersebut dapat diatur untuk membentuk angka, huruf dan lain sebagainya. LCD yang digunakan dalam percobaan ini adalah menggunakan LCD dengan banyak baris dan karakter adalah 2 x 16. Artinya mempunyai baris 2 dengan banyak karakter tiap

Gambar 2.8 LCD 2 x 16 Karakter

2.6 Regulator

Pemakaian regulator pada pencatu daya berfungsi sebagai stabilitas tegangan. Komponen aktif ini mampu meregulasi tegangan menjadi stabil. Komponen ini sudah dikemas dalam sebuah IC regulator tegangan tetap yang biasanya sudah dilengkapi dengan pembatas arus *(current limiter)* dan juga pembatas suhu *(thermal shutdown)*. Jenis IC regulator tegangan tetap yang sering dipakai adalah jenis 78xx atau 79xx. IC regulator 78xx menghasilkan output tegangan dengan polaritas positif sedangkan 79xx menghasilkan output tegangan dengan polaritas negatif . Konstruksi dari regulator ini dapat dilihat pada Gambar 2.11. input dari 9 VDC yang berasal dari kapasitor sebagai filter dan output 5 VDC yang dihubungkan ke rangkaian sensor.



Gambar 2.10 IC Regulator 7805

MILIK PERPUSTAKAAN ITS

Hanya saja perlu diketahui supaya rangkaian regulator dengan IC tersebut bisa bekerja, tegangan input harus lebih besar dari tegangan output regulatornya. Biasanya perbedaan tegangan V_{in} terhadap V_{out} yang direkomendasikan ada di dalam datasheet kompenen tersebut. Pemakaian alumunium pendingin *(heatsink)* dianjurkan jika komponen ini dipakai untuk mencatu arus yang besar.

2.7 KONVERTER ANALOG KE DIGITAL

Konverter analog ke digital atau ADC (*Analog to Digital Converter*), adalah alat yang berfungsi untuk mengubah tegangan analog pada input menjadi tegangan digital pada outputnya, sehingga data tersebut akan terbaca oleh peralatan interface dan dapat diproses oleh mikroprosesor.

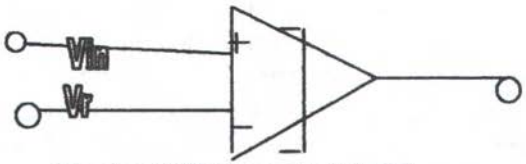
Secara umum ADC dapat dibedakan menjadi dua golongan, yaitu:

- ADC dengan golongan open-loop (tanpa feedback)
  Misalnya : tipe flash ADC, slope converter, dual converter.
- ADC dengan golongan close-loop (dengan feedback)
  Misal : single counter ADC, Tracking ADC dan Succesive.

ADC mengambil input sinyal kontinyu yang tidak diketahui, seringkali tegangan input (Vin), dan mengkonversinya ke dalam bilangan biner n-bit. Bilangan n-bit adalah fraksi biner yang menunjukkan rasio antara sinyal input, tegangan Vin, dan pengkonversi tegangan penuh, Vfs.

Gambar konversi dasar dari kebanyakan ADC tergambar pada gambar 2.12 Tegangan input (Vin) dihubungkan pada satu input dari sinyal analog pembanding dan tegangan referensi analog,Vr dihubungkan pada input yang lain dari pembanding (comparator).

ITS

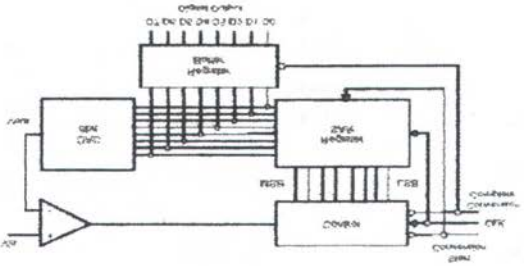


Gambar 2.12. Dasar dari ADC

Jika Vin lebih besar dari Vr, tegangan output akan berada pada + vo level yang berarti logika "1", jika Vin lebih kecil dari V_r, tegangan output akan low yang berarti logika "0".

Perencanaan alat dalam tugas akhir ini memakai tipe ADC 0804 dari National Semiconductor. ADC tipe ini memakai metode pendekatan berturut-turut (*Succesive Aproximation*) untuk mengkonversi masukan analog (misal antar 0 sampai 5 V) menjadi data digital 8-bit. Blok diagram pengubah sinyal analog ke digital dengan metode pendekatan berturut-turut, ditunjukkan dalam gambar 2.13.

Prinsip kerja rangkaian diatas adalah jika sinyal masukan mulai konversi dari unit kendali diberi logika 0, maka register SAR *(Succesive Aproximation Register)* akan mereset sehingga keluaran Vout unit DAC (*Digital to Analog*) menjadi 0.



Gambar 2.13 Blok diagram ADC

Proses konversi diawali dengan pengesetan bit paling berarti (MSB) register SAR oleh unit kendali. Selanjutnya data

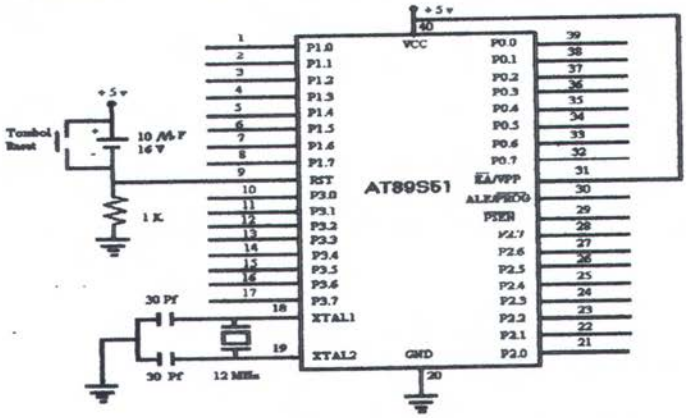
digital dalam register SAR dikonversikan ke analog oleh unit DAC. Hasil konversi Vout dibandingkan dengan sinyal masukan Vin oleh unit pembanding. Bila Vout lebih besar dari Vin maka unit pembanding akan mengirim sinyal negatif ke unit kendali. Dengan sinyal negatif ini, unit kendali akan mereset bit paling berarti (MSB) register SAR. Sebaliknya bila Vout lebih kecil dari V_{in}, unit pembanding akan mengirim sinyal positif ke unit kendali. Dengan sinyal positif ini, unit kendali akan tetap mengeset bit paling berarti (MSB) Pada pulsa clock berikutnya unit kendali akan mengeset bit yang lebih rendah yaitu bit ke 7 register SAR. Kemudian data dikonversikan oleh unit DAC, dan hasil konversi Vout dibandingkan dengan sinyal masukan V_{in}. Sinyal hasil perbandingan akan menentukan unit kendali untuk mengeset atau mereset register SAR. Demikian seterusnya proses ini berlangsung sampai nilai V_{in} sama dengan nilai Vout. Apabila konversi telah selesai, unit kendali mengirim sinyal *conversion complete* yang berlogika rendah. Tepi turun sinyal ini akan mengisikan data digital yang ekuivalen dengan nilai V_{in} ke dalam register penahan.

2.8 Minimum System

Sebagai pengendali yang utama dari alat ukur kadar karbon monoksida pada kendaraan bermotor digunakan sistem minimum mikrokontroler AT89S51, sistem minimum mikrokontroler AT89S51 didukung oleh unit memori dinamik *(RAM)* berkapasitas 128 byte yang dipakai sebagai memori dari program.

Sistem mikrokontroler AT89S51 ini membutuhkan sumber frekuensi yang didapat dari sebuah rangkaian penguat osilator pembalik *(inverting oscillator amplifier)* yang tersusun dari sebuah Cristal dengan frekuensi 12.000 MHz dan tiga buah kapasitor keramik sebesar 30pF, 10 pF, dan 0,1 mF yang dihubungkan pada kaki-kaki XTAL1 dan XTAL2 (kaki nomor 18 dan 19)

Mikrokontroler AT89S51 mempunyai 4 buah port paralel dengan lebar data 8 bit, terdiri dari port 0, port 1, port 2, dan port 3 yang berfungsi sebagai port masukan atau keluaran.

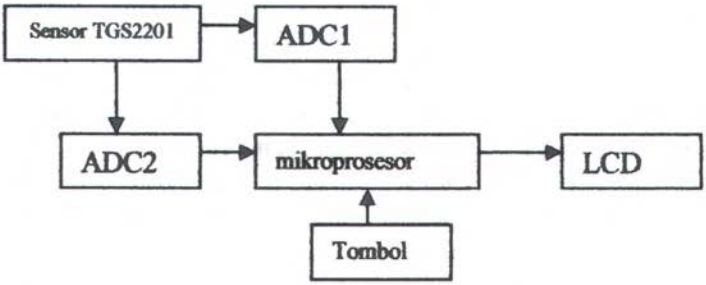


Gambar 2.13. System minimum mikrokontroller AT89S51

BAB III
PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT

3.1 Blok Diagram Perancangan Alat

Pada tugas akhir ini merancang suatu alat ukur untuk mengukur kadar karbon monoksida dan nitrogen dioksida pada kendaraan bermotor dengan menggunakan sensor TGS2201 berbasis mikrokontroller. Di bawah ini dapat dilihat diagram blok dari sistem alat ukur kadar CO dan kadar NO_2 pada kendaraan bermotor:



Gambar 3.1 Blok diagram perancangan alat

Dari diagram blok di atas dapat dijelaskan bahwa sensor TGS2201 akan mendeteksi keberadaan gas karbon monoksida (CO) pada hasil pembakaran bensin dan mendeteksi kadar NO_2 hasil pembakaran diesel, mikrokontroller akan mengolah data masukan yaitu inputan gas CO dan NO_2, sehingga kadar CO dan NO_2 dapat terbaca. Mikrokontroller disini berfungsi untuk mengolah data masukan. Dimana mikrokontroller akan mendapatkan inputan dari sensor yang berfungsi untuk mengukur kadar CO dan kadar NO_2 dengan data-data yang telah ada. Tampilan hasil pengukuran ini akan ditampilkan pada LCD.

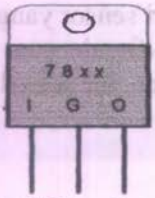
3.2 Perancangan dan Pembuatan Perangkat Keras

3.2.1 Rangkaian Power Supply (Catu Daya)

Semua peralatan tersebut diatas tidak akan berfungsi jika tidak ada arus listrik dan tegangan, maka disini digunakan *power supply* (catu daya) sebagai pemberi arus dan tegangan yang diperlukan oleh semua rangkaian elektronika tersebut. Tegangan dan arus yang diberikan pada rangkaian elektronika harus sesuai dengan spesifikasi peralatan tersebut, jika arus atau tegangan yang diberikan terlalu besar maka rangkaian elektronika akan rusak. Dan jika arus atau tegangan yang diberikan terlalu kecil maka rangkaian elektronika tersebut tidak akan bekerja dengan baik bahkan ada kemungkinan alat tersebut tidak bekerja.

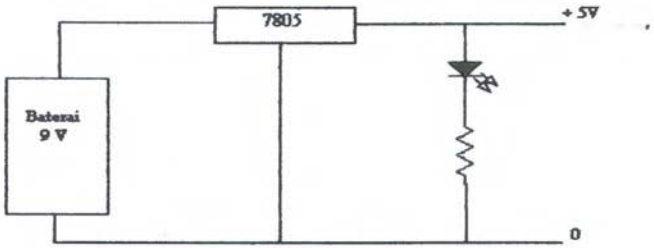
Pada rangkaian catu daya pada umumnya kita sering menggunakan Ic Regulator dalam mengontrol tegangan yang kita inginkan. Regulator tegangan menjadi sangat penting gunanya apabila kita mengaplikasikan system Power tersebut untuk rangkaian – rangkaian yang membutuhkan tegangan yang sangat stabil. Misalkan untuk system digital, terutama untuk Minimum system (MikroProsesor/ MikroKontroler) yang sangat membutuhkan tegangan dan arus yang sangat Stabil.

IC Regulator yang umum digunakan untuk, mengontrol tegangan adalah Ic keluarga 78XX. IC ini dapat mengontrol tegangan dengan baik. Keluaran tegangan yang diinginkan tinggal melihat tipe yang ada. Misalkan tipe 7805 dapat memberikan keluaran tegangan 5 Volt dengan Toleransi ± 1, dengan arus keluaran maksimal 1500 mA.



Gambar 3.2. IC Regulator Tegangan

Dalam hal ini catu daya yang dibutuhkan oleh rangkaian-rangkaian diatas adalah tegangan sebesar 5volt dan 9 volt, maka rangkaian catu daya yang dibuat seperti terlihat pada gambar 3.3 dibawah ini.

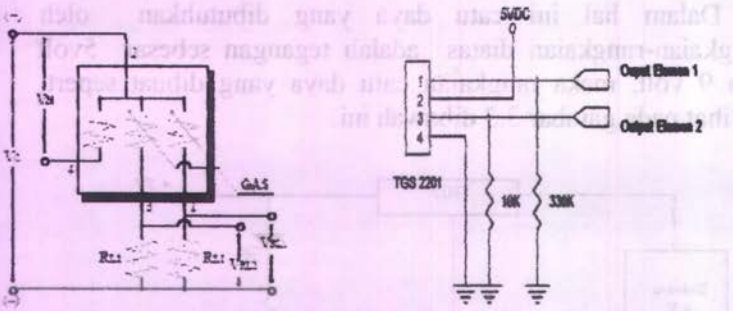


Gambar 3.3. Sistem Daya 9 volt

Tegangan keluaran dari catu daya tersebut sebesar 5 dc dan 9 dc. Tegangan 5 Volt digunakan untuk mecatu Mikrokontroller, sensor, dan LCD, sedangkan Tegangan 9 Volt digunakan untuk power supply (Catu Daya).

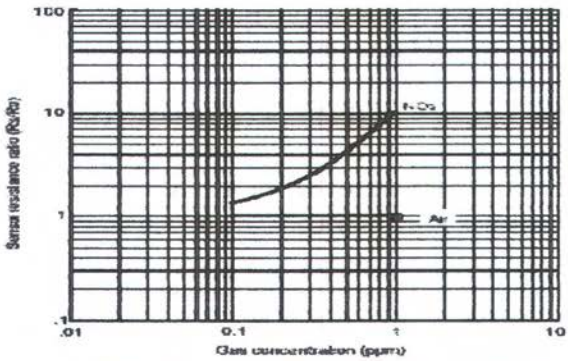
3.3 Rangkaian SENSOR TGS2201

Sensor TGS2201 digunakan untuk pendeteksian gas buang bensin dan gas buang diesel pada kendaraan bermotor. Sensor ini memang dibuat khusus untuk mendeteksi gas buang mesin bensin dan diesel. Sensor TGS2201 mempunyai dua buah elemen pendeteksi, yaitu element 1 untuk gas buang mesin diesel dan elemen 2 untuk gas buang mesin bensin. Sensing elemen terdiri lapisan metal oxide semikonduktor membentuk suatu oksid aluminium substrate, chip sensing bersama-sama dengan alat pemanas terintegrasi pada gas yang terdeteksi, daya konduksi sensor berubah tergantung pada konsentrasi gas di udara. Rangkaian elektrik sederhana dapat mengkonversi perubahan daya konduksi menjadi singal output yang sesuai dengan konsentrasi gas.



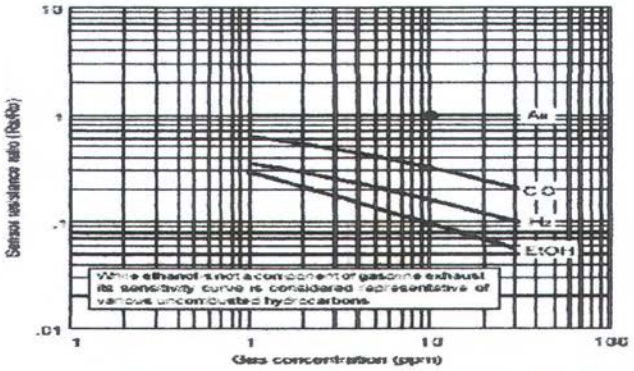
Gambar 3.4 Rangkaian dasar sensor

Sensor memerlukan dua tegangan input : tegangan alat pemanas (VH) dan tegangan rangkaian (VC). VH adalah besarnya tegangan *heater* (pemanas) sensor berlaku untuk alat pemanas yang terintegrasi untuk memelihara sensing elemen pada temperatur spesifik yang optimal. Vc untuk mengukur tegangan output VRL1 dan VRL2 ke seberang RL1 dan RL2 berturut-turut. Masing-Masing resistor beban ini dihubungkan secara urut pada sensing elemen yang bersesuaian. catu daya sirkit dapat digunakan untuk kedua-duanya VC dan VH untuk memenuhi kebutuhan sensor. Nilai dari resistor beban (RL) harus dipilih untuk mengoptimalkan nilai-ambang alarm, pemeliharaan daya dissipation (PS) semikonduktor di bawah batas 15mW.



Gambar 3.5 Grafik sensitivitas elemen 1.

Sesuai dengan grafik pada gambar 3.5, semakin tinggi nilai kepekatan gas-gas tersebut maka resistansi sensor akan semakin kecil. Semakin tinggi nilai kepekatan gas NO_2 maka resistansi sensor akan semakin besar.



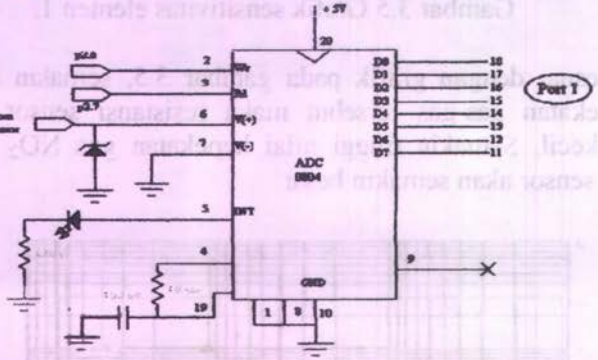
Gambar 3.6 Grafik sensitivitas elemen 2.

Jika kepekatan gas-gas tersebut berubah maka nilai resistansi sensor juga akan berubah. Pada gambar 3.6 adalah karakteristik sensitivitas secara umum untuk elemen 2, pada sumbu Y adalah rasio perbandingan resistansi sensor yaitu

resistansi sensor ketika mendeteksi gas CO, H_2, EtOH (Rs) dan resistansi sensor pada saat udara bersih (Ro).

3.4. Rangkaian Analog – Digital Converter (ADC)

ADC digunakan untuk mengubah bentuk sinyal analog dalam hal ini sinyal tegangan ke dalam bentuk sinyal digital supaya dapat dibaca oleh perangkat input/output (I/O) system minimum mikrokontroler. Pada perancangan ini menggunakan ADC 0804 yang mampu mengubah sinyal analog menjadi sinyal digit 8 bit. Gambar rangkaian ADC dapat dilihat pada gambar 3.7 di bawah ini :



Gambar 3.7. Rangkaian ADC 0804

Rangkaian ADC 0804 dirancang dengan tegangan referensi sebesar 5 volt, dengan resolusi sebesar 5/256 volt/bit atau 19,53125 mV/bit. Ini berarti setiap ada perubahan tegangan masukan sebesar 19,53125 mV maka keluaran ADC akan berubah sebesar 1 bit, yang mana ADC tersebut mempunyai waktu konversi sebesar 103 – 114 µs. Inputan ADC yang berasal dari signal conditioning mempunyai range antara 0 – 5 volt.

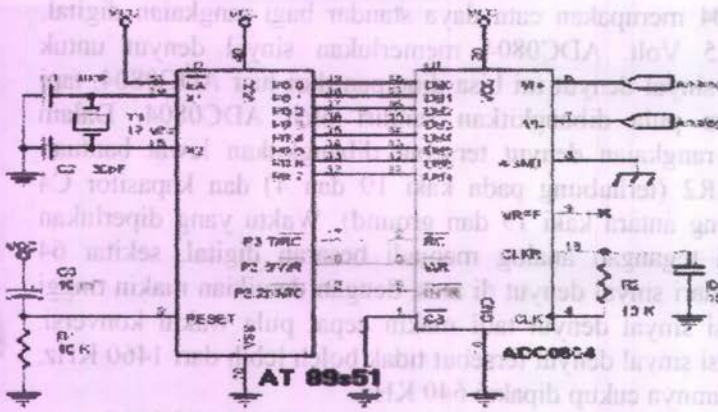
Gambar 3.8 menggambarkan ADC0804 yang dihubungkan ke AT89S51, lengkap dengan rangkaian osilator yang dibentuk dengan C1, C2 dan kristal 12 MHz, dan rangkaian reset yang dibentuk dengan C3 dan R1. Catu Daya untuk

ADC0804 merupakan catu daya standar bagi rangkaian digital, yakni +5 Volt. ADC0804 memerlukan sinyal denyut untuk bekerja, sinyal denyut ini bisa diumpan dari luar ADC0804, tapi bisa bisa pula dibangkitkan sendiri oleh ADC0804. Dalam gambar rangkaian denyut tersebut dibangkitkan lewat bantuan resistor R2 (terhubung pada kaki 19 dan 4) dan kapasitor C4 (terhubung antara kaki 19 dan ground). Waktu yang diperlukan konversi tegangan analog menjadi besaran digital, sekitar 64 periode dari sinyal denyut di atas, dengan demikian makin tinggi frekuensi sinyal denyut tadi makin cepat pula waktu konversi. Frekuensi sinyal denyut tersebut tidak boleh lebih dari 1460 KHz, dan umumnya cukup dipakai 640 KHz.

Berlainan dengan DAC0800, ADC0804 adalah IC yang siap dihubungkan ke saluran-data sistem mikroprosesor, sehingga rangkaian dalam gambar ADC0804 dihubungkan lewat P0 yang difungsikan sebagai saluran-data.

Untuk keperluan ini sinyal-sinyal pengendali ADC0804 dipilih sinyal WR* (kaki 16 AT89S51) yang dihubungkan ke WR* (kaki 3 ADC0804), sinyal RD* (kaki 17 AT89S51) yang dihubungkan ke RD* (kaki 2 ADC0804). Sinyal WR* dan RD* dari AT89S51 merupakan sinyal pengendali saluran-data, yang dipakai saat AT89S51 bekerja dengan memori-data eksternal.

Sinyal INTR* (kaki 5 ADC0804) dihubungkan ke INT0* (kaki 12 AT89S51), dipakai untuk memberitahu AT89S51 saat ADC0804 sudah selesai konversi data analog.



Gambar 3.8. Hubungan AT89S51 dengan ADC0804.

Dalam rangkaian Gambar 3.8 ADC0804 menunggu perintah dari AT89S51 untuk mulai melakukan konversi tegangan analog, perintah ini berupa perubahan tegangan dari '1' menjadi '0' pada WR* (kaki 3 ADC0809). Hal ini dilakukan dengan instruksi MOVX @R0,A, yakni perintah menuliskan data ke memori-data eksternal yang di-sinkron-kan dengan sinyal WR* (kaki 16 AT89C51) menjadi '0' sesaat. Setelah menerima perintah tersebut, ADC0804 mulai melakukan konversi yang memerlukan waktu sekitar 64 periode sinyal denyut pada kaki CLK (kaki 4 ADC0804). Selesai konversi, ADC0804 me-'nol' INTR* (kaki 5 ADC0804), sinyal ini diterima AT89S51 lewat INT0* (kaki 12 AT89S51). AT89S51 menunggu sinyal INTR* dari ADC0804 dengan instruksi JB INT0,$.

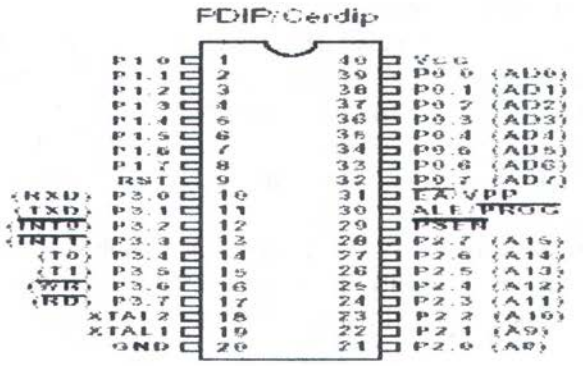
Berikutnya AT89S51 mengambil data hasil konversi ADC0904 dengan intruksi MOVX A,@R0. Instruksi ini merupakan instruksi untuk mengambil data dari memori-data ekternal, dalam melaksanakan instruksi ini MCS51 membuat RD* (kaki 17 AT89S51) sesaat menjadi '0', sinyal ini diterima ADC0804 lewat kaki 2 yang mengakibatkan penyangga (tristate buffer) pada DB0 .. DB7 (kaki 18 sampai 11 ADC0804) mem-'buka', sehingga data hasil konversi ADC0804 bisa diambil

AT89Ss51 lewat P0.0 .. P0.7. Dalam pembahasan di atas, R0 hanya sekedar dipinjam untuk melaksanakan instruksi-instruksi memori-data ekternal, MOVX A,@R0 maupun MOVX @R0,A, nilai dari R0 tidak berpengaruh, mengingat dalam rangkaian pada saluran-data hanya dipasang ADC0804 saja, tidak ada peralatan digital lainnya. Program pendek untuk melakukan hal hal tersebut di atas, dengan demikian bisa dituliskan sebagai berikut :

```
01: ReadADC0804:
02: MOVX @R0,A
03: JB INT0,*
04: MOVX A,@R0
0
```

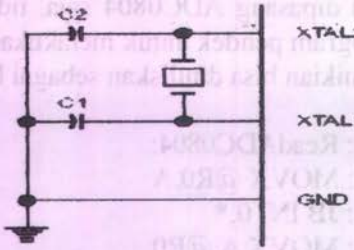
3.5 Mikrokontroler System 51 (MCS-51)

Mikrokontroler AT89S51 mempunyai 4 port parallel yakni port 0, port 1, port 2, dan port 3. Keempat port tersebut bisa dipakai sebagai port parallel dengan 8 bit saluran data atau digunakan sebagai *bit adresseble* (Satu pin saluran dipakai sebagai pin masukan tersendiri yang terpisah dengan pin-pin yang lain) seperti yang terlihat pada Gambar 3.9 dibawah ini.



Gambar 3.9 DIP dari AT 89s51.

Untuk diaplikasikan kesebuah sistem maka AT 89s51 memerlukan klok external sebagai sumber Sinkronos pada sebuah Mikrokontroler seperti terlihat pada Gambar 3.10.



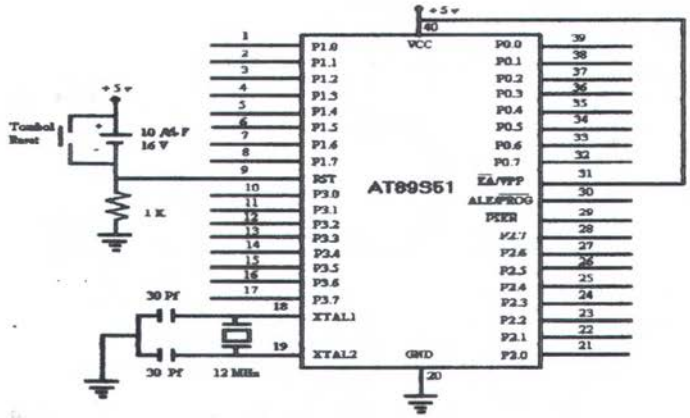
Gambar 3.10. Clok External Untuk AT89s51

3.6 Minimum System

Sebagai pengendali yang utama dari alat ukur kadar karbon monoksida dan nitrogen dioksida pada kendaraan bermotor digunakan sistem minimum mikrokontroler AT89S51, sistem minimum mikrokontroler AT89S51 didukung oleh unit memori dinamik *(RAM)* berkapasitas 128 byte yang dipakai sebagai memori dari program.

Sistem mikrokontroler AT89S51 ini membutuhkan sumber frekuensi yang didapat dari sebuah rangkaian penguat osilator pembalik *(inverting oscillator amplifier)* yang tersusun dari sebuah Cristal dengan frekuensi 12.000 MHz dan tiga buah kapasitor keramik sebesar 30pF, 10 pF, dan 0,1 mF yang dihubungkan pada kaki-kaki XTAL1 dan XTAL2 (kaki nomor 18 dan 19)

Mikrokontroler AT89S51 mempunyai 4 buah port paralel dengan lebar data 8 bit, terdiri dari port 0, port 1, port 2, dan port 3 yang berfungsi sebagai port masukan atau keluaran.



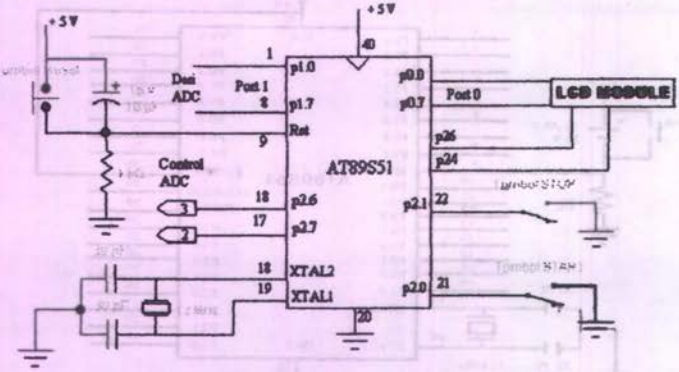
Gambar 3.11. System minimum mikrokontroller AT89S51

3.7 Mikrokontroler Sistem AT89S51

Pada rangkaian ini kita membuat suatu minimum sistem (Micro-sistem) dengan IC utama yaitu Micro AT 89s51. Micro AT 89S51 ini diproduksi oleh ATMEL Corporation, dengan jumlah pin 40 buah.

Fasilitas pada pin – pinnya antara lain :

1. buah port I/O dengan lebar pita data 8 bit.
2. Serial Port Transmitter (T_x) dari Receiver (R_x) yang bisa di set kecepatannya dari jenis karakteristiknya.
   - 12 MHz Osilator external dengan kristal 12 MHz.
   - Internal Flash Memory (PROM) 4 kbyte yang bisa diisi dengan suatu program.
   - RAM Internal 128 byte.



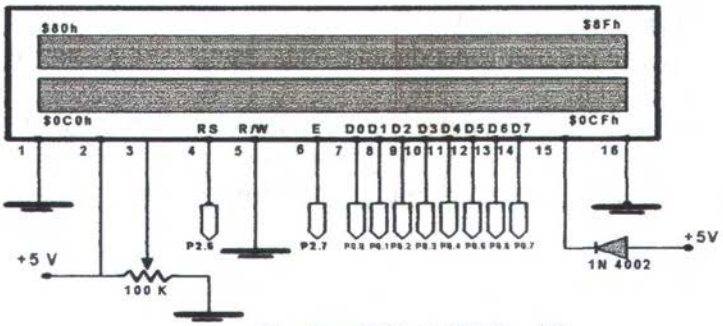
Gambar 3.12. Sistem minimum Mikrokontroler AT89S51 pada rangkaian.

Pada aplikasinya port – port yang digunakan untuk transfer data atau logika bit adalah sebagai berikut :

Tabel 3.1 Perencanaan Port Sistem Mikrokontroler AT89s51.

Port – Port	Fungsi	Keterangan
Port 0	Saluran Data LCD	Data 8 bit
P1	Saluran Data dari ADC1	Data 8 bit
P2	Saluran Data ADC2	Data 8 bit
P2.6	Pin RS LCD	Aktif Low
P2.7	Pin Enable LCD	Aktif Low
P3.4	Pin Tombol Start	Aktif Low
P3.5	Pin Tombol Shutt	Aktif low
P3.6	Pin Tombol Stop	Aktif Low

Pada aplikasi ini, menggunakan LCD 2x16 karakter. Artinya segmennya terdiri dari 2 baris, sedangkan tiap baris terdiri dari 16 karakter. Tiap baris mempunyai alamat memory sendiri. Baris pertama 16 segmen $80H - $8FH. Sedangkan pada baris kedua mempunyai alamat memory $0C0H - $0CFH. Pin – pin konfigurasinya dapat dilihat pada gambar 3.13.



Gambar 3.13. LCD 2 x 16

3.8 Perancangan dan Pembuatan Perangkat Lunak

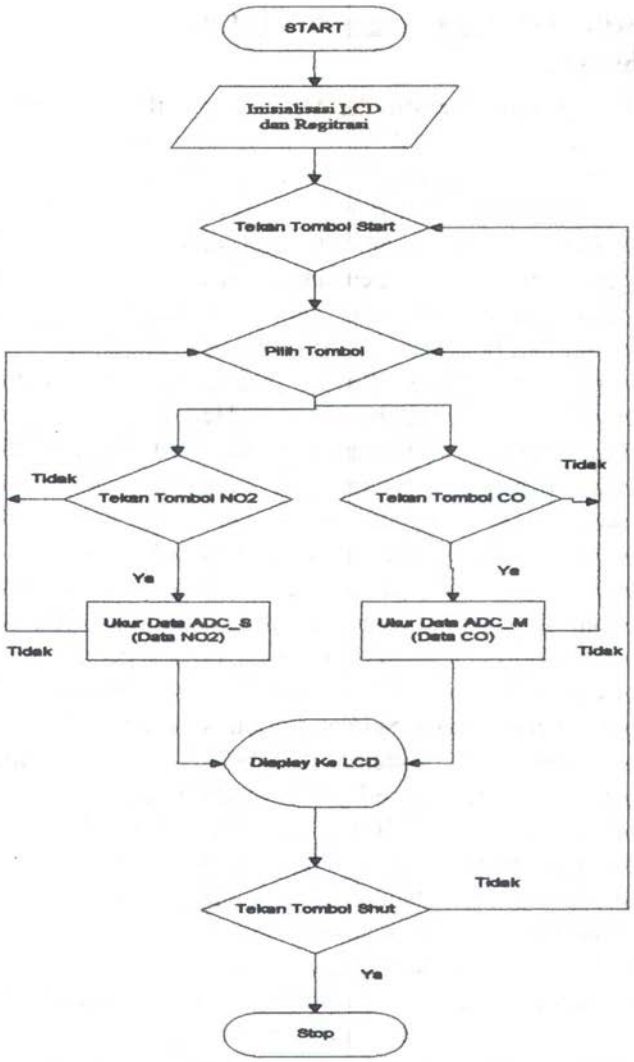
3.8.1 Perencanaan Memori Pada Mikrokontroler AT89S51

Pengoperasian alat ukur kadar karbon monoksida dan nitrogen dioksida pada kendaraan bermotor ini memerlukan suatu sistem perangkat lunak yang mampu mengendalikan seluruh perangkat keras. Pembuatan perangkat lunak ini harus disesuaikan dengan karakteristik sistem dan harus berpedoman pada kontroler yang digunakan yaitu mikrokontroler AT89S51. Konfigurasi perangkat keras juga diperlukan agar dapat bersesuaian dengan komponen pendukung / penyusun yang mempunyai karakteristik sesuai dengan kecepatan proses eksekusi program. Mengingat *kontroler* yang digunakan adalah mikrokontroler AT89S51, maka program yang dibuat harus mengikuti aturan / *syntak* bahasa pemrograman mikrokontroler AT89S51.

Dalam sistem ini memori terbagi menjadi 2 macam yaitu memori data dan memori program. Memori data cukup memanfaatkan RAM internal yang dimiliki oleh mikrokontroler AT89S51 dengan kapasitas 128 byte yang beralamat 0000h sampai 007Fh. Hal ini dikarenakan pada perancangan perangkat lunak ini tidak dibutuhkan memori data yang besar. Sedangkan untuk memori program digunakan PEROM internal yang sudah ada dengan kapasitas

4 Kbyte yang diperkirakan cukup untuk menyimpan keseluruhan program yang dimulai pada alamat 0000h sampai dengan 1FFFh.

Prosedur urutan langkah (algoritma) pembuatan program pada alat ukur kadar karbon monoksida pada kendaraan bermotor ini secara umum dijelaskan sebagai berikut :



gambar 3.14 Diagram Alir sistem pembuatan alat..

3.8.2 Prosedur Pengisian Program Pada Chip Mikrokontroler

3.8.2.1Pengisian Assembly ke Mikrokontroller AT89S51

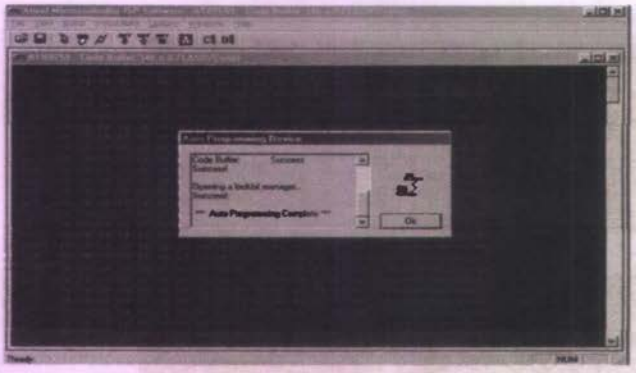
Program Atmel MCS51 merupakan program yang pengisian yang dijalankan secara serial pada *operating system windows* melalui port 1.5, 1.6 dan 1.7. Pertama kita buat listing program *assembly* terlebih dahulu pada NotePad yang kemudian disimpan dengan extension .asm. Kemudian file .asm *dicompile* atau diuji kebenarannya dengan menggunakan program asm51 yang dijalankan pada *operating system* DOS. Proses pengujian selesai dengan menghasilkan file yang berakhiran .Hex dan .LST. Serta jumlah kesalahan dari Program yang kita buat. Jika kesalahan yang ada (Error) sama dengan Nol (Tidak ada kesalahan pada penulisan Listing Program), maka selanjutnya kita lakukan pengisian (Download program) ke IC Mikro AT89S51.

Pada Proses Pengisian kita menggunakan Program Atmel Mikrokontroler ISP Program yang dijalankan pada Operating System Windows. Pertama kali pada proses pengisian kita melakukan cek terhadap IC AT89S51 baik itu komunikasinya ataupun keberadaannya. Setelah komunikasi antara komputer dengan Minimum System AT89S51 terdeteksi, maka selanjutnya kita mengambil program.hex yang akan kita isi kemudian disimpan di Buffer dari Program ISP. Setelah Program.Hex yang akan kita isi sudah ada pada Buffer, kemudian kita lanjutkan dengan melakukan pengisian. Pengisian dilakukan dengan menekan Tombol Auto (Erase, Write dan Verify) maka proses pengisian akan berlangsung, sampai jumlah byte program yang akan diisi komplit. Maka dengan sendirinya program ISP akan menghentikan pengisian. Setelah selesai program pengisian maka, IC AT89S51 yang ada sudah terisi program yang kita inginkan, selanjutnya Ic tersebut bias kita aplikasikan pada rangkaian yang kita buat.

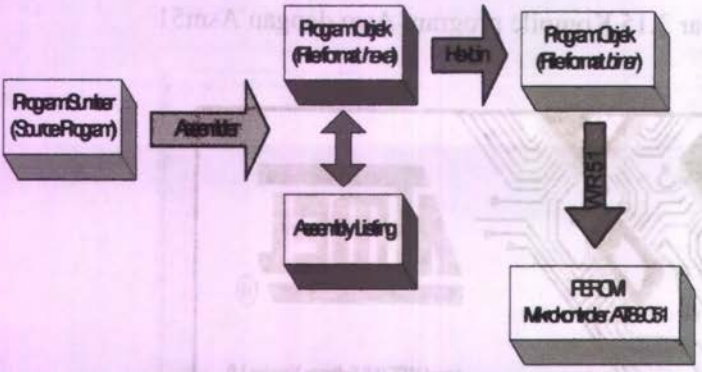
Gambar 3.15 Kompile program Asm dengan Asm51

Gambar 3.16 Program Atmel MCU ISP software

MILIK PERPUSTAKAAN ITS



Gambar 3.17 Program pengisian mikro AT9S51



Gambar 3.18 Blok Diagram prosedur pengisian IC AT89S51

BAB IV
PENGUJIAN DAN ANALISA ALAT

Pengujian alat ukur kadar karbon monoksida dan nitrogen dioksida dilakukan pada seluruh bagian. Bagian–bagian yang diuji meliputi perangkat keras *(hardware)* dan perangkat lunak *(software)*. Untuk keperluan pengujian ini digunakan bermacam-macam alat bantu yang berguna dalam pengukuran, baik itu untuk pengukuran perangkat keras maupun perangkat lunak.

4.1 PRINSIP KERJA ALAT

Pengukuran kadar gas buang kendaraan bermotor pada aplikasi kali ini menggunakan sensor gas buatan FIGARO yaitu **TGS 2201**. Sensor ini memang dibuat khusus untuk mendeteksi gas buang mesin bensin dan diesel. Sensor ini mempunyai dua buah elemen pendeteksi, yaitu element 1 untuk gas buang mesin diesel dan elemen 2 utuk gas buang mesin bensin. Spesifikasi teknis untuk sensor **TGS 2201** adalah kepekaan atau sensitifitas tinggi, kualitas dan keadaan tahan lama, dapat langsung mendeteksi gas dan respom yang cepat. Ketergantungan temperature rendah, bekerja pada tegangan DC 15 Volt maksimal pengaturan sircuit sederhana. Sensor TGS2201 mempunyai range pada kadar 0.1 PPM sampai 10 PPM untuk gas buang diesel dan 10 PPm sampai 1000 PPm untuk gas buang bensin dengan toleransi 1% sehingga di luar daerah tersebut kepekaannya akan berkurang.

Komponen utama dari gas buang mesin diesel adalah gas NOx, oleh karena itu prinsip kerja sensor **TGS 2201** dalam mendeteksi gas buang mesin diesel adalah mengukur kepekatan gas NO2, jika kadar gas NO2 pada udara berubah maka resistansi sensor juga akan berubah. Untuk gas buang mesin bensin pada umumnya mengandung CO, H2 dan Hidrokarbon yang tidak ikut terbakar. Seperti pada elemen 1, prinsip dari elemen 2 sensor adalah mengukur kepekatan gas-gas tersebut. Jika kepekatan gas

gas tersebut berubah maka nilai resistansi sensor juga akan berubah.

Gas karbon monoksida dan nitrogen dioksida yang terkena sensor masuk ke filamen (*thin Film*). Di *Thin Film* terjadi perubahan molekul-molekul gas karbo pada elemen kedua dan molekul gas nitrogen pada elemen pertama, sehingga terjadi perubahan electron-electron yang mengakibatkan adanya perubahan resistansi. Perubahan resistansi tersebut menggambarkan banyaknya molekul gas karbon karena adanya variabel RL pada rangkaian sensor, maka akan terjadi perubahan tegangan (V out). Hal ini dapat dilihat dari rumus:

$$Rs = \frac{Vc - VRL}{VRL} \times RL \quad \text{.....(4.1)}$$

Perubahan tegangan tersebut akan masuk ke ADC untuk di konversikan menjadi data digital. Kemudian data tersebut masuk ke mikro. Di dalam mikro data di olah dan di konversikan dengan program yang telah di buat. Data hasil pengukuran ditampilkan ke LCD.

4.2 PENGUJIAN SISTEM PERANGKAT KERAS

Pengujian pada sistem perangkat keras berorientasi pada catu daya yang digunakan.

4.2.1 Pengujian Sensor TGS2201

Pada pengukuran tegangan keluaran dari sensor TGS2201 ini membutuhkan peralatan sebagai berikut : Sensor TGS2201, power supply dan multimeter. Adapun cara pengujiannya adalah memberi tegangan positif sebesar 5 V pada rangkaian sensor, kemudian mengukur tegangan output sensor dengan menggunakan multimeter dari elemen pertama maupun elemen kedua. Sensor TGS2210 ini memiliki empat kaki dimana kaki pertama sebagai pendeteksi gas buang diesel dimna yang diukur adalah nitrogen dioksida, kaki kedua sebagai Vcc. Kaki ketiga sebagai pendeteksi gas buang bensin dimana yang di ukur kadar carbon monoksida

sedangkan kaki keempat sebagai ground. Setelah mengukur keluaran dari kedua elemen mencatat keluaran tegangan. Berikut dibawah merupakan data hasil pengujian sensor TGS2201.

Tabel 4.1. Data hasil pengujian sensor TGS2201

Data ke	V (Volt) CO			Rata-Rata
	I	II	II	
1	4.5	4.8	4.6	4.63
2	4.4	4.6	4.5	4.5
3	4.2	4.4	4.3	4.3
4	4	4.2	4	4.1
5	3.8	4	3.9	3.9
6	3.6	3.62	3.8	3.67
7	3.4	3.43	3.6	3.48
8	3.2	3.24	3.2	3.2
9	3	3	3	3
10	2.8	2.8	2.8	2.8
11	2.6	2.64	2.5	2.58
12	2.4	2.6	2.45	2.48
13	2.2	2.4	2.4	2.3
14	2	2	2.2	2.07
15	1.8	1.8	2	1.87
Rata-rata (X)	2.99	3.3	3.28	3.26
Ralat Nisbi (I)	8.1%	7.40%	22%	7.20%
Keseksamaan (K)	91.9%	93%	77.40%	92.80%
Uncertainty (U)	0.24	0.23	0.23	0.23

Dari data di atas hasil pengukurannya adalah:
Pengukuran I $= 2.99 \pm 0.24$

Pengukuran II $= 3.3 \pm 0.23$
Pengukuran II $= 3.28 \pm 0.23$
Pengukuran Rata-rata $= 3.26 \pm 0.23$

Berikut dibawah merupakan rumus untuk mencari Ralat Mutlak (Δ), Ralat Nisbi (I) dan Keseksamaan.

Adapun rumus untuk mencari Ralat Mutlak (Δ), Ralat Nisbi (I) dan Keseksamaan adalah sebagai berikut :

- Ralat Mutlak (Δ)

$$\left[\frac{\sum(x-X)^2}{n(n-1)}\right]^{1/2} \quad \text{.....(4.2)}$$

- Ralat Nisbi (I)

$$\frac{\Delta}{X} x100\% \quad \text{..... (4.3)}$$

- Keseksamaan (K)

$$100\% - I \quad \text{..... (4.4)}$$

Dimana :

x = Data yang sebenarnya (s)
X = Data rata-rata (s)
n = Banyaknya data
Δ = Ralat mutlak
I = Ralat nisbi (%)

- **Perhitungan Ketidak-pastian**

Perhitungan ketidak-pastian merupakan evaluasi statistik yang dilakukan berdasarkan metode statistik terhadap hasil data pengamatan yang valid (diambil dengan prosedur yang benar) dan dilakukan secara serial.
Komponen untuk evaluasi ini timbul akibat adanya *random effect.*

Berikut ini rumus yang dipakai dalam perhitungan ketidak-pastian adalah sebagai berikut ini:

$$D = x_i - X \quad \ldots\ldots (4.5)$$

$$STD = \sqrt{\frac{\sum (x_i - X)^2}{(n-1)}} \quad \ldots\ldots (4.6)$$

$$U = \frac{STD}{\sqrt{n}} \quad \ldots\ldots (4.7)$$

Keterangan : n : banyaknya pengambilan data
x_i : Data sebenarnya
X : Data rata- rata
D : Deviasi
STD : Standard deviasi

Tabel 4.2 Data hasil pengujian sensor untuk Gas NO_2

Data Ke	V (Volt) NO_2			Rata-rata
	I	II	III	
1	3	3.2	3.6	3.3
2	2.8	3	3.4	3.1
3	2.6	2.8	3	2.8
4	2.4	2.6	2.8	2.6
5	2.2	2	2.2	2.13
6	2	1.8	2	1.93
7	1.8	1.6	1.8	1.73
8	1.6	1.4	1.6	1.53
9	1.4	1.2	1.4	1.3
10	1.2	1	1.2	1.13
11	1	0.8	1	0.93
12	0.8	0.6	0.85	0.75
13	0.6	0.4	0.62	0.54
14	0.4	0.2	0.42	0.34
15	0.2	0.1	0.2	0.17
Rata-rata (X)	1.6	1.51	1.74	1.6
Ralat Nisbi (I)	14%	17.6%	16%	16.35
Keseksamaan (K)	86%	82%	84%	83.7%
Uncertainty (U)	0.2	0.27	0.28	0.26

Dari data di atas hasil pengukurannya adalah:
Pengukuran I = 1.6 ± 0.2
Pengukuran II = 1.51 ± 0.27
Pengukuran II = 31.74 ± 0.28
Pengukuran Rata-rata = 1.6 ± 0.26

4.2.2 Pengujian ADC

Pada pengujian ADC (Digital Analog to Converter) dilakukan dengan mengukur tegangan yang masuk ke ADC dari sensor dengan mengubah ke bentuk digitalnya. Pengujian ini memerlukan perangkat keras maupun perangkat lunak untuk membandingkan dan mengetahui eror yang di hasilkan. Adapun data hasil pengukuran ADC 0804 dapat dilihat pada tabel 4.3

Tabel 4.3 Data hasil pengukuran ADC 0804 yang pertama.

Data Ke	V (Volt)	Biner Sebenarnya	Biner Pengukuran
1	0.1	5	5
2	0.22	10	11
3	0.44	20	22
4	0.65	32	33
5	0.88	40	45
6	1	50	50
7	1.34	60	68
8	1.54	70	78
9	1.74	80	88
10	2	90	102
11	2.23	100	113
12	2.92	131	148
13	3.25	145	165
14	3.48	155	177
15	3.84	170	195
16	4.51	201	230
17	4.73	210	241
18	3.99	230	203
19	4.34	250	221
20	5.03	255	256
Rata-rata	2.4	115.2	122.55
Ralat nisbi	0.28%	0.05%	0.05%
Keseksamaan	99.70%	99.90%	99.90%
Uncertainty(u)	1.8	1.7	1.75

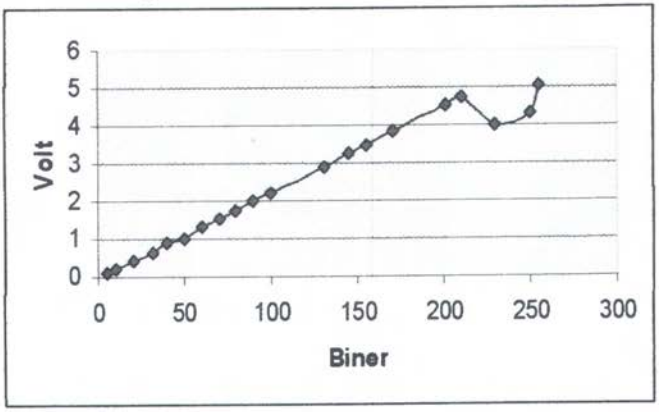
Dari data di atas hasil pengukurannya adalah:

Untuk tengangan $= 5.03 \pm 1.8$

Untuk Biner sebenarnya $= 255 \pm 1.7$

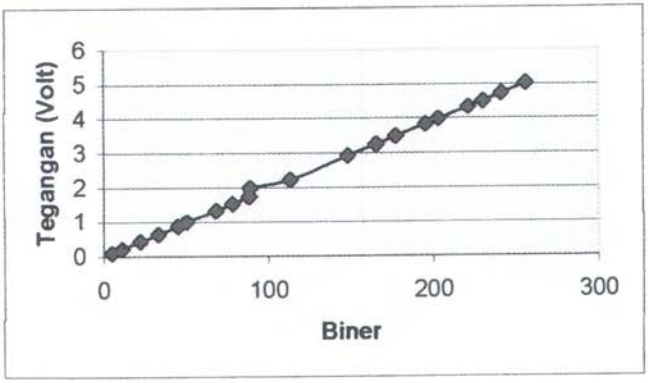
Untuk Biner sebenarnya $= 256 \pm 1.75$

Dalam grafik dilihat linieritas dari ADC 0804



Garfik 4.1 Hubungan antara biner dan input tegangan ke ADC dengan perhitungan

Sedangkan grafik hubungan antara tegangan input yang masuk ke ADC dan biner pengukuran dari alat dapat di lihat grafik di bawah ini.



Garfik 4.2 Hubungan antara biner dan input tegangan ke ADC dengan pengukuran alat.

Pengukuran yang dilakukan untuk ADC kedua dilakukan dengan langkah yang sama pada ADC kedua. Adapun hasil pengukuran dapat dilihat pada tabel 4.3 di bawah ini:

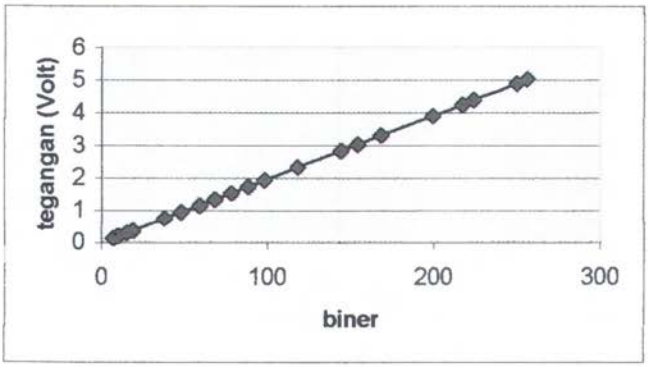
Tabel 4.4 Data Hasil pengukuran ADC 0804 kedua

Data Ke	V (Volt)	Biner perhitungan	biner Pengukuran
1	0.14	7	5
2	0.2	10	10
3	0.3	15	20
4	0.37	19	32
5	0.75	38	40
6	0.94	48	49
7	1.15	59	60
8	1.33	68	70
9	1.53	78	80
10	1.73	88	90
11	1.92	98	100
12	2.33	118	130
13	2.83	144	145
14	3.02	154	155
15	3.3	168	170
16	3.9	199	200
17	4.26	217	220
18	4.4	224	230
19	4.9	250	250
20	5.03	256	255
Rata-rata	2.2	112.9	115.6
Ralat nisbi	0.17%	0.30%	0.30%
Keseksamaan	99.80%	99.70%	99.70%
Uncertainty(u)	0.4	32	32

Dari data tabel 4.4 hasil pengukurannya adalah:

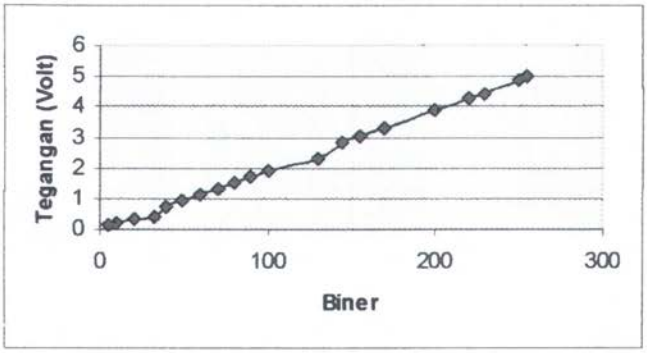
Untuk tengangan $= 5.03 \pm 0.4$
Untuk Biner sebenarnya $= 256 \pm 32$
Untuk Biner sebenarnya $= 255 \pm 32$

Dalam grafik dapat dilihat linieritas dari ADC 0804



Garfik 4.3 Hubungan antara biner dan input tegangan ke ADC dengan perhitungan

Grafik hubungan antara tegangan input yang masuk ke ADC dan biner pengukuran dari alat dapat di lihat grafik di bawah ini.



Garfik 4.4 Hubungan antara biner dan input tegangan ke ADC dengan pengukuran alat.

Sesuai dengan data sheet dari ADC bahwa maksimum kesalahan pengkonversian yang diijinkan adalah ±1 LSB atau ± 19.73523 mV. Maka ADC yang dirancang mempunyai kesalahan konversi yang masih ditolerir. Untuk pengkonversian tegangan ke besaran PPM dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Rs = \frac{Vc - VRL}{VRL} \times RL \quad \text{.....(4.8)}$$

Keterangan: Rs : Resistansi Sensor (kΩ)
VRL : Output sensor (Volt)
RL : Resistansi beban (kΩ)
Vc : input tegangan ke sensor (Volt)

Dari rumus 4.8 di atas dapat di cari perbandingan resistansi sensor dan resistansi udara bersih dengan rumus:

$$\frac{Rs}{Ro} = 2.5 \quad \text{.....(4.9)}$$

$$Ro = \frac{Rs}{2.5} \quad \text{.....(4.10)}$$

$$\frac{Rs}{Ro} = 0.35 \quad \text{.....(4.11)}$$

$$Ro = \frac{Rs}{0.35} \quad \text{.....(4.12)}$$

Keterangan: Rs = Resistensi sensor (kΩ)
Ro = Resistansi sensor udara bersih (kΩ)

Dimana untuk nilai 0,25 PPM untuk elemen pertama yaitu mendateksi kadar gas NO_2 dan 0,35 PPM untuk elemen kedua CO dimana data ini di dapatkan dari data seet sensor.

Tabel 4.5 Data hasil pengukuran NO_2 yang tampak pada display

Data ke	V (Volt)	Rs (Ohm)	Rs/Ro	PPM
1	3	220	2.2	0.55
2	2.8	259	2.59	0.46
3	2.6	305	3.05	0.4
4	2.4	357.5	3.575	0.3
5	2.2	420	4.2	0.24
6	2	495	4.95	0.1
7	1.8	587	5.87	0.72
8	1.6	701	7.01	0.8
9	1.4	849	8.49	2.4
10	1.2	1045	10.45	2.31
11	1	1320	13.2	2.3
12	0.8	1732.5	17.325	2.16
13	0.6	2420	24.2	2.1
14	0.4	3795	37.95	2
15	0.2	7920	79.2	1.76
Rata-rata (X)	1.6	1495	14.95	1.12
Ralat Nisbi (I)	14.43%	35%	35%	20%
Keseksamaan (K)	85.57%	64.97%	64%	80%
Uncertainty (U)	0.2	524	5	0.23

Dari data tabel 4.5 hasil pengukurannya adalah:

Untuk tengangan $= 1.6 \pm 0.2$

Untuk Resistansi Sensor $= 1495 \pm 524$

Untuk Perbandingan resistansi sensor dan resistansi udara bersih $= 14.95 \pm 5$

Untuk PPM $= 1.12 \pm 0.23$

Tabel 4.6 Data hasil Pengukuran PPM untuk CO yang tampak pada display.

Data ke	V (Volt)	Rs(Ohm)	Rs/Ro	PPM
1	4.5	21	0.29	16.39
2	4.4	21.4	0.299	16.39
3	4.2	21.9	0.31	15.9
4	4	22.5	0.32	14.49
5	3.8	23.2	0.325	10.99
6	3.6	23.9	0.335	6.31
7	3.4	24.7	0.346	1.63
Rata-rata (X)	3.98	22.7	0.32	11.7
Ralat Nisbi (I)	3.90%	2.25%	2.30%	2.18%
Keseksamaan (K)	96.10%	97.75%	97.70%	97.82%
Uncertainty (U)	0.15	0.5	0.007	2.2

Dari tabel di atas di dapatkan nilai pengukuran sebagai berikut:

Untuk tengangan $= 3.98 \pm 0.15$

Untuk Resistansi Sensor $= 22.7 \pm 0.5$

Untuk Perbandingan resistansi sensor dan resistansi udara bersih $= 0.32 \pm 0.007$

Untuk PPM $= 11.7 \pm 2.2$

4.3 Pengujian Alat (Kalibrasi)

Untuk pengujian spesifikasi dari alat ukur kadar CN dan NO_2 pada kendaraan bermotor yang dibuat, maka diperlukan kalibrasi dari alat ukur tersebut. Pengkalibrasian alat ukur kadar CO dan NO_2 dilakukan dengan cara membandingkan antara data alat ukur kadar CO dan NO_2 yang sudah ada (Standart) yaitu gas Analyzer CO dan NO_2 dengan alat ukur yang di rancang. Proses pengkalibrasian dilakukan dengan cara membandingkan data

output dari alat ukur dengan data yang ditunjukkan oleh gas analyzer CO dan NO_2 adapum proses kalibrasi meliputi:

- Pengambilan data dari alat ukur dengan data maksimum dan minimum.
- Membandingkan data yang di peroleh dengan data yang sudah standart pengukuran.
- Melakukan pengukuran beberapa kali untuk memperoleh data dari alat ukur yang di rancang.

Pengukuran yang diperoleh dari pengukuran alat. Pengukuran dilakukan dengan kendaraan bermotor berbahan bakar bensin dan diesel baik 2 tak maupun 4 tak.

Untuk data CO dan NO_2 dari penampilan LCD dimana data ini sudah di kalibrasi dan memakai program mikrokontroller dengan bahasa pemrograman asembaly. Data yang di dapat dari elemen pertama yaitu mendeteksi gas NO_2 data pada tabel di bawah ini:

Tabel 4.7 Data hasil pengukuran NO_2 Data turun

No	Standart Ukur (PPM)	Pengambilan data ke - PPM			Vr (PPM)	Error
		I	II	II		
1	2.7	2.5	2.8	2	2.43	0.27
2	1.8	2.1	2.2	1.85	2.05	0.25
3	0.35	0.28	0.2	0.33	0.27	0.08
4	0.34	0.3	0.36	0.34	0.33	0.01
5	0.36	0.36	0.2	0.35	0.29	0.07

Tabel 4.8 Data hasil Pengukuran NO_2 data naik

No	Standart Ukur (PPM)	Pengambilan data ke - PPM			Vr (PPM)	Error
		I	II	II		
1	0.34	0.3	0.36	0.34	0.33	0.01
2	0.35	0.28	0.2	0.33	0.27	0.08
3	0.36	0.36	0.2	0.35	0.29	0.07
4	1.8	2.1	2.2	1.85	2.05	0.25
5	2.7	2.5	2.8	2	2.43	0.27

Tabel 4.9 Data hasil pengukuran kadar CO data naik

No	standart Ukur PPM	Pengambilan data Ke-PPM			Vr (PPM)	Error
		I	II	III		
1	9.17	10	10.52	9.05	9.86	0.69
2	11.8	11.23	11.05	12.53	11.6	0.2
3	11.9	11.12	11.25	10.59	10.98	0.92
4	13	12.53	11.84	13.02	12.46	0.54
5	16.08	16.21	15.56	15.46	15.73	0.35

Tabel 4.10 Data hasil Pengukuran kadar CO data turun

No	Standart Ukur PPM	Pengambilan data Ke- PPM			Vr (PPM)	Error
		I	II	II		
1	16.08	16	16.03	16.1	16.04	0.04
2	13	12.98	12.56	13.15	12.9	0.1
3	11.9	11	11.23	16.1	12.78	0.88
4	11.8	11.4	10.99	11.5	11.29	0.51
5	9.17	9.19	9.14	9.12	9.15	0.02

4.4 Perhitungan Performansi Alat

Setelah diperoleh data pengukuran kemudian dilakukan perhitungan guna mengetahui performansi dari level meter.

4.4.1 Perhitungan Eror

Eror atau atau kesalahan adalah penyimpangan nilai dari suatu pengukuran terhadap harga sebenarnya, dapat dinyatakan dalam *error absolute* atau prosen eror.

$$e = | Yn - Xn | \qquad \text{.....(4.13)}$$

dimana :

e = *error absolute*
Yn = nilai sebenarnya
Xn = nilai hasil pengukuran

Jika ingin menyatakan eror dalam prosen adalah sebagai berikut :

$$prosen\ Error\ \% = \left|\frac{Yn - Xn}{Yn}\right| \times 100\% \ldots\ldots\ldots (4.14)$$

Data-data hasil pengukuran kemudian dihitung untuk mengetahui nilai eror dengan menggunakan persamaan 4.13.

4.4.2 Perhitungan Akurasi

Akurasi didefinisikan sebagai keterdekatan hasil pengukuran suatu alat ukur terhadap suatu nilai standar yang disepakati atau terhadap suatu nilai yang benar. Untuk mendapatkan nilai akurasi relatif digunakan persamaan sebagai berikut :

$$A = 1 - \left|\frac{Yn - Xn}{Yn}\right| \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (4.15)$$

dimana :

Xn = nilai hasil pengukuran
Yn = nilai sebenarnya
A = akurasi relatif

Akurasi dapat pula dinyatakan dalam prosen akurasi sebagai berikut :

Prosen akurasi = 100 % - prosentase eror ... (4.16)
Atau $A \times 100\%$ ..... (4.17)

Nilai akurasi pada pengujian alat ini dinyatakan dalam persen dengan menggunakan persamaan 4.16

4.4.3 Perhitungan Presisi

Presisi adalah keterdekatan hasil pengukuran yang dilakukan berulang-ulang terhadap rata-rata pengukuran. Persamaan nilai presisi (ketelitian).

$$Prosen\ presisi = 1 - \left| \frac{Xn - \bar{Xn}}{\bar{Xn}} \right| \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (4.18)$$

Dimana Xn = nilai dari pengukuran ke-n

$\overline{Xn}$ = nilai rata-rata pengukuran

Sebelum dilakukan perhitungan eror, akurasi dan presisi terlebih dahulu dihitung nilai rata-rata dari masing-masing data pada masing-masing ketinggian. Hasil perhitungan prosentase eror dan akurasi untuk masing-masing data pada tangki pertama dan kedua adalah seperti pada tabel 4.10 sampai dengan tabel 4.10.

Tabel 4.11 Hasil pengukuran akurasi dan presisi
Pengambilan data pertama untuk NO_2 data turun

No	Standart Ukur (PPM)	Vr (PPM)	Error	Akurasi (%)	Presisi (%)
1	2.7	2.47	0.27	99.9	0.27
2	1.8	2.05	0.25	99.86	0.11
3	0.35	2.43	0.08	94.06	0.23
4	0.34	0.33	0.01	99.9	0.3
5	0.2	0.27	0.07	99.65	0.25
rata-rata	1.11	1.088	0.136	98.674	0.232

Dari tabel 4.11 di atas di dapatkan rata-rata dari perhitungan untuk kadar karbon monoksida (NO_2) sebagai berikut:

Akurasi = 98.674 %

Presisi = 0.232

Tabel 4.12 Hasil pengukuran akurasi dan presisi
Pengambilan data pertama untuk NO_2 data turun

No	Standart Ukur (PPM)	Vr (PPM)	Error	Akurasi (%)	Presisi
1	0.34	0.33	0.01	97	0.31
2	0.35	0.27	0.08	77.15	0.25
3	0.36	0.29	0.07	80.6	0.271
4	1.8	2.05	0.25	86	0.1
5	2.7	2.43	0.27	90	0.26
Rata-rata	1.11	1.074	0.136	86.15	0.24

Dari di atas di dapatkan rata-rata dari perhitungan untuk kadar karbon monoksida (NO_2) data turun sebagai berikut:
Akurasi = 86.15 %
Presisi = 0.24

Sedangkan untuk kadar CO di peroleh akurasi dan presisi dapat di lihat pada tabel berikut ini:

Tabel 4.13 Hasil Pengukuran akurasi dan presisi untuk kadar CO data turun

No	Standart Ukur PPM	Vr (PPM)	Error	Akurasi (%)	Presisi
1	16.08	16.04	0.04	99.75	0.61
2	13	12.9	0.1	99.2	0.88
3	11.9	12.78	0.88	92.6	0.89
4	11.8	11.29	0.51	96.68	0.98
5	9.17	4.73	0.02	51.58	0.4
Rata-rata	12.39	11.548	0.31	87.962	0.752

Dari tabel 4.13 di atas di dapatkan rata-rata dari perhitungan untuk kadar karbon monoksida CO data turun sebagai berikut:

Akurasi = 87.96 %
Presisi = 0.752

Tabel 4.14 Hasil pengukuran akurasi dan presisi untuk kadar CO data naik.

No	Standart Ukur PPM	Vr (PPM)	Error	akurasi	Presisi
1	9.17	9.86	0.69	92.5	0.8
2	11.8	11.6	0.2	98.3	0.96
3	11.9	10.98	0.92	92.3	0.91
4	13	12.46	0.54	95.8	0.97
5	16.08	15.73	0.35	97.8	0.703
Rata-rata	12.39	12.126	0.54	95.34	0.8686

Dari tabel di atas di dapatkan nilai akurasi dan presisi rata-rata pengukuran CO data naik sebagai berikut:

Akurasi = 95.34 %
Presisi = 0.8686

BAB V
PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Setelah alat ukur kadar CO dan NO_2 pada kendaraan bermotor dirancang, maka perlu adanya pengkalibrasian. Hal ini bertujuan untuk mengetahui spesifiasi dari alat ukur tersebut. Dari hasil perancangan serta pengujian terhadap peralatan, maka dapat diambil kesimpulan antara lain :

1. Alat ukur dapat bekerja dengan baik dengan karakteristik sebagai berikut:
   untuk kadar CO di dapatkan:
   - Akurasi rata – rata data naik : 95.34 %
   - Akurasi rata-rata data turun : 87.962%
   - Presisi rata –rata data naik : 0.8686
   - Presisi rata-rata data turun : 0.752
   - Range pengukuran : 10 ppm – 1000 ppm

   untuk kadar NO_2 di dapatkan:
   - Akurasi rata – rata data naik : 86.15 %
   - Akurasi rata-rata data turun : 98.674%
   - Presisi rata –rata data naik : 0.24
   - Presisi rata-rata data turun : 0.232
   - Range pengukuran : 0.1 ppm – 10 ppm
2. Besar kecilnya kadar CO dan NO_2 dipengaruhi oleh baik tidaknya sebuah mesin untuk pembakaran sempurna.

5.2 Saran

Alat ukur kadar CO dan NO_2 pada kendaraan bermotor dapat dikembangkan untuk pengukuran dengan pengulangan dalam pengambilan data lebih banyak dan diharapkan dapat mengendalikan kadar CO dan NO_2 yang dihasilkan oleh kendaraan bermotor.

MILIK PERPUSTAKAAN ITS

DAFTAR PUSTAKA

Putra, Agfianto Eko. 2003. **Belajar Mikrokontroler AT89C51/52/53 Teori dan Aplikasi**. Yogyakarta. Gaya media.

Soedomo, Moestikohadi. 2002. **Pencemaran Udara**. Bandung. ITB

Arief Wibowo, Hadrian. 2001. **Pembuatan alat ukur Kadar CO Dengan Tampilan Digital**. Surabaya. ITS

Malvino, Albert Paul. 1995. **Prinsip-prinsip Electronika edisi kedua**. Jakarta. Erlangga.

Atmel corporation, 2000.http://www.atmel.com.

Parameter Pencemaran Udara, http://www.google.com.

Figaro produc information TGS2201 sensor http://www.google.com,

PETUNJUK OPERASIONAL DAN PEMELIHARAAN ALAT

A. Petunjuk Operasional

Dalam mengoperasikan system alat ukur kadar karbon monoksida pada kendaraan bermotor, diperlukan langkah-langkah sebagai berikut :

1. Nyalakan power supply, sampai keluar tulisan pada LCD.
2. Kemudian tekan tombol CO atau NO_2 untuk melakukan pengukuran.
3. Tekan tombol Shutt untuk melalukan shutt down.
4. Jika akan mengukur lagi, tekan tombol CO atau NO_2. Setelah pengukuran selesai alat ukur dapat dimatikan dengan mematikan power supply.

B. Pemeliharaan System

Dalam perawatan sangatlah diperlukan guna menjaga kondisi dari peralatan, pertama baterai sebagai power supply harus dicek terlebih dahulu tiap kali penggunaan. Yang perlu diperhatikan adalah mengecek konektor – konektor apabila ada kerusakan. Mikro sebaiknya dicek untuk mengetahui ada tidaknya kerusakan. Selain itu cek tombol dan LCD (brightness) dengan mengubah–ubah potensionya sehingga tahu kelayakan pemakaian LCDnya.

```
$mod51

;Konfigurasi Adc
ADC_M           equ     60h
Rd_M            bit     P3.0
Wr_M            bit     P3.1

ADC_S           equ     61h
Rd_S            bit     P3.2
Wr_S            bit     P3.3

H_P     equ     62h
H_S     equ     63h
H_KP    equ     64h
H_KS    equ     65h

K_L     equ     66h
B_G     equ     67h
K_R     equ     68h

C_R     equ     69h
C_P     equ     6Ah
C_S     equ     6Bh

T_Start         bit     P3.5    ;tombol start
T_Stop          bit     P3.4    ;tombol stop
T_Shut          bit     P3.6    ;tombol simpan

        ORG 0H
start:
        mov     r1,#38h
        call    write_ins
        mov     r1,#01h
        call    write_ins
        mov     r1,#03h
```

```
                call    write_ins
                mov     r1,#08h
                call    write_ins
                mov     r1,#1ch
                call    write_ins
                mov     r1,#0ch
                call    write_ins
                Call    lcd_init
                nop
                jmp     show_program

lcd_init:       mov     r1,#03fh
                call    write_ins
                call    write_ins
                mov     r1,#0dh
                call    write_ins
                mov     r1,#06h
                call    write_ins
                mov     r1,#01h
                call    write_ins
                mov     r1,#0c0h
                call    write_ins
                ret

WRITE_INS:      MOV   P0,R1
                CLR   P2.0
                CALL  DELCD
                SETB  P2.1
                CLR   P2.1
                CALL  DELCD
                RET
WRITE_DATA:     MOV   P0,R1
                SETB  P2.0
                CALL  DELCD
                SETB  P2.1
```

```
                CLR   P2.1
                CALL  DELCD
                RET

DELCD:          MOV   20H,#0FH
DELCD1:         MOV   19H,#0FH
                DJNZ  19H,$
                DJNZ  20H,DELCD1
                RET
DELCDX:         MOV   20H,#0F4H
DELCDY:         MOV   19H,#0FFH
                DJNZ  19H,$
                DJNZ  20H,DELCDY
                RET

BARISX:         MOV   R4,#16
                MOV   R1,#80H
                CALL  WRITE_INS
TULISX:         CLR   A
                MOVC          A,@A+DPTR
                MOV   R1,A
                INC   DPTR
                CALL  WRITE_DATA
                CALL  DELCDX
                DJNZ  R4,TULISX
BARISY:         MOV   R4,#16
                MOV   R1,#0C0H
                CALL  WRITE_INS
TULISY:         CLR   A
                MOVC          A,@A+DPTR
                MOV   R1,A
                INC   DPTR
                CALL  WRITE_DATA
                CALL  DELCDX
                DJNZ  R4,TULISY
```

```
                CALL  DELCD
                DJNZ  R3,BARISX
                RET

Show_Program:
                Mov   Dptr,#Show_ne
                Mov   R3,#3
                Call  barisx

cek_ukur:
                jnb   T_start,M_start
                jnb   T_stop,M_stop
                jnb   T_shut,M_shut
                jmp   cek_ukur

M_start:        jnb   T_start,$
                mov   dptr,#data_co
                mov   R3,#1
                CALL  barisx

Loop_Show:
                call  cek_co
                jnb   T_stop,M_stop
                nop
                jmp   cek_ukur
M_Stop:
                jnb   T_stop,$
                mov   dptr,#data_No2
                mov   R3,#1
                CALL  barisx

Loop1_Show:
                call  cek_No2
                jnb   T_shut,M_shut
                nop
```

```
                jmp     cek_ukur
M_shut:
                jnb     T_Shut,$
                Mov     dptr,#Shut_ne
                mov     R3,#1
                Call    barisx
                jmp     cek_ukur

delay10ms:
                mov     R5,#05h
d10msb:
                mov     R6,#10h
                djnz    R6,$
                djnz    R5,d10msb
                ret

Cek_CO:         Call    baca_Adc_M
                Call    Konversi_M
                Call    Tampil_Kadar
                jnb     T_Stop,M_stop
                jmp     Cek_CO
delay10ms1:
                mov     R5,#05h
d10msb1:
                mov     R6,#10h
                djnz    R6,$
                djnz    R5,d10msb1
                ret

Cek_NO2:        Call    baca_Adc_S
                Call    Konversi_S
                Call    Tampil_Kadar
                jnb     T_Shut,M_Shut
                jmp     Cek_NO2
```

```
Baca_ADC_M:
            mov   P2,#0ffh
            clr   Wr_M
            nop
            setb  Wr_M
            nop
            nop
            clr   Rd_M
            Mov   ADC_M,P2
            setb  Rd_M
            ret

Baca_ADC_S:
            mov   P1,#0ffh
            clr   Wr_S
            nop
            setb  Wr_S
            nop
            nop
            clr   Rd_S
            Mov   ADC_S,P1
            setb  Rd_S
            ret
Konversi_S:
;Perkalian
            Mov   H_P,#0
            Mov   H_S,#0
            Mov   H_KP,#0
            Mov   H_KS,#0
;
            Mov   K_L,ADC_S

            mov   R6,#9
Loop_Kali_1:
            Mov   R7,K_L
```

```
Loop_Kali_2:
                inc     H_KS
                Mov     a,H_KS
                cjne    a,#10,Not_10_K
                mov     H_KS,#0
                inc     H_KP
                mov     a,H_KP
                cjne    a,#10,not_10_K
                mov     H_KP,#0
                inc     H_S
                mov     a,H_S
                cjne    a,#10,not_10_K
                mov     H_S,#0
                inc     H_P
                mov     a,H_P
                cjne    a,#10,not_10_K
                mov     H_P,#0
Not_10_K:       nop
                djnz    R7,Loop_Kali_2
                nop
                djnz    R6,Loop_Kali_1

;Pengurangan [ 149 - [9 x ADC_S] ]

                Mov     K_R,#149

Loop_Kr:        mov     a,H_KP
                jz      Nol_H_KP
                dec     K_R
                Dec     H_KP
                jmp     Loop_Kr
Nol_H_KP:
                mov     a,H_S
                jz      Nol_H_S
                dec     K_R
```

```
                Dec     H_S
                mov     H_KP,#9
                jmp     Loop_Kr

Nol_H_S:        mov     a,H_P
                jz      Nol_H_P
                dec     K_R
                dec     H_P
                mov     H_S,#9
                mov     H_KP,#9
                jmp     Loop_Kr

Nol_H_P:        nop

;Bagi_Seratus [ 149 - [9 x ADC_S] ]/100

                clr     c
                Mov     a,K_R
                mov     b,#100
                div     ab
                mov     H_S,a
                mov     a,b
                mov     b,#10
                div     ab
                mov     H_KP,a
                mov     H_Ks,b
                ret

Konversi_M:
;Perkalian [9 x ADC_M]
                Mov     H_P,#0
                Mov     H_S,#0
                Mov     H_KP,#0
                Mov     H_KS,#0
;
```

```
                Mov     K_L,ADC_M

                mov     R6,#9
Loop_Kali_1_p:
                Mov     R7,K_L
Loop_Kali_2_p:
                inc     H_KS
                Mov     a,H_KS
                cjne    a,#10,Not_10_K_p
                mov     H_KS,#0
                inc     H_KP
                mov     a,H_KP
                cjne    a,#10,not_10_K_p
                mov     H_KP,#0
                inc     H_S
                mov     a,H_S
                cjne    a,#10,not_10_K_p
                mov     H_S,#0
                inc     H_P
                mov     a,H_P
                cjne    a,#10,not_10_K_p
                mov     H_P,#0
Not_10_K_p:     nop
                djnz    R7,Loop_Kali_2_p
                nop
                djnz    R6,Loop_Kali_1_p

;Pengurangan [9 x ADC_M] - 656

                Mov     C_R,#6
                Mov     C_P,#5
                Mov     C_S,#6

Loop_Kr_C:      mov     a,C_S
                jz      Nol_C_S
```

```
                dec     C_S
                Call    Kurangi_Kr
                jmp     Loop_Kr_C

Nol_C_S:        mov     a,C_P
                jz      Nol_C_P
                dec     C_P
                mov     C_S,#9
                Call    Kurangi_Kr
                jmp     Loop_Kr_C

Nol_C_P:        mov     a,C_R
                jz      Nol_C_R
                dec     C_R
                mov     C_P,#9
                mov     C_S,#9
                Call    Kurangi_Kr
                jmp     Loop_Kr_C

Nol_C_R:        nop
                ret
Kurangi_Kr:
Loop_Kr_1:
                mov     a,H_KS
                jz      Nol_H_KS_1
                Dec     H_KS
                ret

Nol_H_KS_1:     mov     a,H_KP
                jz      Nol_H_KP_1
                Dec     H_KP
                mov     H_KS,#9
                ret

Nol_H_KP_1:
```

```
                mov     a,H_S
                jz      Nol_H_S_1
                Dec     H_S
                mov     H_KP,#9
                mov     H_KS,#9
                ret

Nol_H_S_1:      mov     a,H_P
                jz      Nol_H_P_1
                dec     H_P
                mov     H_S,#9
                mov     H_KP,#9
                mov     H_KS,#9
                ret

Nol_H_P_1:      nop

Tampil_Kadar:
                mov     Dptr,#Karakter
                Mov     R1,#0c4h
                Call    Write_ins
                Mov     a,H_P
                Movc    a,@a+Dptr
                Mov     R1,a
                Call    Write_Data

                Mov     R1,#0c5h
                Call    Write_ins
                Mov     a,H_S
                Movc    a,@a+Dptr
                Mov     R1,a
                Call    Write_Data

                Mov     R1,#0c7h
                Call    Write_ins
```

```
        Mov     a,H_KP
        Movc    a,@a+Dptr
        Mov     R1,a
        Call    Write_Data

        Mov     R1,#0c8h
        Call    Write_ins
        Mov     a,H_KS
        Movc    a,@a+Dptr
        Mov     R1,a
        Call    Write_Data
        ret

Karakter:
        DB      00110000b       ;0
        DB      00110001b       ;1
        DB      00110010b       ;2
        DB      00110011b       ;3
        DB      00110100b       ;4
        DB      00110101b       ;5
        DB      00110110b       ;6
        DB      00110111b       ;7
        DB      00111000b       ;8
        DB      00111001b       ;9
        DB      01000001b       ;A(10)
        DB      01000010b       ;B(11)
        Db      01000011b       ;C(12)
        Db      01000100b       ;D(13)
        Db      01000101b       ;*(14)
        Db      00100000b       ;#(15)

Show_Ne:
        DB      'Alat Ukur kadar '      ;1
        DB      '  CO dan NO2 '
        DB      '   Berbasis  '  ;2
```

```
        DB      'Mikrokontroller '
        DB      ' Nurul Markomah '      ;3
        DB      'NRP 2403 030 044'

Data_co:
        DB      'Kadar CO Terukur'      ;1
        DB      ' [  ,  ] PPM'


data_No2:
        DB      'KadarNO2 Terukur'      ;1
        DB      ' [  ,  ] PPM'


Shut_Ne:
        DB      'Shut Down .....!'      ;1
        DB      'This Program ...'

end
```

Features

- Compatible with MCS®-51 Products
- 4K Bytes of In-System Programmable (ISP) Flash Memory
  - Endurance: 1000 Write/Erase Cycles
- 4.0V to 5.5V Operating Range
- Fully Static Operation: 0 Hz to 33 MHz
- Three-level Program Memory Lock
- 128 x 8-bit Internal RAM
- 32 Programmable I/O Lines
- Two 16-bit Timer/Counters
- Six Interrupt Sources
- Full Duplex UART Serial Channel
- Low-power Idle and Power-down Modes
- Interrupt Recovery from Power-down Mode
- Watchdog Timer
- Dual Data Pointer
- Power-off Flag
- Fast Programming Time
- Flexible ISP Programming (Byte and Page Mode)
- Green (Pb/Halide-free) Packaging Option

1. Description

The AT89S51 is a low-power, high-performance CMOS 8-bit microcontroller with 4K bytes of In-System Programmable Flash memory. The device is manufactured using Atmel's high-density nonvolatile memory technology and is compatible with the industry-standard 80C51 instruction set and pinout. The on-chip Flash allows the program memory to be reprogrammed in-system or by a conventional nonvolatile memory programmer. By combining a versatile 8-bit CPU with In-System Programmable Flash on a monolithic chip, the Atmel AT89S51 is a powerful microcontroller which provides a highly-flexible and cost-effective solution to many embedded control applications.

The AT89S51 provides the following standard features: 4K bytes of Flash, 128 bytes of RAM, 32 I/O lines, Watchdog timer, two data pointers, two 16-bit timer/counters, a five-vector two-level interrupt architecture, a full duplex serial port, on-chip oscillator, and clock circuitry. In addition, the AT89S51 is designed with static logic for operation down to zero frequency and supports two software selectable power saving modes. The Idle Mode stops the CPU while allowing the RAM, timer/counters, serial port, and interrupt system to continue functioning. The Power-down mode saves the RAM contents but freezes the oscillator, disabling all other chip functions until the next external interrupt or hardware reset.

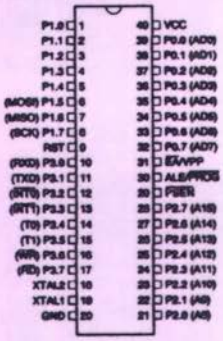
8-bit Microcontroller with 4K Bytes In-System Programmable Flash

AT89S51

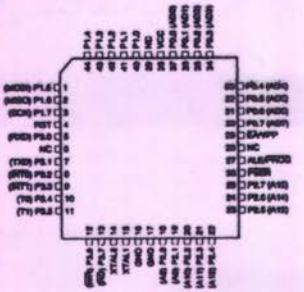
2487C–MICRO–03/06

2. Pin Configurations

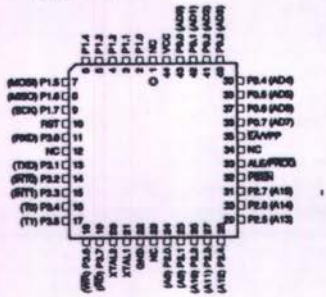
2.1 40-lead PDIP



2.2 44-lead TQFP

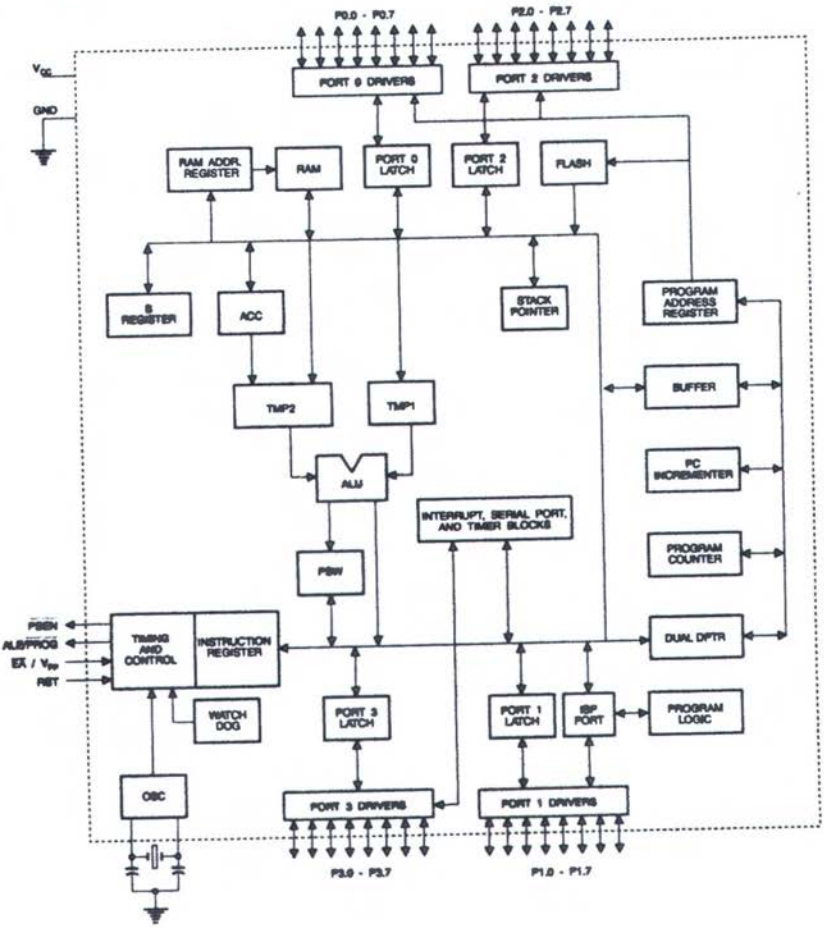


2.3 44-lead PLCC



2.4 42-lead PDIP

Block Diagram



4. Pin Description

4.1 VCC

Supply voltage (all packages except 42-PDIP).

4.2 GND

Ground (all packages except 42-PDIP; for 42-PDIP GND connects only the logic core and th embedded program memory).

4.3 VDD

Supply voltage for the 42-PDIP which connects only the logic core and the embedded progra memory.

4.4 PWRVDD

Supply voltage for the 42-PDIP which connects only the I/O Pad Drivers. The application boa **MUST** connect both VDD and PWRVDD to the board supply voltage.

4.5 PWRGND

Ground for the 42-PDIP which connects only the I/O Pad Drivers. PWRGND and GND a weakly connected through the common silicon substrate, but not through any metal link. Th application board **MUST** connect both GND and PWRGND to the board ground.

4.6 Port 0

Port 0 is an 8-bit open drain bi-directional I/O port. As an output port, each pin can sink eight T inputs. When 1s are written to port 0 pins, the pins can be used as high-impedance inputs.

Port 0 can also be configured to be the multiplexed low-order address/data bus during access to external program and data memory. In this mode, P0 has internal pull-ups.

Port 0 also receives the code bytes during Flash programming and outputs the code bytes d ing program verification. External pull-ups are required during program verification.

4.7 Port 1

Port 1 is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pull-ups. The Port 1 output buffers c sink/source four TTL inputs. When 1s are written to Port 1 pins, they are pulled high by the int nal pull-ups and can be used as inputs. As inputs, Port 1 pins that are externally being pulled l will source current (I_{IL}) because of the internal pull-ups.

Port 1 also receives the low-order address bytes during Flash programming and verification.

Port Pin	Alternate Functions
P1.5	MOSI (used for In-System Programming)
P1.6	MISO (used for In-System Programming)
P1.7	SCK (used for In-System Programming)

8 Port 2

Port 2 is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pull-ups. The Port 2 output buffers can sink/source four TTL inputs. When 1s are written to Port 2 pins, they are pulled high by the internal pull-ups and can be used as inputs. As inputs, Port 2 pins that are externally being pulled low will source current (I_{IL}) because of the internal pull-ups.

Port 2 emits the high-order address byte during fetches from external program memory and during accesses to external data memory that use 16-bit addresses (MOVX @ DPTR). In this application, Port 2 uses strong internal pull-ups when emitting 1s. During accesses to external data memory that use 8-bit addresses (MOVX @ RI), Port 2 emits the contents of the P2 Special Function Register.

Port 2 also receives the high-order address bits and some control signals during Flash programming and verification.

9 Port 3

Port 3 is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pull-ups. The Port 3 output buffers can sink/source four TTL inputs. When 1s are written to Port 3 pins, they are pulled high by the internal pull-ups and can be used as inputs. As inputs, Port 3 pins that are externally being pulled low will source current (I_{IL}) because of the pull-ups.

Port 3 receives some control signals for Flash programming and verification.

Port 3 also serves the functions of various special features of the AT89S51, as shown in the following table.

Port Pin	Alternate Functions
P3.0	RXD (serial input port)
P3.1	TXD (serial output port)
P3.2	$\overline{INT0}$ (external interrupt 0)
P3.3	$\overline{INT1}$ (external interrupt 1)
P3.4	T0 (timer 0 external input)
P3.5	T1 (timer 1 external input)
P3.6	$\overline{WR}$ (external data memory write strobe)
P3.7	$\overline{RD}$ (external data memory read strobe)

10 RST

Reset input. A high on this pin for two machine cycles while the oscillator is running resets the device. This pin drives High for 98 oscillator periods after the Watchdog times out. The DISRTO bit in SFR AUXR (address 8EH) can be used to disable this feature. In the default state of bit DISRTO, the RESET HIGH out feature is enabled.

11 ALE/$\overline{PROG}$

Address Latch Enable (ALE) is an output pulse for latching the low byte of the address during accesses to external memory. This pin is also the program pulse input ($\overline{PROG}$) during Flash programming.

In normal operation, ALE is emitted at a constant rate of 1/6 the oscillator frequency and may used for external timing or clocking purposes. Note, however, that one ALE pulse is skipped d ing each access to external data memory.

If desired, ALE operation can be disabled by setting bit 0 of SFR location 8EH. With the bit s ALE is active only during a MOVX or MOVC instruction. Otherwise, the pin is weakly pulled hi Setting the ALE-disable bit has no effect if the microcontroller is in external execution mode.

4.12 $\overline{\text{PSEN}}$

Program Store Enable ($\overline{\text{PSEN}}$) is the read strobe to external program memory.

When the AT89S51 is executing code from external program memory, $\overline{\text{PSEN}}$ is activated tw each machine cycle, except that two $\overline{\text{PSEN}}$ activations are skipped during each access to ex nal data memory.

4.13 $\overline{\text{EA}}$/VPP

External Access Enable. $\overline{\text{EA}}$ must be strapped to GND in order to enable the device to fe code from external program memory locations starting at 0000H up to FFFFH. Note, howev that if lock bit 1 is programmed, $\overline{\text{EA}}$ will be internally latched on reset.

$\overline{\text{EA}}$ should be strapped to V_{CC} for internal program executions.

This pin also receives the 12-volt programming enable voltage (V_{PP}) during Flash programmi

4.14 XTAL1

Input to the inverting oscillator amplifier and input to the internal clock operating circuit.

4.15 XTAL2

Output from the inverting oscillator amplifier

5. Special Function Registers

A map of the on-chip memory area called the Special Function Register (SFR) space is show Table 5-1.

Note that not all of the addresses are occupied, and unoccupied addresses may not be im mented on the chip. Read accesses to these addresses will in general return random data, write accesses will have an indeterminate effect.

FIGARO

PRODUCT INFORMATION

TGS 2201 - for detection of Gasoline and Diesel Exhaust Gas

Features:

* Dual sensor element
* High sensitivity to exhaust gases emitted by both gasoline and diesel-fueled engines
* Long life and low cost
* Uses simple electrical circuit

Applications:

* Automobile ventilation control

The sensing element is comprised of a metal oxide semiconductor layer formed on an alumina substrate of a sensing chip together with an integrated heater. In the presence of a detectable gas, the sensor's conductivity changes depending on the gas concentration in the air. A simple electrical circuit can convert the change in conductivity to an output signal which corresponds to the gas concentration.

The TGS 2201 contains two independent sensing elements on one substrate and produces separate output signals for responding to diesel and gasoline exhaust gases. This feature makes TGS2201 is an ideal sensor for application in automatic damper control systems for automobile ventilation.

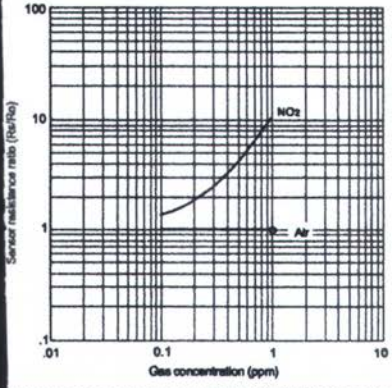
Element 1 - Diesel exhaust gas

A major component of diesel exhaust gas is NOx. The figure below represents typical sensitivity characteristics for Element 1, all data having been gathered at standard test conditions (see reverse side of this sheet). The Y-axis is indicated as *sensor resistance ratio* (Rs/Ro) which is defined as follows:

Rs = Sensor resistance in displayed gases at various concentrations

Ro = Sensor resistance in clean air

Sensitivity Characteristics:



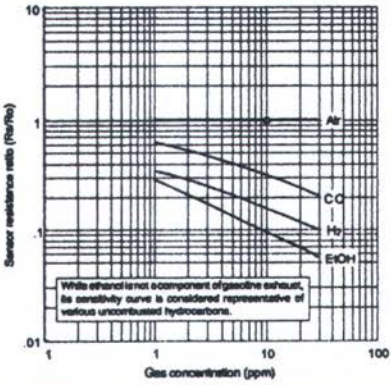
Element 2 - Gasoline exhaust gas

Gasoline exhaust gas typically contains CO, H_2, and uncombusted hydrocarbons. The figure below represents typical sensitivity characteristics for Element 2, all data having been gathered at standard test conditions (see reverse side of this sheet). The Y-axis is indicated as *sensor resistance ratio* (Rs/Ro) which is defined as follows:

Rs = Sensor resistance in displayed gases at various concentrations

Ro = Sensor resistance in clean air

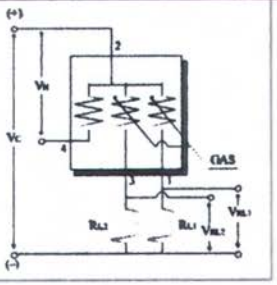
Sensitivity Characteristics:



IMPORTANT NOTE: OPERATING CONDITIONS IN WHICH FIGARO SENSORS ARE USED WILL VARY WITH EACH CUSTOMER'S SPECIFIC APPLICATIONS. FIGARO STRONGLY RECOMMENDS CONSULTING OUR TECHNICAL STAFF BEFORE DEPLOYING FIGARO SENSORS IN YOUR APPLICATION AND, IN PARTICULAR, WHEN CUSTOMER'S TARGET GASES ARE NOT LISTED HEREIN. FIGARO CANNOT ASSUME ANY RESPONSIBILITY FOR ANY USE OF ITS SENSORS IN A PRODUCT OR APPLICATION FOR WHICH SENSOR HAS NOT BEEN SPECIFICALLY TESTED BY FIGARO.

Basic Measuring Circuit:

The sensor requires two voltage inputs: heater voltage (V_H) and circuit voltage (V_C). The heater voltage (V_H) is applied to the integrated heater in order to maintain the sensing element at a specific temperature which is optimal for sensing. V_C is applied to measure output voltages V_{RL1} and V_{RL2} across R_{L1} and R_{L2} respectively. Each of these load resistors are connected in series to their corresponding sensing elements. A common power supply circuit can be used for both V_C and V_H to fulfill the sensor's electrical requirements. The value of the load resistor (R_L) should be chosen to optimize the alarm threshold value, keeping power dissipation (P_S) of the semiconductor below a limit of 15mW. Power dissipation (P_S) will be highest when the value of R_S is equal to R_L on exposure to gas.



Specifications:

Model number			TGS 2201	
Sensing element type			S2	
Standard package			Plastic (P3)	
Target gases			Diesel exhaust (NO, NO2)	Gasoline exhaust (CO,H2,HC)
Typical detection range			0.1 ~ 10 ppm	10~1,000ppm
Standard circuit conditions	Heater voltage	V_H	7.0±0.35V DC	
	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	65 ± 6Ω at room temp.	
	Heater current	I_H	72mA	
	Heater power consumption	P_H	505mW V_H = 7.0V DC	
	Sensor resistance	R_S	250kΩ in air**	25kΩ in air**
	Sensitivity (change ratio of Rs)		Rs(0.3ppm of NO2)/Rs(air)=0.5**	Rs(10ppm of H2)/Rs(air)=0.35**
Standard test conditions	Test gas conditions		Air at 20±2°C, 65±5%RH	
	Circuit conditions		R_L = 200kΩ±1%	R_L = 10.0kΩ±1%
			V_C = 7.0±0.2V DC, V_H = 7.0±0.2V DC	
	Conditioning period before test		7 days	

** Typical values for reference only - final specifications to be determined.

The value of power dissipation (P_S) can be calculated by utilizing the following formula:

$$P_S = \frac{(V_C - V_{RL})^2}{R_S}$$

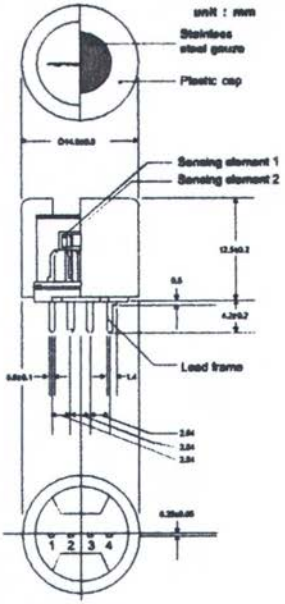
Sensor resistance (R_S) is calculated with a measured value of V_{RL} by using the following formula:

$$R_S = \frac{V_C - V_{RL}}{V_{RL}} \times R_L$$

For information on warranty, please refer to Standard Terms and Conditions of Sale of Figaro USA Inc.

REV: 9/99

Structure and Dimensions:



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

FIGARO USA, INC.
3703 West Lake Ave. Suite 203
Glenview, Illinois 60025
Phone: (847)-832-1701
Fax: (847)-832-1705
email: figarousa@figarosensor.com

PERPUSTAKAAN ITS

SPECIAL THANKS TO :

1. Puji syukur alkahmdulillah aku panjatkan Kepada ALLAH SWT yang telah memberikan karunia, berkah, riski dan nikmat sehingga tugas akhir ini selesai.
2. Bapak dan Ibu, terima kasih atas kesabarannya, perhatiannya dan ketulusan cinta, kasih sayang, dukungan dan doa yang diberikan selama ini.
3. Mama tersayang, bapak, adik-adikku aska, iis, akon dan seluruh keluarga di Jakarta. Terima kasih atas dukungan dan doanya.
4. Masku tersayang 'Bagus' yang memberiku motivasi, canda gurau dan menemaniku dalam suka dan duka. Semoga cita-cita kita dapat RIDHO dari ALLAH SWT sampai ajal menjemput AMIN.
5. Semua keluarga di PONOROGO, Mbahku tersayang, dik Irfan, Murtini, Sitin, Pak Poh Samuri, Bu de Lastri yang memberiku perhatian dan kasih sayangnya.
6. Mbak ayu dan keluarga terima kasih atas dukungan dan bantuannya (Maaf ya Mbak.....Printermu rusak) semoga ALLAH SWT membalas semua. Aminnnn.....
7. Sahabatku tersayang Ike, Tika(Cipluk), Sita (Simbrut), Ayu, Iis, Sari, Elok dan semua yang tak dapatku sebutkan satu persatu. Terima kasih atas kebersamaan yang telah kalian berikan. Semoga kita selalu dijaga Oleh-nya untuk tetap bersama.
8. Teman-teman Cowok Singgih (Reco), Ismail(Wong Tuwo), Restu, Novan (Dolembonk), Amen (Kunam), Aan(Blankon), Zainal(Baygon), Kuncoro (Kuncur), Aris (Cepu) dan semua yang tak dapatku sebutkan satu persatu yang selalu memberiku senyum dan tawa serta dukungannya selama ini, jangan lupakan aku
9. Mas Fitri, yang selalu cerewet dan usil, tapi asyik juga dan banyak membantu.

10. Workshop-ku tercinta, terima kasih atas segala "fasilitas" yang kau berikan kepada warga D3 Instrumentasi pada umumnya dan aku pada khususnya.
11. Adik-adikku angkatan 2004 dan 2005 yang telah mengikhlaskan semua kesalahan dan kekhilafan yang telah saya perbuat sebelumnya.
12. Arek-arek Lab di Jurusan-ku tercinta, tetap ramaikan Jurusan di malam hari.
13. Penghuni kos Apotik Primadana Rina, Sulis, mbak Emi, Mbak Krisna, Mbak Rahma dan semua karyawan apotik yang tak dapatku sebutkan satu persatu kalian semua adalah keluargaku yang paling ...Jangan bertengkar terus. I love u n' I'll be missing u all.....