

PENGEMBANGAN ALAT UKUR GAS BUANG KENDARAAN BERMOTOR BERBASIS *PERSONAL COMPUTER* (PC)

Oleh :

Ahmaddul Hadi¹⁾

¹⁾Dosen Jurusan Teknik Elektronika Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang

Abstrak

Pengujian emisi gas buang kendaraan bermotor untuk Indonesia dilakukan oleh DLLAJ masing-masing Pemda yang dikenal dengan Uji KIR, yaitu pengukuran besar emisi gas buang kendaraan bermotor. Sebuah kendaraan idialnya menghasilkan bermotor (berbahan bakar bensin maupun solar) ketebalan asap diperbolehkan sebesar 50%; CO = 4,5% dan HC = 1200 ppm yang diukur menggunakan peralatan smoke meter. Pada penelitian ini ditawarkan dengan mengembangkan peralatan untuk pengukuran gas buang kendaraan bermotor solar dan bensin dengan sensor Gas dan Komputer PC. Sensor yang digunakan TGS 2201 yang mampu melakukan pengukuran gas CO dan HC untuk kendaraan Solar dan Bensin. Keluaran dari sensor gas dikalibrasikan dengan rangkaian Op-Amp kemudian dikonversikan kedalam besaran digital dengan rangkaian ADC (Analog to Digital Converter) sehingga besaran pembacaan sensor gas dapat dibaca oleh paralel port Komputer. Data yang diterima pada terminal paralel port komputer dibaca, diolah dan dibuatkan tampilan antar muka di monitor dengan bahasa pemrograman Visual Basic. Setelah dilakukan uji coba yaitu perbandingan dan kalibrasi terhadap peralatan ukur gas buang kendaraan bermotor milik bagian KIR kendaraan bermotor DLLAJ Kota Padang serta penyesuaian pada bagian referensi dan kalibrasi rangkaian Op-Amp didapatkan hasil pengukuran alat ini dengan toleransi sebesar 12 %.

Kata Kunci : Emisi gas buang kendaraan bermotor, Smoke Meter, Sensor TGS 2201

Abstract

Testing exhaust emissions of motor vehicles in Indonesia performed by each local government DLLAJ known as test KIR, which is a great measurement of motor vehicle exhaust emissions. The idealyl produce motor vehicles (gasoline and diesel) the thickness of the smoke is allowed by 50%; CO = 4.5% and HC = 1200 ppm measured using a smoke meter equipment. In this study offered by developing equipment for the measurement of motor vehicle exhaust gas of diesel and petrol with gas sensors and a PC. The sensors used TGS 2201 that is capable of measuring gas CO and HC for vehicles Diesel and Gasoline. The output of the gas sensor is calibrated with a series of Op-Amp is then converted into a digital scale with a series of ADC (Analog to Digital Converter) so that the amount of gas sensor readings can be read by a computer parallel port. The data received on the parallel port of a computer terminal to read, processed and made a display interface on the screen with Visual Basic programming language. After the tests that comparison and calibration of the measuring equipment exhaust of motor vehicles belonging to the motor vehicle DLLAJ KIR part of Padang as well as adjustments in the reference and calibration circuit Op-Amp This tool measurement results obtained with a tolerance of 12%.

Keywords : Motor vehicle exhaust gas emissions, Smoke Meter, Sensor TGS 2201

1. Pendahuluan

Sebuah kendaraan bermotor melakukan pembakaran bahan bakar fosil (bahan bakar bensin dan solar) untuk menghasilkan energi gerak. Akibat pembakaran bahan bakar tersebut sebuah kendaraan akan menghasilkan gas buang CO, HC dan NO_x, gas-gas ini sangat tidak menyenangkan bagi pernapasan dan dalam beberapa kasus membahayakan atau sangat membahayakan bagi manusia, binatang dan tumbuhan di sekitarnya.

CO ambang batas aman dalam udara adalah 35 ppm, kelebihan ambang batas di

udara dan jika hisap oleh manusia dapat menghalangi pertukaran oksigen dalam darah manusia serta menyebabkan keracunan karbon monoksida yang bisa menyebabkan kelumpuhan syaraf. Pada konsentrasi yang maksimum 150 ppm dapat menyebabkan kematian.

HC ambang batas dalam udara 10 ppm, kondisi yang berlebihan dapat berakibat berbahaya yaitu melukai organ saluran pernapasan. NO_x pada konsentrasi 3-5 ppm berbau tidak enak, pada 10-30 ppm akan melukai mata dan hidung.

Untuk masalah emisi gas buang pada kendaraan bermotor, Eropa sudah menerapkan Euro 1 sejak tahun 1991, yang kemudian melangkah ke Euro 2 tahun 1996. Kemudian Euro 3 tahun 2000 dan tahun 2005 memasuki masa Euro 4. Setiap teknologi emisi Euro mempunyai batasan yang lebih ketat, misalnya dari Euro 1 ke Euro 2 mengharuskan penurunan tingkat emisi partikel. Untuk ambang batas CO (karbon monoksida) dari 2,75 gm/km menjadi 2,20 gm/km, kemudian HC (hidrokarbon) + NO_x (nitrooksida) dari 0,97 gm/km menjadi 0,50 gm/km, dan kandungan sulfur solar pada mesin diesel dari 1.500 ppm menurun ke 500 ppm. Begitu pula pada Euro 3 mengharuskan penurunan tingkat emisi partikel yang dibuang sebesar 20% dan pada Euro 4 menargetkan angka di bawah 10%. Di kawasan Asia Tenggara seperti Vietnam telah memasuki standar emisi Euro 1 sejak tahun 1998, Filipina tahun 2003, Malaysia tahun 1997, dan dua negara lainnya yaitu Thailand dan Singapura telah menerapkannya sejak tahun 1993.

Indonesia terlambat untuk mengikuti menggunakan standar Euro, tahun 2003 pemerintah memutuskan untuk langsung masuk ke tahap Euro 2 melewati Euro 1 merupakan tindakan yang rasional.

Pengaturan tentang pencemaran udara yang dikeluarkan oleh kendaraan bermotor diatur dalam Keputusan Menteri (Kepmen) Lingkungan Hidup Nomor 141 Tahun 2003 tentang batas emisi gas buang kendaraan bermotor tipe baru dan kendaraan yang sedang diproduksi, pabrikan otomotif harus mematuhi. Kepmen ini berdampak besar pada kendaraan roda dua dengan dilarang memproduksi sepeda motor 2 tak dan mulai tahun 2004 sepeda motor yang diproduksi di Indonesia harus bertipe 4 tak.

Pengujian emisi gas buang kendaraan bermotor untuk Indonesia dilakukan oleh DLLAJ masing-masing Pemda. Melalui DLLAJ mengeluarkan izin operasional sebuah kendaraan dan berhak menghentikan operasional kendaraan bermotor jika sebuah kendaraan tidak lulus uji layak jalan/KIR kendaraan bermotor. Salah satu materi uji KIR kendaraan adalah pengukuran besar emisi gas buang kendaraan bermotor. Hasil studi lapangan penulis ke lokasi uji KIR kendaraan bermotor di LLAJ Kota Padang, sebuah kendaraan bermotor (berbahan bakar bensin maupun solar) ketebalan asap

diperbolehkan sebesar 50%; CO = 4,5% dan HC = 1200 ppm. Dan sebagian besar Alat yang digunakan untuk melakukan uji gas buang pada DLLAJ menggunakan *SMOKE METER* tipe *Smoke Opacity Meter 8695 (Pada DLLAJ Kota Padang)*. *Smoke Meter* ini berukuran besar dan diletakkan permanen pada lokasi uji KIR di LLAJ Kota Padang

Pada saat ini telah banyaknya beredar dan dijual sensor atau transduser gas yang dibuat oleh pabrikan seperti *millennium catalytic bead combustibile gas detector, ford mercury lincoln ego sensor 5.0l exhaust gas oxygen*, gas sensor *TGS 2201*, dan lain-lain. Sensor ini menghasilkan besaran tegangan (E_o) tertentu di setiap perubahan atau jika terdeteksi gas CO, HC atau gas berbahaya lainnya. Jika dikombinasikan dengan *Personal Computer (PC)* yang *portable* (notebook) dan software pemrograman, maka akan dapat dirancang alat ukur gas buang yang digunakan untuk kendaraan bermotor yang *portable* dan praktis sehingga bisa digunakan pada tempat uji emisi gas buang dimanapun.

Digunakannya komputer pada perancangan ini dikarenakan didalam perancangan sistem, komputer memiliki sifat yang fleksibel dapat diprogram ulang dengan tanpa melakukan perubahan fisik yang berarti dibandingkan dengan menggunakan rangkaian sistem elektronik kompleks atau sistem *mikroprosesor* minimum lainnya. Ini sejalan dengan pendapat Suwarki (1995:1) yang menyatakan bahwa "didalam sistem kendali elektronik, alternatif penggunaan komputer lebih banyak dipilih, dimana penggunaan perangkat keras lainnya menjadi lebih sederhana dan pelaksanaan sistem kendali (otomatisasi) lebih banyak ditentukan oleh sistem perangkat lunak (*software*)".

2. Pendekatan Dan Pemecahan Masalah

2.1 Topik Permasalahan dalam penelitian ini

Berdasarkan uraian pendahuluan di atas, maka dalam penelitian ini dapat dirumuskan masalah sebagai berikut: "Bagaimana mengembangkan alat ukur gas buang kendaraan bermotor berbasis *Personal Computer (PC)*?"

Dan tujuan yang diharapkan dari penelitian ini adalah: Dapat menghasilkan suatu rangkaian pengukuran gas buang kendaraan bermotor yang akurasi dan teliti

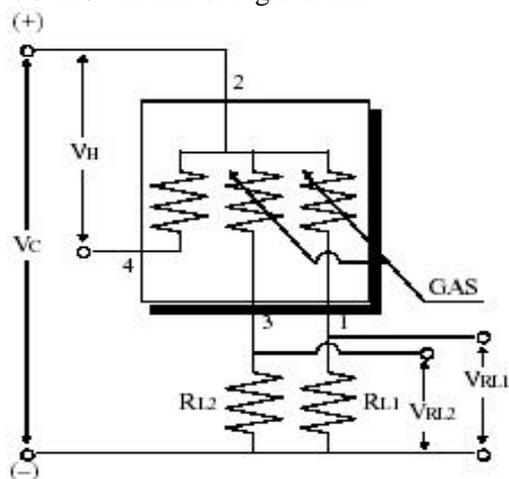
yang akan dipasang pada paralel port komputer. Serta dapat menghasilkan software aplikasi pengukuran gas buang kendaraan bermotor yang user friendly dengan bahasa pemrograman visual yang akan menjembatani rangkaian dengan PC.

2.2 Sensor Gas

Sensor adalah peralatan yang digunakan untuk merubah suatu besaran fisik menjadi besaran listrik sehingga dapat dianalisa dengan rangkaian listrik tertentu. Hampir seluruh peralatan elektronik yang ada mempunyai sensor didalamnya. Pada saat ini, sensor tersebut telah dibuat dengan ukuran sangat kecil dengan orde nanometer. Ukuran yang sangat kecil ini sangat memudahkan pemakaian dan menghemat dalam pemakaian energi listrik.

Menurut Link (1995:2) sensor harus memenuhi persyaratan kualitas yaitu: linieritas; tak tergantung temperatur; kepekaan; time respon; batas frekuensi rendah dan tinggi; stabilitas waktu dan histerisis. Persyaratan inilah yang menentukan ketelitian dari suatu alat ukur.

Dari sekian banyak sensor yang digunakan pada rangkaian elektronik, sensor gas merupakan salah satu sensor yang digunakan untuk mendeteksi perubahan kekuatan/kepekatan udara. Salah satu sensor gas yang banyak digunakan adalah gas sensor TGS 2201. Bentuk rangkaian dasar sensor gas TGS 2201 adalah sebagai berikut :

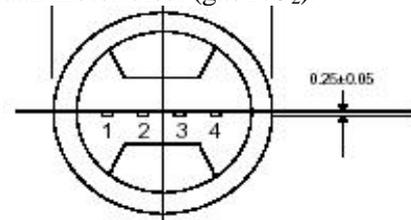


Gambar 1. Skema dasar Sensor TGS 2201

Keluaran sensor gas TGS 2201 (VRL1 dan VRL2) menghasilkan variasi tegangan setiap perubahan yang terjadi pada elemen kimia elektroda GAS. Untuk menentukan jenis dari gas yang diukur, maka tegangan

bias pada VH diatur sesuai dengan tegangan referensi untuk masing-masing jenis gas.

Sensor TGS 2201 berfungsi sebagai sensor yang akan menerjemahkan gas/asap dari knalpon kendaraan bermotor menjadi besaran-besaran listrik. Sensor TGS 2201 dapat mengukur dalam dua mode gas yaitu gas yang dihasilkan kendaraan motor bensin (gas CO) dan gas yang dihasilkan oleh kendaraan motor disel (gas NO₂).



Pin connection

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

Gambar 2. Fungsi terminal keluaran sensor TGS 2201

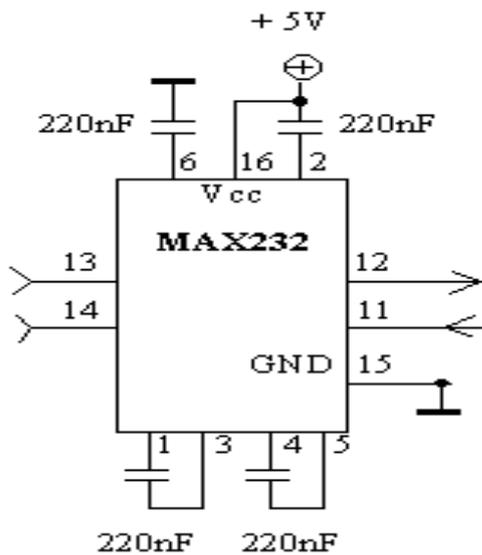
Didalam perancangan rangkaian sensor terlebih dahulu harus diketahui karakteristik output sensor elektroda saat kondisi normal dan saat kondisi bagian sensor terkena gas; tabel nilai keluaran dari sensor TGS 2201 adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Karakteristik sensitifitas dari sensor TGS 2201

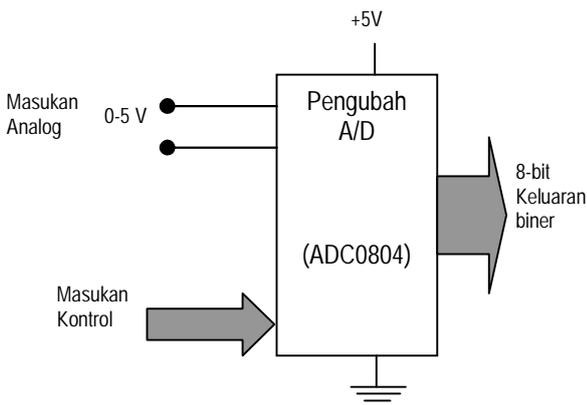
Terminal Sensor	Jenis Gas Buang	Konsentrasi	Rs/Ro	Terminal Sensor	Jenis Gas Buang	Konsentrasi	Rs/Ro
1	NO ₂	1 ppm	1,5	2	CO	20 ppm	0,53
	NO ₂	2 ppm	2		CO	21 ppm	0,5245
	NO ₂	3 ppm	2,5		CO	22 ppm	0,519
	NO ₂	4 ppm	3,5		CO	23 ppm	0,5135
	NO ₂	5 ppm	4,5		CO	24 ppm	0,508
	NO ₂	6 ppm	5,66		CO	25 ppm	0,5025
	NO ₂	7 ppm	6,83		CO	26 ppm	0,497
	NO ₂	8 ppm	8,00		CO	27 ppm	0,4915
	NO ₂	9 ppm	9,16		CO	28 ppm	0,486
	NO ₂	10 ppm	10,335		CO	29 ppm	0,4805
				CO	30 ppm	0,4750	
				CO	31 ppm	0,4725	
				CO	32 ppm	0,470	
				CO	33 ppm	0,4675	
				CO	34 ppm	0,4650	
				CO	35 ppm	0,4625	
				CO	36 ppm	0,460	
				CO	37 ppm	0,4575	
				CO	38 ppm	0,4550	
				CO	39 ppm	0,4525	
				CO	40 ppm	0,450	

2.3 Konverter Analog ke Digital (ADC)

Sensor elektronik mengeluarkan variasi besaran listrik pada outputnya mengikuti perubahan yang terjadi pada elemen sensor, perubahan besaran listrik ini dikenal dengan besaran analog. Supaya dapat berkomunikasi dengan komputer yang bekerja dan mengolah besaran digital, maka untuk menjembatani kedua keadaan ini diperlukan sebuah komponen yang dikenal dengan konverter analog ke digital (*Analog to Digital Converter = ADC*). Telah banyak beredar konverter atau komponen ADC dalam kemasan komponen terintegrasi (IC), misalkan IC keluaran MAXIM tipe MAX232, IC keluaran National Semiconductor tipe ADC0804 dan lainnya.



Gambar 3. Gambar IC ADC Serial MAX232



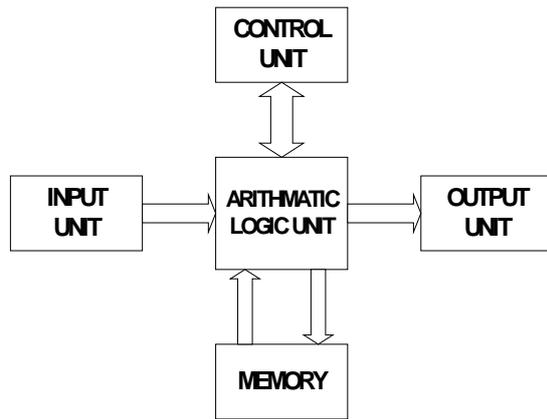
Gambar 4. Blok diagram Konverter IC ADC0804

2.4 Personal Computer (PC) dan Interface Yang Digunakan

Komputer yang banyak dijual di pasaran merupakan komputer yang

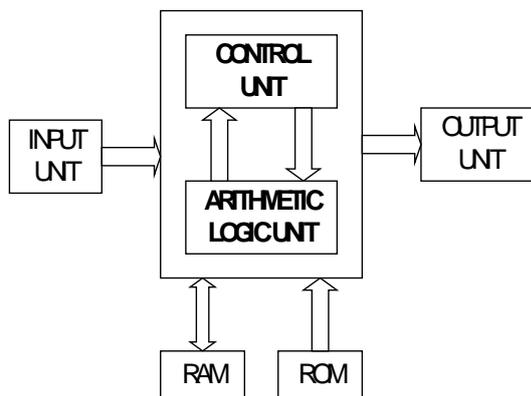
kompatibel dengan IBM-PC (International Business Machine-Personal Computer). Komputer-komputer tersebut menggunakan unit pengolah utama (CPU) berdasarkan mikroprosesor dari Intel Corporation.

Komputer IBM-PC terbentuk dari lima bagian dasar dapat dilihat seperti gambar 5. Pengolahan matematik dan bilangan terjadi dalam Arithmetic Logic Unit (ALU). Semua penjumlahan, pengurangan, perkalian, pembagian, perbandingan dan manipulasi yang lain dikerjakan oleh ALU.



Gambar 5. Lima Bagian Dasar IBM-PC

Unit memori digunakan untuk menyimpan program, perhitungan-perhitungan dan hasil. Seperti diperlihatkan pada Gambar 2.2. unit ini terdiri dari dua macam memori yakni RAM (Random Access Memory) yang dapat dibaca dan ditulis, dan ROM (Read Only Memory) yang dapat dibaca tetapi tidak dapat ditulis.



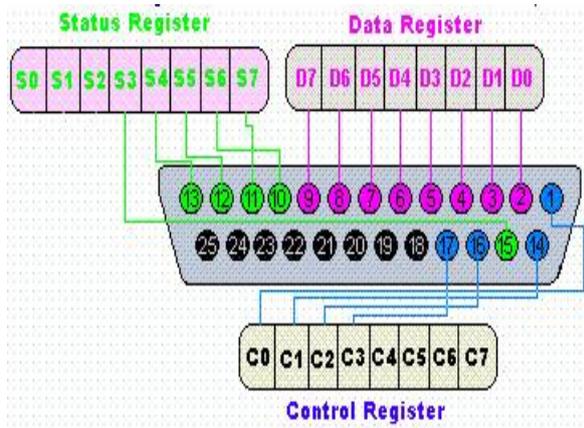
Gambar 6. Memori RAM dan ROM

Unit input memungkinkan memasukkan informasi ke dalam komputer dan merupakan sarana untuk berbicara dengan PC.

Komunikasi ini disebut interface man-to-machin. Unit output mengambil informasi dari komputer, yang disebut interface machine-to-man.

Jika kita hendak menghubungkan piranti periferil seperti relai, motor, indikator, sensor dan peralatan dengan besaran-besaran analog lainnya, maka dibutuhkan rangkaian tambahan yang disebut interface atau antarmuka. Rangkaian ini bertugas untuk menyesuaikan piranti periferil dengan komputer, dan terutama karena kecepatan pengolahannya berbeda-beda dengan komputer dan berbeda besarnya, maka besaran-besaran ini harus disesuaikan dengan bantuan interface (Link, 1995:45).

Perangkat input/output yang disebut dengan peripheral, pada komputer PC sudah tersedia interface untuk peralatan standar yang diperlukan agar sistem berfungsi yakni interface untuk monitor (*VGA Card*), *kontroler disk drive*, serial dan paralel port yang berfungsi menghubungkan PC dengan perangkat input output standar misalkan *mouse*, *printer*, *modem* dan lainnya.



Gambar 7. Diagram pin konektor Paralel Port DB-25

Sebuah mainboard komputer memiliki 1 port paralel, diskripsi sinyal-sinyal pada paralel port adalah sebagai berikut:

Tabel 2. Diskripsi Fungsi Sinyal pada Parallel Port

<i>Nama Sinyal</i>	<i>Deskripsi Fungsi Sinyal</i>
NSTROBE	Set pulsa rendah 0,5 μ detik untuk menyalakan data di D7:D0
Data 0	Least Significant Bit (LSB)
Data 1	Data bit 1

Data 2	Data bit 2
Data 3	Data bit 3
Data 4	Data bit 4
Data 5	Data bit 5
Data 6	Data bit 6
Data 7	Most Significant Bit (MSB)
nACK	Pulsa rendah = 5 μ detik menunjukkan data sudah diterima IRQ1
BUSY	Bernilai tinggi jika printer sibuk/offline (IRQ2)
PaperEnd	Bernilai tinggi jika printer kehabisan kertas (IRQ3)
Select	Bernilai tinggi jika printer on-line (IRQ4)
nAutoFeed	Jika diset rendah, printer akan pindah baris setiap menemukan karakter carriage return (IRQ5)
NError	Bernilai rendah jika printer error
nInit	Pulsa rendah =50 μ detik untuk inisialisasi atau me-reset printer
nSelescr	Bernilai tinggi jika printer dipilih (oleh komputer)
Ground	Ground

3. Hasil dan Pembahasan

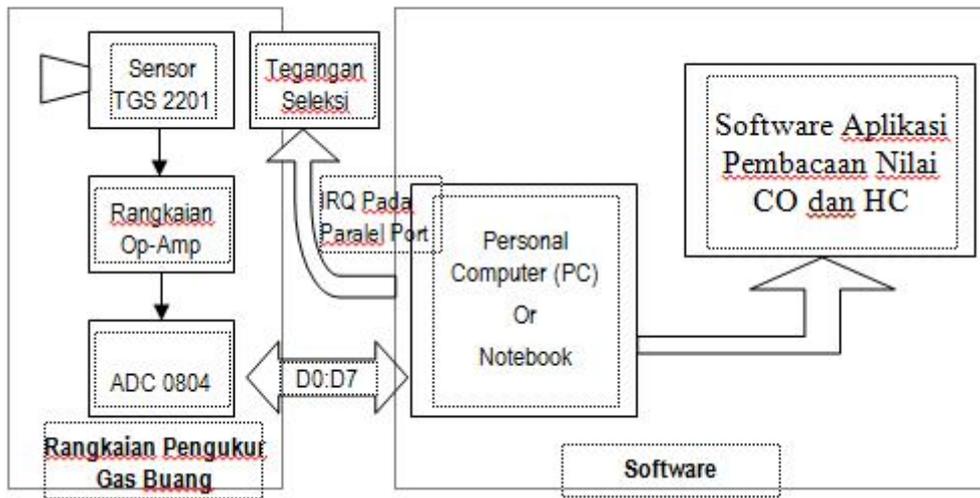
Hasil survey awal yang telah penulis lakukan yaitu pada bagian KIR kendaraan bermotor DLLAJ Kota Padang. Alat uji gas buang kendaraan bermotor yang digunakan adalah SMOKE METER tipe Smoke Opacity Meter-8695. Rancangan alat ukur gas buang kendaraan bermotor mengikuti fungsi yang ada dari alat ini, seperti parameter;

1. Tabung Sensor Gas dapat diatur posisi dan pada saat pengukuran diletakkan didalam knalpon kendaraan bermotor.
2. Saklar pemindahan posisi ukur dari motor bensin ke motor diesel.
3. Display untuk tampilan angka dari hasil pengukuran.
4. Printer untuk mencetak angka/nilai pengukuran.

Setelah mengetahui kondisi peralatan yang ada, maka dapat dirancang model dan rangkaian dari peralatan alat ukur gas buang kendaraan bermotor berbasis PC ini mengikuti fungsi dari alat ukur yang telah ada, dan secara umum rancangan ini terdiri dari rangkaian elektronika yang terdiri dari rangkaian sensor, rangkaian perantara (amplifier Op-Amp) dan konverter ADC serta

software aplikasi pengendali rangkaian yang terinstallasi dengan sistem operasi pada

sebuah PC. Blok diagram rangkaian sistem adalah sebagai berikut:



Gambar 8. Blok Diagram Rancangan

Dalam uji coba yaitu dengan pengambilan data pengamatan yang dilakukan beberapa kali dengan pengukuran terhadap keluaran knalpot kendaraan bermotor bensin (mobil kijang super tahun 1996) dan mobil solar (mobil L300 tahun 2000), pengamatan pada peralatan gas buang kendaraan berbasis PC mulai dari keluaran nilai tegangan sensor; besar tegangan keluar dari Op-Amp bisa

menyesuaikan dengan variasi input dari ADC0808. Keluaran ADC0808 merupakan nilai biner yang akan dibaca oleh program pada parallel port, nilai bit ini yang akan menjadi nilai tampilan dari rangkaian ukur gas buang. Tabel hasil pengamatan pengukuran kekentalan asap dari pengukuran nilai tegangan dengan menggunakan multimeter digital sebagai berikut :

Tabel 3. Tabel Hasil Pengamatan Pengukuran Kekentalan Asap

Motor Diesel				Motor Bensin			
Kosen-trasi	Rs/Ro	VRL Hitung	VRL Ukur	Kosen-trasi	Rs/Ro	VRL Hitung	VRL Ukur
1 ppm	1,5	0,06036	0,061	20 ppm	0,53	0,02391	0,02450
2 ppm	2	0,07542	0,075	21 ppm	0,5245	0,02367	0,02350
3 ppm	2,5	0,08870	0,086	22 ppm	0,519	0,02342	0,02300
4 ppm	3,5	0,11105	0,115	23 ppm	0,5135	0,02317	0,02290
5 ppm	4,5	0,12912	0,126	24 ppm	0,508	0,02293	0,02280
6 ppm	5.667	0,29969	0,150	25 ppm	0,5025	0,02268	0,02250
7 ppm	6.834	0,29974	0,165	26 ppm	0,497	0,02243	0,02240
8 ppm	8.001	0,29978	0,180	27 ppm	0,4915	0,02218	0,02200
9 ppm	9.168	0,29981	0,193	28 ppm	0,486	0,02194	0,02190
10 ppm	10.335	0,29983	0,200	29 ppm	0,4805	0,02169	0,02170
				30 ppm	0,475	0,02144	0,02150
				31 ppm	0,4725	0,02133	0,02130
				32 ppm	0,47	0,02122	0,02120
				33 ppm	0,4675	0,02110	0,02100
				34 ppm	0,465	0,02099	0,02050
				35 ppm	0,4625	0,02088	0,02000
				36 ppm	0,46	0,02077	0,01950
				37 ppm	0,4575	0,02065	0,01900
				38 ppm	0,455	0,02054	0,01880
				39 ppm	0,4525	0,02043	0,01850

Tegangan keluar dari rangkaian komponen sensor dan seperti yang ditampilkan pada tabel hasil pengamatan di atas, perlu dilakukan kalibrasi terhadap sensor yaitu dengan menghitung untuk menentukan nilai R_o dan R_s serta tegangan keluaran dari VRL pada pengukuran gas buang motor bensin dan motor diesel.

R_o = Resistansi pada sensor saat udara bersih

R_s = Resistansi pada sensor pada kondisi mendeteksi gas

$$R_s = \frac{(V_c - VRL) \times RL}{VRL}$$

Dimana

V_c = Tegangan sumber (sebesar 6 Volt)

VRL = Tegangan keluaran sensor saat mendeteksi gas buang (diesel atau bensin)

RL = Tahanan beban (RL diesel = 200K Ω ; RL Bensin = 10K Ω)

Pada udara bersih tegangan output sensor (VRL) terukur 0,45 Volt, maka:

$$R_o = \frac{(V_c - VRL) \times RL}{VRL} = \frac{6 - 0,45}{0,45} 200000$$

$$= 1191000 \Omega \text{ (Diesel)}$$

$$R_o = \frac{6 - 0,45}{0,45} 10000$$

$$= 1324444 \Omega \text{ (Bensin)}$$

Keluaran dari sensor adalah tegangan yang akan diumpankan ke bagian rangkaian

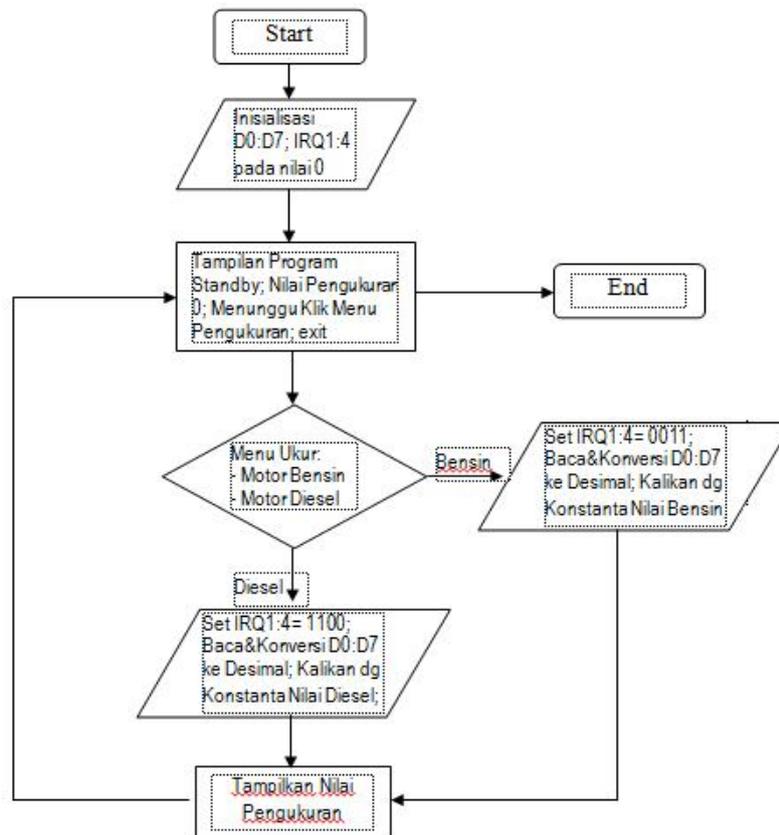
berikutnya, maka perlu dicari VRL dan besar R_o sebagai acuan.

Setelah didapatkan data, kemudian dilakukan penyesuaian pada penguatan rangkaian OpAmp, sehingga dapat dilakukan penala-an pada software yaitu menyesuaikan nilai tegangan dengan nilai tampilan yaitu dengan faktor pengali pada software program.

Software atau program aplikasi dibuat dengan bahasa pemrograman visual basic sehingga dapat digunakan pada platform sistem operasi XP yang mempunyai tampilan user friendly. Software aplikasi yang dibuat mempunyai urutan algoritma sebagai berikut:

1. Saat program diaktifkan, maka D0:D7 dan IRQ1:4 diset dengan logika 0.
2. User atau pengguna akan diminta memilih mengatur gas apa yang akan diukur. Pada kondisi ini program akan membuat pariasi pada IRQ1:4 yang akan menentukan tegangan referensi pada sensor GAS TGS2201.
3. Setelah IRQ diatur maka program akan membaca nilai pada D0:D7 paralel port.
4. Nilai yang terbaca ini menentukan besarnya nilai suatu gas yang terukur.

Flow Chart dari program, diawali dengan start kemudian dilakukan proses inisialisasi atau pengenalan alamat-alamat pada PC, serta dilakukan perhitungan penyesuaian nilai bit input paralel dengan keinginan nilai tampilan output program yang disesuaikan dengan nilai gas yang terukur. Flow chart dari sistem rangkaian dapat dilihat pada gambar 9.



Gambar 9. Flow Chart dari Sistem Rangkaian

4. Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah:

1. Sensor gas yang digunakan di DLLAJ mampu mengukur gas CO, HO serta banyaknya timbal, sedangkan pada sensor gas TGS2201 hanya terdapat dua sensor di dalam satu kemasan.
2. Didapatkan hasil pengukuran yang memiliki persentase sebesar 12% yang mungkin disebabkan alat ukur/rangkaian atau dari peralatan smoke meter yang menjadi referensi yang sudah tidak valid. Perlu diketahui, smoke meter yang digunakan di DLLAJ Kota pada tahun pembuatannya adalah tahun 1995 dan sudah berusia lebih kurang 14 tahun.

Daftar Pustaka

Berner, Robert. (1995). *Perbaikan dan Perawatan IBM PC*. Jakarta: Elex Media.

Delta Electronics. (2005). "*Sensor*", Delta Inc. (<http://www.delta-elektronik.com/sensorcom/design/data%20sheet/TGS2201.pdf>)

Link, Wolfgang. 1993. *Pengukuran, Pengendalian dan Pengaturan dengan PC*. Jakarta: Elex Media.

Menteri Lingkungan Hidup. (2006) *Peringkat Emisi GasBuang Kendaraan Bermotor Tipe Baru*. <http://mandatory.menlh.go.id/hasil/index.php> diakses 20 Desember 2012)

Suwarki. (1995). *Merakit Sendiri Peraga Karakter Terkendali Komputer PC*. Jakarta: Elex Media.