



TUGAS AKHIR TT 090361

**RANCANG BANGUN ALAT UKUR KADAR
KARBON MONOKSIDA PADA RUANGAN
BERDIMENSI 2m X 1m X 2m BERBASIS
ARDUINO MENGGUNAKAN SENSOR TGS 2600**

ARY FIDARIA ILMU
NRP. 2411.031.040

Dosen Pembimbing :
Dr. Ir. Purwadi Agus Darwito, M.Sc
Prof. Dr. Ir. Sekartedjo, M.Sc

PROGRAM STUDI DIII METROLOGI DAN INSTRUMENTASI
JURUSAN TEKNIK FISIKA
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2014



FINAL PROJECT TT 090361

***THE DESIGN OF THE MEASURING
INSTRUMENT THE LEVEL OF CARBON
MONOXIDE ON DIMENSIONAL ROOM 2m X 1m
X 2m USING ARDUINO BASED SENSOR TGS
2600***

ARY FIDARIA ILMU
NRP. 2411.031.040

Advisor Lecturer :
Dr. Ir. Purwadi Agus Darwito, M.Sc
Prof. Dr. Ir. Sekartedjo, M.Sc

DIPLOMA III METROLOGY AND INSTRUMENTATION
DEPARTMENT OF PHYSICS ENGINEERING
Faculty of Industrial Technology
Sepuluh Nopember Institute of Technology
Surabaya 2014

LEMBAR PENGESAHAN
TUGAS AKHIR

**RANCANG BANGUN ALAT UKUR KARBON KADAR
MONOKSIDA PADA RUANGAN BERDIMENSI 2m X 1m
X 2m BERBASIS ARDUINO MENGGUNAKAN SENSOR
TGS 2600**

OLEH:
ARY FIDARIA ILMU
NRP. 2411.031.040

Surabaya, 17 Juli 2014
Menyetujui,

Dosen Pembimbing 1,

Dr. Ir. Purwadi Agus Darwito, M.Sc
NIPN:19620822 198803 1 001

Dosen Pembimbing 2,

Prof. Dr. Ir. Sekartedjo, M.Sc
NIPN. 19500402 197901 1 001

Mengetahui,

Ketua Jurusan
Teknik Fisika FTI ITS

Dr. Ir. Totok Soehartanto, DEA
NIPN:196503091990021001

Kepala Program Studi
D3 Metrologi dan Instrumentasi

Dr. Ir. Purwadi Agus Darwito, M.Sc
NIPN:19620822 198803 1 001

LEMBAR PENGESAHAN
TUGAS AKHIR

**RANCANG BANGUN ALAT UKUR KADAR KARBON
MONOKSIDA PADA RUANGAN BERDIMENSI 2m X 1m
X 2m BERBASIS ARDUINO MENGGUNAKAN SENSOR
TGS 2600**

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Ahli Madya
pada
Program Studi D3 Metrologi dan Instrumentasi
Jurusan Teknik Fisika
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

ARY FIDARIA ILMI
NRP. 2411.031.040

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Akhir :

- | | | | |
|---|-----------------------------------|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Dr. Ir. Purwadi Agus Darwito, MSc | Dosen Pembimbing I |  |
| 2 | Prof. Dr. Ir. Sekartedjo, MSc | Dosen Pembimbing II | |
| 3 | Ir. Tutug Dhanardono, MT | Dosen Penguji I |  |
| 4 | Ir. Jerri Susatio, MT | Dosen Penguji II | |
| 5 | Irwansyah, ST,MT | Dosen Penguji III |  |

SURABAYA
17 Juli 2014

“RANCANG BANGUN ALAT UKUR KADAR KARBON MONOKSIDA PADA RUANGAN BERDIMENSI 2m X 1m X 2m BERBASIS ARDUINO MENGGUNAKAN SENSOR TGS 2600”

Nama Mahasiswa : Ary Fidaria Ilmi
NRP : 2411 031 040
Program Studi : D3 Metrologi dan Instrumentasi
Jurusan : Teknik Fisika FTI-ITS
Dosen Pembimbing : 1. Dr. Ir. Purwadi Agus Darwito, M.Sc
2. Prof. Dr. Ir. Sekartedjo, M.Sc

Abstrak

Karbon monoksida (CO) merupakan gas yang tidak berwarna dan tidak berbau, hasil dari pembakaran yang tidak sempurna dari material karbon. Karbon monoksida sangat berbahaya bagi tubuh manusia terutama pada daerah dengan tingkat polusi udara yang sangat tinggi.

Pada tugas akhir ini telah dibuat sistem yang mampu mendeteksi keberadaan gas CO, menyatakan besarnya kadar gas, dan sebagai pengontrol kadar gas CO. Pada perancangan tugas akhir ini digunakan sensor TGS 2600 yang berfungsi untuk mendeteksi tingkat kadar karbon monoksida diudara sekitar. TGS 2600 adalah transducer utama yang digunakan dalam rangkaian ini, yang merupakan sebuah sensor kimia atau gas sensor. Pada perancangan alat ukur karbon monoksida pada ruangan berdimensi 2m x 1m x 2m digunakan mikrokontroler arduino mega ADK sebagai controller dan untuk layar tampilannya digunakan LCD 2x16. Dari hasil pengujian, dapat dikatakan baik karena didapatkan rata-rata prosentase error sebesar 3%, presisi sebesar 95% dengan kadar CO yang terukur sebesar 0 hingga 0,110 dan memiliki batas toleransi $\pm 0,05$.

Kata Kunci: Pengukuran Karbon Monoksida, Sensor TGS 2600, Arduino Mega ADK, LCD 2 X 16

**“THE DESIGN OF THE MEASURING INSTRUMENT THE
LEVEL OF CARBON MONOXIDE ON DIMENSIONAL
ROOM 2m X 1m X 2m USING ARDUINO MEGA ADK
BASED SENSOR TGS 2600”**

Name : Ary Fidaria Ilmi
NRP : 2411 031 040
Study Program : D3 Metrology and Instrumentation
Departement : Engineering Physics FTI-ITS
Advisor Lecturer : 1. Dr. Ir. Purwadi Agus Darwito, M.Sc
2. Prof. Dr. Ir. Sekartedjo, M.Sc

Abstract

Carbon monoxide (CO) is a gas that is not coloured and smell, the results of the burning that was imperfect from material carbon. Carbon monoxide very dangerous for the human body especially to the area with the very high air level of pollution.

In this thesis was made a system that could detect the existence of gas CO, stated the size of the level of gas, and as the controller of the level of gas CO. It uses sensor TGS 2600 that had a function of detecting the level of carbon monoxide in the air. TGS 2600 were main transducer that was used in this series, that was a chemical censor or the censor's gas. In implement planning measured carbon monoxide to the dimensional room 2m x 1m x 2m was used microcontroller arduino mega ADK as controller and for the screen display was used by LCD 2x16. The results of the test, could be it was good because of being obtained in general the percentage error of 3%, precision of 95% with the level of CO that was measured of 0 to 0.110 and had the tolerance limit 0.05.

Keywords: *The measurement of the carbon monoxide Sensor TGS, 2600, Arduino Mega ADK, LCD 2 X 16*

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT dan baginda besar rasulullah SAW atas segala rahmat dan anugerahnya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul :

“RANCANG BANGUN ALAT UKUR KADAR KARBON MONOKSIDA PADA RUANGAN BERDIMENSI 2m X 1m X 2m BERBASIS ARDUINO MENGGUNAKAN SENSOR TGS 2600”

Tugas akhir ini disusun guna memenuhi persyaratan bagi seorang mahasiswa untuk memperoleh gelar Ahli Madya bidang studi instrumentasi, program studi D-3 Metrologi dan Teknik Instrumentasi, jurusan Teknik Fisika, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu baik secara langsung maupun secara tidak langsung dalam pengerjaan dan pembelajaran tugas akhir ini. Beberapa pihak tersebut antara lain:

1. Kedua orang tua dan keluarga besar yang telah memberikan dukungan dan perhatiannya.
2. Bapak Dr. Ir. Purwadi Agus Darwito, M.Sc dan Prof. Dr. Ir. Sekartedjo, M.Sc. selaku Dosen Pembimbing yang setia mendampingi, membimbing, mengkritisi, dan memotivasi pengerjaan tugas akhir ini.
3. Bapak Dr. Ir. Totok Soehartanto, DEA selaku Kepala Jurusan Teknik Fisika ITS Surabaya.
4. Bapak Dr. Ir. Purwadi Agus Darwito, M.Sc selaku Ketua Program Studi Diploma III Metrologi dan Teknik Instrumentasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

5. Ibu Dr. Ir. Aulia Siti Aisjah, MT selaku Dosen Wali dan yang telah memberikan arahan selama menjalani masa perkuliahan hingga menyelesaikan tugas akhir ini.
6. Bapak dan Ibu dosen Jurusan Teknik Fisika beserta karyawan atas ilmu dan dedikasinya.
7. Teman teman D3 Metrologi dan Teknik Instrumentasi angkatan 2011, 2012, 2013, dan para senior yang selalu mendukung dalam segala hal.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini tidaklah sempurna, tetapi penulis berharap ini dapat memberikan kontribusi yang berarti dan dapat menambah wawasan bagi pembaca. Semoga awal dari permulaan yang panjang ini dapat membawa manfaat dan hikmat bagi kita semua dan juga semoga hari esok lebih baik dari hari ini.

Surabaya, 17 Juli 2014

Penulis

DAFTAR ISI

| | |
|-----------------------------------------------|------|
| LEMBAR JUDUL | i |
| LEMBAR PENGESAHAN | iii |
| ABSTRAK | v |
| ABSTACK | vi |
| KATA PENGANTAR | vii |
| DAFTAR ISI | ix |
| DAFTAR GAMBAR | xi |
| DAFTAR TABEL | xiii |
| BAB I PENDAHULUAN | |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Permasalahan | 2 |
| 1.3 Batasan Masalah | 2 |
| 1.4 Tujuan | 3 |
| 1.5 Sistematika Laporan | 3 |
| BAB II TEORI PENUNJANG | |
| 2.1 Karbon Monoksida | 5 |
| 2.2 Sumber Karbon Monoksida | 6 |
| 2.3 Sensor Karbon Monoksida (TGS 2600) | 7 |
| 2.4 Arduino Mega ADK | 10 |
| 2.5 <i>Relay</i> | 13 |
| 2.6 <i>Fan DC</i> | 14 |
| 2.7 <i>Liquid Crystal Display (LCD)</i> | 15 |
| 2.8 Teori Ketidakpastian | 16 |
| BAB III PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT | |
| 3.1 Gambaran Umum Tugas Akhir | 20 |
| 3.2 Perancangan Perangkat Mekanik | 20 |
| 3.3 Perancangan Perangkat Elektrik | 21 |
| 3.3.1 <i>Power Supplay</i> | 23 |
| 3.3.2 Sensor Karbon Monoksida (TGS 2600) | 24 |
| 3.3.3 Sistem Kontrol (Arduino Mega ADK) | 25 |

DAFTAR GAMBAR

| | | |
|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 2.1 | (a) sensor TGS 2600, (b) konfigurasi sensor TGS 2600 | 8 |
| Gambar 2.2 | Karakteristik sensor TGS 2600 terhadap konsentrasi gas | 9 |
| Gambar 2.3 | Karakteristik sensor TGS 2600 terhadap suhu dan kelembaban | 9 |
| Gambar 2.4 | Arduino Mega ADK | 12 |
| Gambar 2.5 | Relay | 14 |
| Gambar 2.6 | Fan DC | 15 |
| Gambar 2.7 | Koneksi antara mikrokontroler dengan LCD 2x16 | 16 |
| Gambar 3.1 | <i>Flowchart</i> dari Metodologi Penelitian | 19 |
| Gambar 3.2 | Desain perangkat mekanik dari sistem pengukuran karbon monoksida | 21 |
| Gambar 3.3 | Diagram Blok Sistem Pengukuran | 22 |
| Gambar 3.4 | Diagram Blok Sistem Rangkaian Keseluruhan | 22 |
| Gambar 3.5 | Rangkaian <i>Power Supply</i> pada CPU | 24 |
| Gambar 3.6 | Sensor TGS 2600 | 25 |
| Gambar 3.7 | Arduino Mega ADK | 26 |
| Gambar 3.8 | Hasil Rangkaian Arduino Mega ADK | 27 |
| Gambar 3.9 | Rangkaian <i>Display</i> Pada LCD 2x16 | 28 |
| Gambar 3.10 | Rangkaian Display LCD 2 X 16 | 28 |
| Gambar 3.11 | Flow Chart Program Sistem Pengukuran Karbon Monoksida | 29 |
| Gambar 4.1 | Proses Kalibrasi Alat Ukur karbon Monoksida | 32 |
| Gambar 4.2 | Grafik Hubungan Antara Sensor Karbon Monoksida Dengan Pembacaan ADC pada Mikrokontroler Arduino Beserta Persamaannya | 33 |

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Udara merupakan suatu campuran dari beberapa kandungan gas, diantaranya yaitu nitrogen, oksigen, karbon dioksida, karbon monoksida dan lain-lain. Materi-materi penyusun udara tersebut tidak semuanya berdampak positif bagi kesehatan dan lingkungan sekitar, baik lingkungan pemukiman maupun lingkungan kerja. Adapun materi penyusun udara yang memiliki dampak negatif dan merupakan polutan yaitu karbon monoksida.

Karbon monoksida (CO) sendiri merupakan suatu gas yang tidak berwarna dan tidak berbau hasil dari pembakaran yang tidak sempurna dari material karbon. Di luar ruangan jumlah CO terbesar terkandung pada asap, yang dihasilkan dari knalpot kendaraan bermotor dan emisi industri. Selain itu di dalam ruangan tertutup dengan sirkulasi udara yang terbatas terdapat banyak sumber polusi udara. Diantaranya yaitu dihasilkan dari pembakaran asap tembakau, asap dari pembakaran memasak, uap dari bahan bangunan, cat, furnitur, dan lain-lain. Hal itu yang menyebabkan timbulnya karbon monoksida di dalam ruangan. Paparan polusi di dalam ruangan lebih besar dibanding di luar ruangan karena banyak kegiatan manusia yang dilakukan didalam ruangan. Diperkirakan tingkat polutan udara dalam ruangan adalah 25-62% lebih besar dari tingkat di luar ruangan, dan dapat menimbulkan masalah kesehatan yang serius^[1].

Oleh karena itu kualitas udara dalam ruangan merupakan masalah yang perlu mendapat perhatian karena akan berpengaruh terhadap kesehatan manusia. Dalam tugas akhir ini akan dirancang dan dibangun alat ukur serta sistem pengendali tingkat polusi udara yang disebabkan oleh asap rokok pada ruang tertutup. Pada perancangan alat ini menggunakan arduino sebagai *controller*, dan sensor TGS

2600 untuk mendeteksi keberadaan polutan terutama gas karbon monoksida. *Interfacenya* menggunakan LCD untuk menampilkan datanya. Prinsip kerja dari alat ini adalah inputan dari sensor TGS 2600 yang akan masuk ke pin-pin Arduino kemudian akan diproses dan ditampilkan pada PC. Semuanya menggunakan sistem yang terintegrasi secara otomatis. Sistem ini diharapkan mampu mengetahui tingkat polusi udara dalam ruangan serta dapat menetralkan ruangan kembali.

1.2 Permasalahan

Permasalahan yang diangkat dalam Tugas Akhir ini adalah rancang bangun sistem pengukuran, pengendalian serta monitoring karbon monoksida menggunakan TGS 2600, yang fleksibel dan mudah digunakan.

1.3 Batasan Masalah

Untuk memfokuskan penyelesaian masalah pada Tugas Akhir ini maka batasan masalah yang diangkat adalah sebagai berikut :

1. Sistem rancang bangun ini hanya memiliki fungsi untuk mengukur dan mengendalikan serta memonitoring karbon monoksida.
2. Perangkat keras rangkaian elektronik, unit penampil (*display*), dan perangkat antar muka (*interface*) yang dalam bentuk modul seperti sensor TGS 2600, LCD, dan mikrokontroler jenis Arduino Mega ADK.
3. Sensor yang digunakan adalah sensor gas karbon monoksida dengan tipe TGS 2600 produk figaro Jepang,
4. Hasil keluaran berupa nilai pengukuran yang ditampilkan pada LCD. Data hasil pengukuran akan disimpan pada memori.

1.4 Tujuan

Tujuan utama yang ingin dicapai dalam tugas akhir ini adalah untuk merancang sistem pengukuran, pengendalian dan monitoring karbon monoksida menggunakan sensor TGS 2600 yang mudah digunakan dan memiliki nilai akurasi, agar nantinya dapat diaplikasikan pada dunia industri ataupun sarana penunjang pendidikan.

1.5 Sistematika Laporan

Laporan tugas akhir ini tersusun dalam lima bab dengan. Berikut ini merupakan penjelasan dari tiap bab:

BAB I Pendahuluan

Bab pendahuluan berisi latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, manfaat, dan sistematika laporan.

BAB II Tinjauan Pustaka

Bab ini memaparkan mengenai teori-teori penunjang yang terkait dalam penyusunan tugas akhir.

BAB III Metodologi Penelitian

Bab ini menjelaskan tentang langkah-langkah yang telah dilakukan dalam perancangan dan pembuatan untuk mencapai tujuan dan simpulan tugas akhir. produk akhir dari tahap ini adalah sebuah sistem pengukuran karbon monoksida menggunakan sensor TGS 2600.

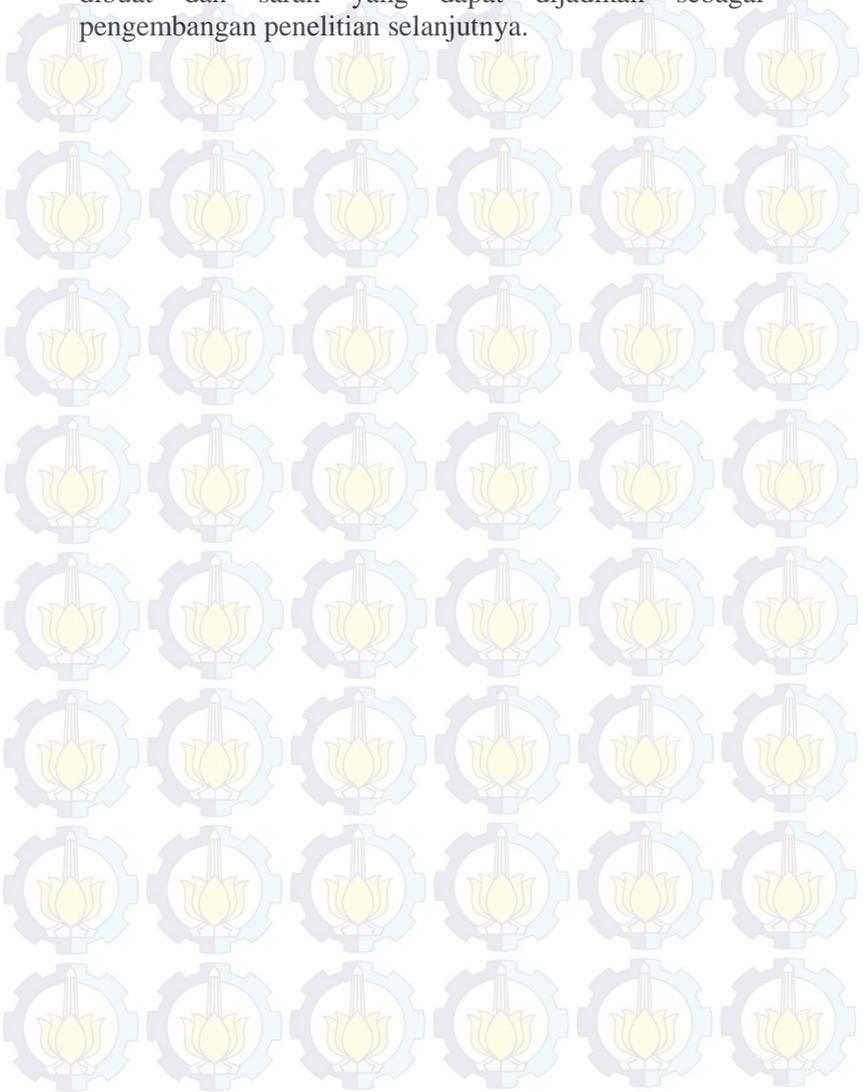
BAB IV Analisa Data dan Pembahasan

Bab ini menampilkan hasil pengambilan data dan analisa beserta pembahasannya.

BAB V Kesimpulan dan Saran

Bab ini berisi tentang kesimpulan dari sistem yang telah

dibuat dan saran yang dapat dijadikan sebagai pengembangan penelitian selanjutnya.



BAB II

TEORI PENUNJANG

2.1 Karbon Monoksida

Karbon monoksida (CO) merupakan suatu gas yang tidak berwarna dan tidak berbau hasil dari pembakaran yang tidak sempurna dari material karbon. Gas karbon monoksida terdiri dari satu atom karbon yang secara kovalen berikatan dengan satu atom oksigen. Pada ikatan ini, terdapat dua ikatan kovalen dan satu ikatan kovalen koordinasi antara atom karbon dan oksigen. Karbon monoksida dihasilkan dari proses pembakaran yang tidak sempurna dari senyawa karbon^[2]. Karbon monoksida terbentuk apabila terdapat kekurangan oksigen dalam proses pembakaran. Karbon monoksida memiliki sifat yang mudah terbakar dan beracun. Senyawa karbon monoksida (CO) berpotensi beracun yang berbahaya karena mampu membentuk ikatan yang kuat dengan pigmen darah yaitu hemoglobin^[3]. Hal ini sangat membahayakan bagi kesehatan dan lingkungan sekitar, baik lingkungan pemukiman maupun lingkungan kerja.

Karbon monoksida (CO) diketahui memiliki dampak yang begitu kompleks bagi kesehatan manusia. Apabila terhisap ke dalam paru-paru, karbon monoksida akan ikut peredaran darah dan akan menghalangi masuknya oksigen yang akan dibutuhkan oleh tubuh. Hal ini dapat terjadi karena gas CO bersifat racun metabolisme, ikut bereaksi secara metabolisme dengan darah. Selain itu karbon monoksida (CO) diketahui dapat mempengaruhi kerja jantung (sistem kardiovaskuler), sistem syaraf pusat, janin, dan semua organ tubuh yang peka terhadap kekurangan oksigen. Pengaruh karbon monoksida (CO) terhadap sistem kardiovaskuler cukup nyata teramati walaupun dalam kadar rendah. Penderita penyakit jantung dan penyakit paru merupakan kelompok yang paling peka terhadap paparan karbon monoksida (CO)^[4].

Konsentrasi gas CO apabila 0 sampai dengan 100 ppm masih dianggap aman jika waktu kontak hanya sebentar. Apabila gas CO sebanyak 30 ppm dihisap manusia selama 8 jam akan menimbulkan rasa pusing dan mual. Pengaruh karbon monoksida (CO) terhadap tubuh manusia tidak sama dengan manusia satu dengan yang lainnya. Konsentrasi gas CO disuatu ruang akan naik bila di ruangan itu ada orang yang merokok. Orang yang merokok akan mengeluarkan asap rokok yang mengandung gas CO dengan konsentrasi lebih dari 20.000 ppm yang kemudian menjadi encer sekitar 400-5000 ppm selama dihisap. Konsentrasi gas CO yang tinggi didalam asap rokok menyebabkan kandungan COHb dalam darah orang yang merokok jadi meningkat. Keadaan ini sudah barang tentu sangat membahayakan kesehatan orang yang merokok. Orang yang merokok dalam waktu yang cukup lama (perokok berat) konsentrasi CO-Hb dalam darahnya sekitar 6,9%. Hal inilah yang menyebabkan perokok berat mudah terkena serangan jantung^[5].

2.2 Sumber Karbon Monoksida

Emisi gas karbon monoksida terjadi dari proses geologis maupun dari kegiatan manusia. Kegiatan manusia merupakan salah satu penyumbang karbon monoksida terbesar. Sumber-sumber karbon monoksida dapat dibagi menjadi 3 macam yaitu:

a. Sumber Titik

Karbon monoksida merupakan salah satu polutan yang ada diudara yang telah lama terdapat di atmosfer sebagai hasil produk dari aktivitas gunung berapi. Karbon monoksida akan larut dalam lahar gunung berapi pada tekanan yang tinggi di dalam mantel bumi. Kandungan karbon monoksida dalam gas gunung berapi bervariasi dari < 0,01 % - > 2 % bergantung pada gunung berapi tersebut. Oleh karena sumber alami karbon

monoksida bervariasi dari tahun ke tahun, maka sangat sulit untuk secara akurat menghitung emisi alami gas tersebut. Selain itu karbon monoksida dihasilkan dari pembakaran produk-produk alam dan sitiesis, termasuk rokok. Karbon monoksida dapat juga dihasilkan reaksi oksida gas metana oleh radikal hidroksil dan dari perombakan atau pembusukan tanaman meskipun tidak sebesar yang dihasilkan pembakaran bensin.

b. Sumber Area

Pada sumber ini gas karbon monoksida berasal dari proses industri. Pabrik-pabrik yang terdapat di kawasan industri masih banyak yang tidak memasang *scruber* pada cerobong asap pabrik. *Scrubber* merupakan alat yang berfungsi sebagai penyaring. Sehingga asap yang dikeluarkan dari hasil pengolahan pabrik ke udara sudah melalui penyaringan dan tidak mengandung gas karbon monoksida yang berbahaya bagi lingkungan.

c. Sumber Bergerak

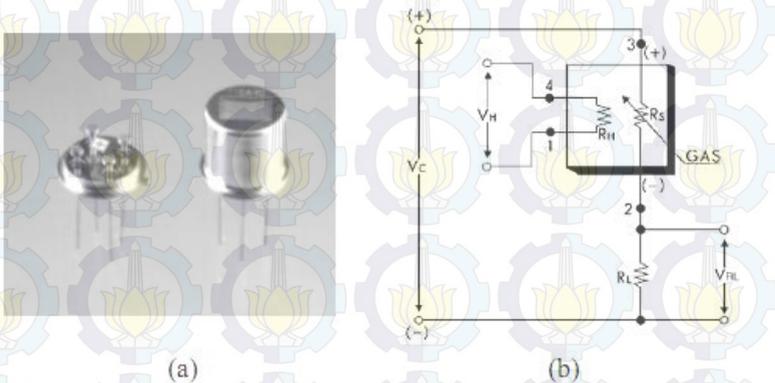
Pada daerah perkotaan, sumber utama penghasil karbon monoksida yaitu kendaraan bermotor seperti mobil, truk, bus dan sepeda motor. Hal ini merupakan dampak dari proses pembakaran bahan bakar minyak yang tidak sempurna. Karbon monoksida terbentuk jika kekurangan oksigen dalam proses pembakaran^[6].

2.3 Sensor Karbon Monoksida (TGS 2600)

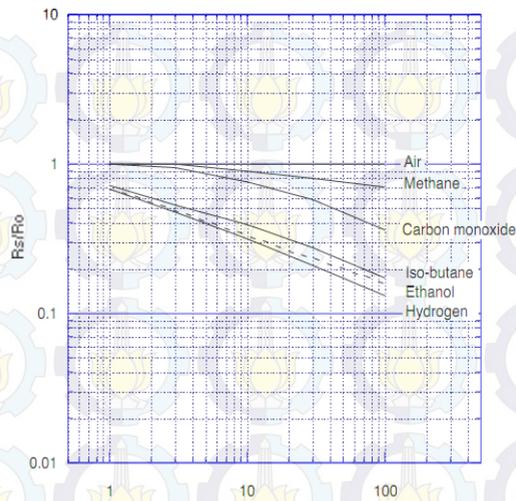
Sensor merupakan piranti yang merubah suatu besaran fisik menjadi besaran fisik lain, yang dalam hal ini pengubahan kebentuk besaran elektrik. Padarancangan alat ukur karbon monoksida ini menggunakan sensor gas yaitu sensor gas Figaro TGS2600. Sensor TGS 2600 mampu mendeteksi senyawa kimia gas polutan yaitu karbonmonoksida (CO).

Sensor tersebut dibuat dari plat baja nikel, kepala penutupnya terbuat dari plat baja NiCu^[7].

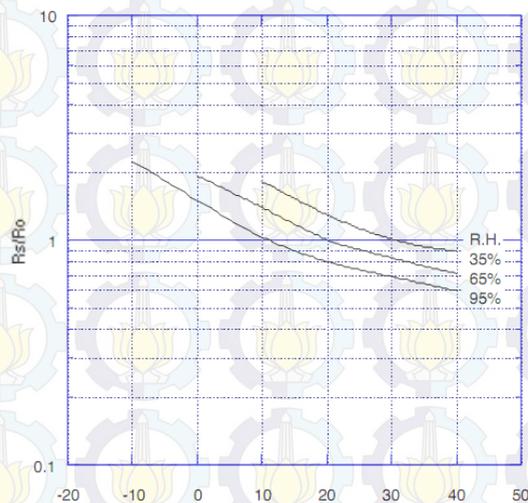
Pada sensor ini tegangan (V_c) digunakan untuk memberi energi elemen sensor yang mempunyai hambatan (R_s) antara dua elektroda sensor dan terhubung secara serial dengan resistor (R_L). Sinyal sensor diukur secara tidak langsung melalui perubahan tegangan yang melewati hambatan R_L . Sensor ini mempunyai nilai hambatan R_s yang akan berubah bila terkena gas dan juga mempunyai sebuah pemanas (heater) yang digunakan untuk membersihkan ruangan sensor dari kontaminasi udara luar. Tegangan pada hambatan R_L diambil sebagai masukan untuk mikroprosesor. Nilai hambatan R_L dipilih agar konsumsi daya pada sensor bernilai di bawah batas 15 miliwatt (**Lampiran A**).



Gambar 2.1(a) sensor TGS 2600, (b) konfigurasi sensor TGS 2600



Gambar 2.2 Karakteristik sensor TGS 2600 terhadap konsentrasi gas



Gambar 2.3 Karakteristik sensor TGS 2600 terhadap suhu dan kelembaban

2.4 Arduino Mega ADK

Arduino board adalah sebuah modul mikrokontroler yang bersifat *open source*. *Open source* adalah aplikasi dan hardware bersifat terbuka, sehingga dapat dengan bebas digunakan, menyebarluaskan dan mengembangkan aplikasinya secara gratis. Arduino juga disebut sebuah platform dari physical computing yang terdiri dari hardware, bahasa pemrograman dan Integrated Development Environment (IDE). IDE adalah software untuk menulis program dengan bahasa pemrograman yang dapat di upload ke memori mikrokontroler^[8]. Hardware dan software Arduino sudah compatible dengan sistem operasi komputer; Microsoft Windows, Mac Os dan Linux.

Arduino board dapat menerima input data dari sensor digital atau analog dan dapat mengatur (output) komponen elektronika seperti : Light Emitting Dioda (LED), Liquid Crystal Display (LCD), Motor, sensor dan komponen lainnya. Arduino board terdiri dari komponen mikrokontroler 8 bit. Di dalam mikrokontroler terdapat sebuah komponen utama Central Processing Unit (CPU), yaitu komponen untuk mengatur alur kerja dari program atau aplikasi dan juga terdapat memori penyimpanan yang digunakan untuk penyimpanan program.

Pada Arduino board terdapat beberapa port komunikasi data, posisinya dapat dilihat pada Gambar 2, yaitu :

1. Port input dan output Digital, port yang digunakan untuk komunikasi data digital antara arduino board dengan komponen lainnya baik secara masukan data seperti pengukuran dari sensor maupun mengirim data perintah ke komponen seperti menggerakkan motor servo.
2. Port input analog, port yang digunakan untuk komunikasi analog antara sensor analog dengan arduino board.
3. Port Universal Serial Bus (USB), port yang digunakan untuk komunikasi data antara arduino board dengan komputer. Port ini dapat bersifat input maupun output,

yaitu untuk meng-upload program ke memori arduino, dan menerima data serial/data pengukuran sensor dari arduino ke komputer.

Salah satu contoh adalah modul mikrokontroler Arduino Mega ADK. Mikrokontroler ini berbasis Atmega2560 kecepatan clock-nya 16 Mhz mempunyai 54 pin input dan output port digital, mempunyai 16 pin input analog, mempunyai 4 serial ports, mempunyai port USB dan port untuk power supply DC 7-12 Volt^[9]. Dengan tersedianya port USB, mikrokontroler Arduino dapat dihubungkan ke Komputer, bisa sebagai server data dalam bentuk database, dan bisa juga sebagai analisa data secara realtime dengan menambahkan program tambahan. Komputer tersebut juga bisa dikembangkan lagi sebagai media penyampai informasi ke publik secara realtime dengan menggunakan media internet. Untuk pembuatan aplikasi program, arduino menggunakan software yang disebut dengan IDE Arduino. Software ini ditulis dengan menggunakan bahasa pemrograman Java. IDE arduino terdiri dari^[10] :

1. Program editor, sebuah aplikasi pada komputer untuk menulis dan mengedit bahasa pemrograman.
2. Compiler, sebuah aplikasi yang mengubah bahasa pemrograman menjadi bahasa biner yang dikenal oleh mikrokontroler.
3. Uploader, sebuah aplikasi yang mengirim bahasa biner ke memori mikrokontroler.



Gambar 2.4Arduino Mega ADK

Pada gambar 2.4 terdapat konfigurasi dan fungsi pin Arduino Mega ADK sebagai berikut;

1. 14 pin input/output digital (0-13)
Befungsi sebagai input atau output, dapat diatur oleh program. Khusus untuk 6 buah pin 3, 5, 6, 9, 10 dan 11, dapat juga berfungsi sebagai pin analog output dimana tegangan output-nya dapat diatur. Nilai sebuah pin output analog dapat diprogram antara 0 – 255, dimana hal itu mewakili nilai tegangan 0 – 5V.
2. USB
Befungsi untuk memuat program dari komputer ke dalam papan, komunikasi serial antara papan dan komputer dan memberi daya listrik kepada papan.
3. Sambungan SV1
Sambungan atau jumper untuk memilih sumber daya papan, apakah dari sumber eksternal atau menggunakan USB. Sambungan ini tidak diperlukan lagi pada papan Arduino versi terakhir karena pemilihan sumber daya eksternal atau USB dilakukan secara otomatis.
4. Q1 – Kristal (quartz crystal oscillator)

Jika microcontroller dianggap sebagai sebuah otak, maka kristal adalah jantung-nya karena komponen ini menghasilkan detak-detak yang dikirim kepada microcontroller agar melakukan sebuah operasi untuk setiap detak-nya. Kristal ini dipilih yang berdetak 16 juta kali per detik (16MHz).

5. Tombol Reset S1

Untuk me-reset papan sehingga program akan mulai lagi dari awal. Perhatikan bahwa tombol reset ini bukan untuk menghapus program atau mengosongkan microcontroller.

6. In-Circuit Serial Programming (ICSP)

Port ICSP memungkinkan pengguna untuk memprogram microcontroller secara langsung, tanpa melalui bootloader. Umumnya pengguna Arduino tidak melakukan ini sehingga ICSP tidak terlalu dipakai walaupun disediakan.

7. IC 1 – Microcontroller Atmega

Komponen utama dari papan Arduino, di dalamnya terdapat CPU, ROM dan RAM.

8. X1 – sumber daya eksternal

Jika hendak disuplai dengan sumber daya eksternal, papan Arduino dapat diberikan tegangan DC antara 9-12V.

9. 6 pin input analog (0-5)

Pin ini sangat berguna untuk membaca tegangan yang dihasilkan oleh sensor analog, seperti sensor suhu. Program dapat membaca nilai sebuah pin input antara 0 – 1023, dimana hal itu mewakili nilai tegangan 0 – 5V.

2.5 Relay

Relay merupakan salah satu piranti elektronik. *Relay* adalah saklar yang dikendalikan secara elektrik. *Relay* berkerja berdasarkan elektromagnetik. *Relay* terdiri dari sebuah

kumparan kawat, sebuah inti besi lunak, beberapa lengan kontak, dan armature. Prinsip kerja dari *relay* yaitu ketika terdapat arus yang mengalir pada kumparan, maka inti besi lunak akan terjadi induksi medan magnet, sehingga armatur akan ditarik oleh inti besi lunak yang telah terinduksi. Gerakan armatur yang tertarik mengakibatkan posisi lengan kontak berubah, di mana antara lengan kontak 1, dan 2 yang terbuka akan menjadi tertutup, sedangkan kebalikannya lengan kontak 2, dan 3 yang tertutup akan menjadi terbuka, atau yang biasa disebut dengan *change over (CO)*^[11].



Gambar 2.5 Relay^[12]

2.6 Fan DC

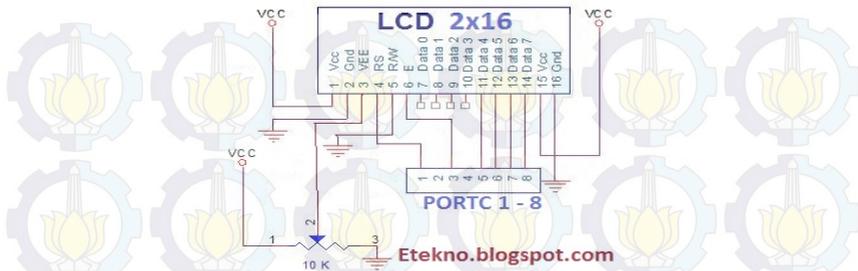
Fan DC berfungsi untuk menghasilkan angin. Pada umumnya *fan* DC berfungsi yang umum adalah untuk pendingin udara, ventilasi (*exhaust fan*) dan lain-lain. Adapun penyusun dari *fan* DC ini antara lain yaitu, motor DC dan baling-baling. Motor DC yang digunakan pada *fan* ini mampu merubah dari energi listrik menjadi energi mekanik. Pada proses energi mekanik ini berupa gerak yang dilakukan oleh baling-baling sehingga mampu untuk memberikan udara atau angin (**Lampiran B**).



Gambar 2.6 Fan DC ^[13]

2.7 Liquid Cristal Display (LCD)

Liquid Cristal Display (LCD) adalah suatu jenis media tampil yang menggunakan kristal cair sebagai penampil utama. LCD yang digunakan pada tugas akhir ini adalah LCD dot matrik dengan jumlah karakter 2 X 16. LCD tersebut berfungsi untuk menampilkan tampilan dari sistem pengukuran karbon monoksida. LCD yang digunakan terdiri dari 16 pin. Pin-pin ini nantinya dihubungkan ke mikrokontroler (Arduino Mega ADK) sebagai monitor dari rangkaian input. Berdasarkan hubungan pin dari LCD ke mikrokontroler dapat diklasifikasikan sifat pin tersebut, dimana pin D4-D7 adalah sebagai data, pin 4-6 adalah kontrol dan pin 1-3 adalah catu daya. Pin15 dan 16 adalah kaki anoda dan katoda dari LED yang menentukan tingkat kecerahan dari LCD^[14]. Untuk konfigurasi dari pin pin yang terdapat dalam LCD dapat dilihat pada gambar di bawah ini :



Gambar 2.7 Koneksi antara mikrocontroller dengan LCD 2x16

Dari gambar 2.5 dapat dijelaskan sebagai berikut :

- Pin 1 dan Pin 15 merupakan pin VCC yang berfungsi sebagai pin masukan catudaya.
- Pin 2 dan Pin 16 merupakan pin *ground*.
- Pin 3 merupakan pin pengatur kontras yang berfungsi mengatur tingkat kecerahan layar LCD.
- Pin 4 merupakan pin *instruction/register select* (RS).
- Pin 5 merupakan pin *read/write LCD register* (R/W).
- Pin 6 merupakan pin *enable* (EN).
- Pin 7 sampai Pin 14 merupakan pin data *input/output* (I/O).

2.8 Teori Ketidakpastian

Tujuan untuk dilakukannya kalibrasi adalah untuk mencapai ketertelusuran pengukuran. Hasil dari pengukuran dapat ditelusur sampai kestandar yang lebih teliti. Manfaat kalibrasi adalah untuk mendukung system mutu yang diterapkan di berbagai industry pada peralatan laboratorium dan produksi yang dimiliki. Dalam melakukan kalibrasi, dapat diketahui seberapa jauh perbedaan atau penyimpangan antara nilai pembacaan alat yang standar dengan nilai pembacaan yang ditunjukkan oleh alat ukur. Selain itu, kalibrasi juga dilakukan untuk mengetahui I nilai ketidakpastian. Untuk

mengetahui nilai ketidakpastian, yaitu dengan langkah pertama mencari nilai standar deviasi, dengan menggunakan persamaan sebagai berikut^[3]:

$$\delta = \sqrt{\frac{\sum(x-x)^2}{n-1}} \quad (2-1)$$

Dimana:

$(x - x)$ = Nilai data x dikurangi nilai rata-rata x.
 n = Jumlah data x

Langkah kedua adalah menghitung nilai ketidakpastian pada hasil pengukuran (UA_1), dengan menggunakan persamaan berikut.

$$UA_1 = \frac{\delta}{\sqrt{n}} \quad (2-2)$$

Dimana:

UA_1 = Nilai ketidakpastian pada hasil pengukuran
 δ = Standar Deviasi

Langkah ketiga adalah menghitung nilai ketidakpastian pendekatan regresi (UA_2). Adapun tahapan untuk mencari nilai ketidakpastian pendekatan regresi (UA_2), yaitu pertama menggunakan persamaan regresi (Y_{reg}), seperti pada persamaan berikut.

$$Y_{reg} = a + bx \quad (2-3)$$

Dimana:

Y' = Variable dependen
 X = Variabel independen
 a = Konstanta (nilai Y' apabila $X=0$)
 b = Koefisien regresi (nilai peningkatan jika bernilai positif ataupun penurunan jika bernilai negatif)

Untuk menghitung nilai persamaan regresi (Y_{reg}), sebelumnya mencari nilai a dan b. Tetapi untuk mencari nilai a, harus mencari nilai b dahulu. Seperti pada persamaan berikut.

$$b = \frac{n \sum xy - \sum x \sum y}{n \sum x^2 - (\sum x)^2} \quad (2-4)$$

Sehingga setelah nilai b diketahui, maka selanjutnya menghitung nilai a dengan persamaan berikut.

$$a = y - bx \quad (2-5)$$

Setelah nilai persamaan regresi (Y_{reg}) dihitung, kemudian mencari nilai nilai sum square residual (SSR), persamaan untuk mencari SSR seperti pada persamaan berikut.

$$SSR = \sum (R)^2 \quad (2-6)$$

Dimana:

SSR = *Sum square residual*

R = Residu

Setelah nilai sum square residual (SSR) diketahui, maka bisa dilanjutkan dengan menghitung nilai ketidakpastian pendekatan regresi (UA_2), dengan menggunakan persamaan berikut ini.

$$UA_2 = \sqrt{\frac{SSR}{n-2}} \quad (2-6)$$

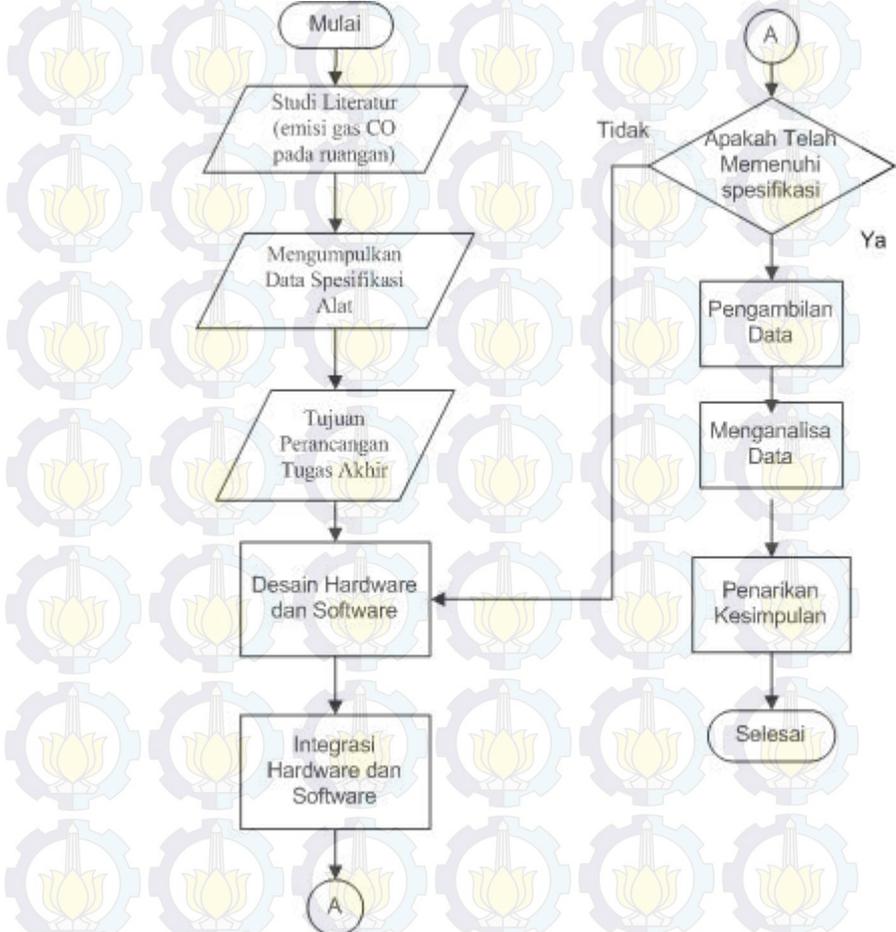
Dimana:

UA_2 = Ketidakpastian pendekatan regresi

SSR = *Sum Square Residual*

BAB III PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT

Dalam perancangan dan pembuatan alat pada Tugas Akhir ini memiliki tahapan-tahapan sebagai berikut:



Gambar 3.1 Flowchart dari Metodologi Penelitian

Pada gambar 3.1 dapat dijelaskan *flowchart* dari metodologi penilitan yaitu melalui tahap-tahap sebagai berikut: studi literatur yang di butuhkan dalam penilitian ini adalah tentang emisi gas karbon monoksida pada ruangan beserta teknologi yang ada pada saat ini untuk mengetahui kandungan karbon monoksida tersebut. Selanjutnya mengumpulkan data-data dan spesifikasi dari alat yang akan dirancang. Selanjutnya yaitu melakukan perancangan hardware dan software yang akan dirancang. Selanjutnya mengintegrasikan hardware dan software dari sistem pengukuran karbon monoksida dalam ruangan tertutup. Selanjutnya Pengambilan data pengukuran dari sistem pengukuran karbon monoksida pada ruangan yang telah di buat. Selanjutnya melakukan pengujian alat, apakah alat sudah sesuai dengan sistem yang diinginkan atau masih belum bisa. Jika sudah sesuai maka akan dilakukan pengambilan data dan penarikan kesimpulan dari sistem pengukuran karbon monoksida pada ruangan tertutup yang telah di buat. Kemudian tahap terakhir adalah Penyusunan laporan dari hasil penelitian yang telah di buat yaitu sistem pengukuran karbon monoksida pada ruang tertutup.

3.1 Gambaran Umum Tugas Akhir

Pada tugas akhir ini yaitu membuat sistem pengukuran karbon monoksida yang langsung terintegrasi dengan *fan exhaust*, dimana nantinya ruangan ini juga di lengkapi dengan monitoring karbon monoksida, dari semua parameter tersebut nantinya dapat ditampilkan dalam sebuah display lcd dan data pembacaan akan tersimpan pada memori yang ada pada PC.

3.2 Perancangan Perangkat Mekanik

Tahap awal dalam perancangan tugas akhir kali ini adalah merancang desain mekanik dari sistem yang akan dibuat, sistem ini memanfaatkan desain ruangan tertutup, dimana pada ruangan ini nantinya terdapat sensor TGS 2600 yang diletakkan pada bagian atas atap untuk lebih jelasnya desain

perangkat mekanik pada sistem kali ini dapat dilihat pada gambar 3.2 di bawah ini :

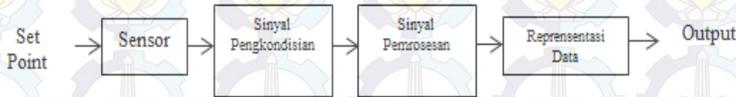


Gambar 3.2 Desain perangkat mekanik dari sistem pengukuran karbon monoksida

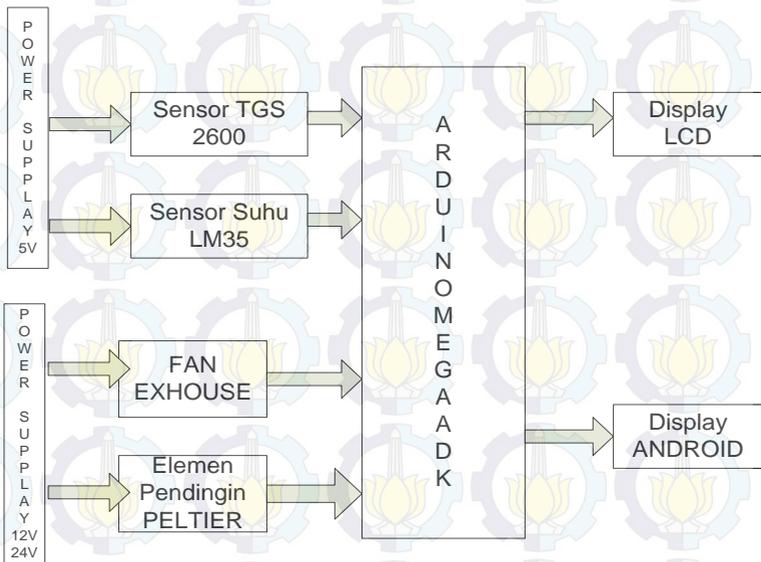
3.3 Perancangan Perangkat Elektrik

Di bawah ini merupakan gambar diagram blok dari sistem yang di buat, dimana terdapat power supplay yang berfungsi sebagai penyedia sumber tegangan agar semua komponen dalam sistem ini dapat bekerja. Sensor karbon monoksida yang di gunakan adalah sensor TGS 2600, dimana dari sensor tersebut akan memberikan sinyal masukan berupa tegangan ke dalam rangkaian Arduino Mega ADK untuk di kelola dan hasilnya akan ditampilkan dalam tampilan LCD 2X16, sehingga akan diketahui hasil pembacaan dari masing masing sensor tersebut. Selain melalui LCD 2x16 hasil dari sistem ini juga akan ditampilkan melalui android dengan cara

mengirimkan data tersebut dari sistem Arduino melalui komunikasi serial.



Gambar 3.3 Diagram Blok Sistem Pengukuran



Gambar 3.4 Diagram Blok Sistem Rangkaian Keseluruhan

Dari gambar 3.3 dapat dijelaskan sebagai berikut :

- Sensor
 - ✓ Sensor TGS 2600
TGS 2600 digunakan sebagai sensor karbon monoksida
 - ✓ Sensor LM35

LM35 digunakan sebagai sensor suhu

- Sistem Kontrol

- ✓ Arduino Mega ADK

Arduino Mega ADK sebagai pengolah data yang dikirimkan dari sensor TGS 2600 dan LM35

- Tampilan

- ✓ LCD 2 X 16

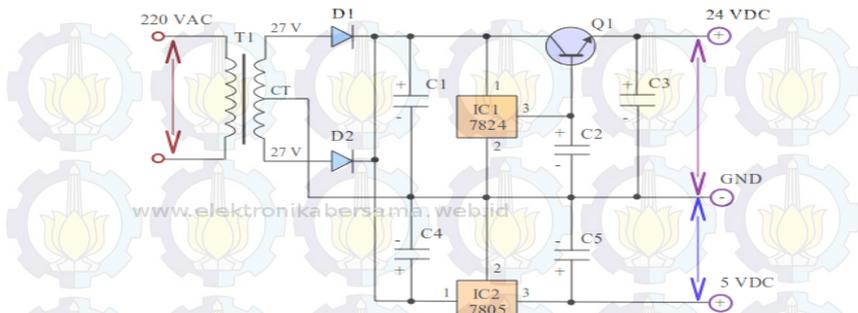
LCD 2 x 16 digunakan untuk menampilkan data dari sensor TGS 2600 yang sudah dikelolah oleh arduino

- ✓ HP

HP digunakan untuk menampilkan data dari sensor TGS 2600 dan LM35 yang sudah dikelolah oleh arduino melalui sistem android

3.3.1 *Power Supplay*

Semua komponen dalam sistem ini tidak akan berfungsi jika tidak ada arus dan tegangan, maka disini digunakan *power supplay* (catu daya) sebagai penyedia sumber arus dan tegangan yang diperlukan oleh semua komponen yang ada dalam sistem ini. Realisasi rangkaian ini diawali dengan cara mendesain rangkaian *power supplay* itu sendiri dengan mempertimbangkan kebutuhan dari tiap komponen yang ada dalam sistem tersebut seperti : rangkaian Arduino Mega ADK, rangkaian sensor TGS 2600 dan LM35, dan juga rangkaian display (LCD). Dari tiap komponen tersebut membutuhkan sumber tegangan +5 volt DC, +12 volt DC, dan +24 volt DC sehingga power supplay ini dirancanag agar bisa menghasilkan tegangan output sebesar +5 volt DC, +12 volt DC, dan +24 volt DC. Eksperimen ini menggunakan rangkaian *power supply* pada CPU. Rangkaian *power supply* tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.4 berikut ini^[15].



Gambar 3.5 Rangkaian *Power Supply* pada CPU

3.3.2 Sensor Karbon Monoksida (TGS 2600)

Sensor gas yang digunakan dalam sistem ini adalah jenis sensor karbon monoksida. Sensor ini nantinya akan bertugas membaca variable karbon monoksida dan dikirimkan ke arduino dalam bentuk sinyal elektrik untuk dikelola dan nantinya akan ditampilkan dalam display layar lcd.

Pada sensor ini tegangan (V_c) digunakan untuk memberi energi elemen sensor yang mempunyai hambatan (R_s) antara dua elektroda sensor dan terhubung secara serial dengan resistor (R_L). Sinyal sensor diukur secara tidak langsung melalui perubahan tegangan yang melewati hambatan R_L . Sensor ini mempunyai nilai hambatan R_s yang akan berubah bila terkena gas dan juga mempunyai sebuah pemanas (heater) yang digunakan untuk membersihkan ruangan sensor dari kontaminasi udara luar. Tegangan pada hambatan R_L diambil sebagai masukan untuk mikroprosesor. Nilai hambatan R_L dipilih agar konsumsi daya pada sensor bernilai di bawah batas 15 miliwatt. Untuk lebih jelasnya rangkaian gambar sensor karbon monoksida TGS 2600 dapat dilihat pada gambar 3.5 dibawah ini :



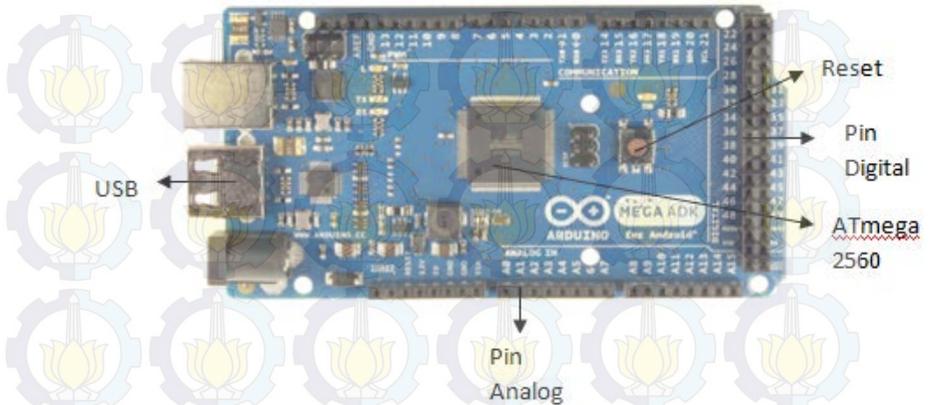
Gambar 3.6 Sensor TGS 2600

3.3.3 Sistem Kontrol (Arduino Mega ADK)

Sistem arduino mega adk merupakan rangkaian yang paling penting dalam sistem kali ini, karena rangkaian ini yang nantinya bertugas untuk mengolah sinyal yang diberikan oleh sensor TGS 2600 untuk bisa didisplaykan pada layar lcd. Arduino yang digunakan kali ini adalah jenis Mega ADK, jenis ini memiliki spesifikasi sebagai berikut :

Tabel 3.1 Spesifikasi Mikrokontroler Arduino Mega ADK

| No. | Karakteristik | Nilai |
|-----|-----------------------------|-------------|
| 1 | Microcontroller | Atmega 2560 |
| 2 | Operating Voltage | 5 Volt |
| 3 | Input Voltage | 7-12 Volt |
| 4 | Digital I/O Pin | 54 pin |
| 5 | Analog Input Pin | 16 pin |
| 6 | DC Current per I/O pin | 40 mA |
| 7 | DC Current for 3.3 Volt Pin | 50 mA |
| 8 | Flash Memory | 256 Kb |
| 9 | SRAM | 8 Kb |
| 10 | EEPROM | 4 Kb |
| 11 | Clock Speed | 16 MHz |
| 12 | USB Host Chip | MAX3421E |

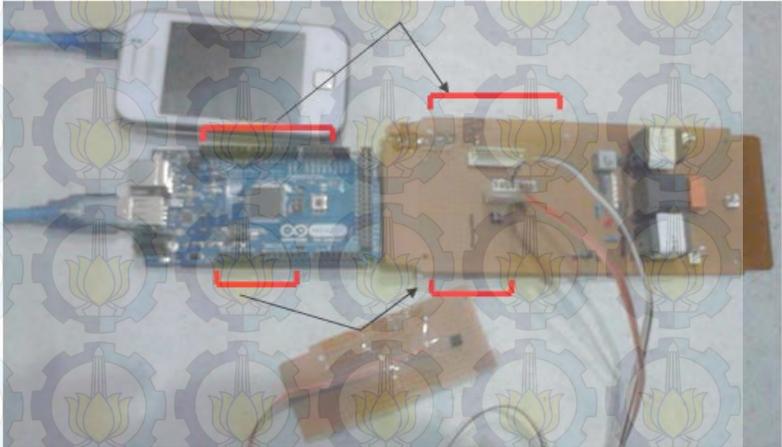


Gambar 3.7 Arduino Mega ADK

Dari Gambar 3.7 dapat dijelaskan sebagai berikut.

- *Port input dan output Digital*, port yang digunakan untuk komunikasi data digital antara Arduino *board* dengan komponen lainnya baik secara masukan data seperti pengukuran dari sensor maupun mengirim data perintah ke komponen seperti menggerakkan motor servo.
- *Port input analog*, port yang digunakan untuk komunikasi analog antara sensor analog dengan Arduino *board*.
- *Port Universal Serial Bus (USB)*, port yang digunakan untuk komunikasi data antara Arduino *board* dengan komputer. Port ini dapat bersifat *input* maupun *output*, yaitu untuk *meng-upload* program ke memori Arduino, dan menerima data serial/data pengukuran sensor dari Arduino ke komputer.
- IC ATmega 2560, berfungsi untuk mengelola data dari sensor suhu.
- Tombol *reset*, berfungsi untuk mengembalikan Arduino ke kondisi awal.

Hasil rangkaian Arduino Mega ADK dapat dilihat pada Gambar 3.8 berikut.

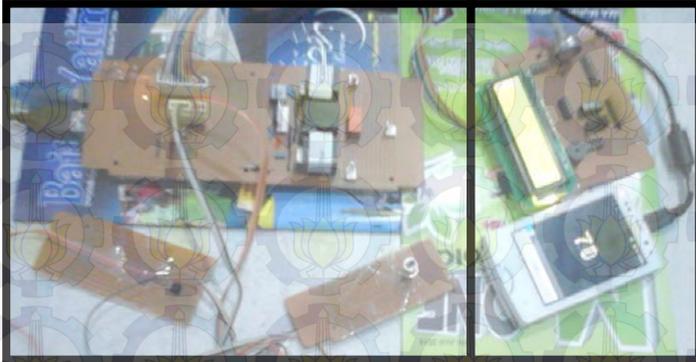


Gambar 3.8 Hasil Rangkaian Arduino Mega ADK

Berdasarkan gambar 3.8, garis merah menunjukkan bahwa keduanya saling terhubung. Arduino Mega ADK dihubungkan dengan PCB yang telah dipasang rangkaian sensor TGS 2600 dan juga *fan* DC. Pin penghubung keduanya terletak di bagian bawah dari PCB.

3.3.4 Rangkaian *Display*

Display dalam sistem ini menggunakan LCD 2X16. *Display* akan menerima sinyal yang telah diolah oleh Arduino Mega ADK sesuai dengan program yang telah dibuat. *Display* akan menampilkan variabel asap berupa CO% pada ruangan sesuai dengan hasil pengukuran yang dilakukan. Rangkaian *display* pada LCD dapat dilihat pada Gambar 3.10 di bawah ini.

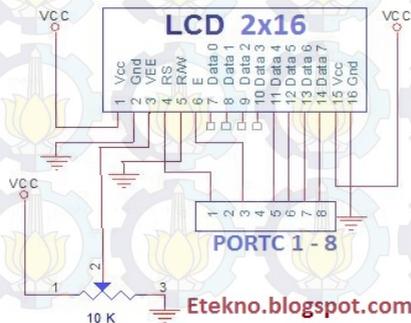


Gambar 3.9 Rangkaian *Display* Pada LCD 2x16

3.3.5 *Display* (LCD 2 X 16)

Display yang digunakan dalam sistem kali ini menggunakan LCD 2 x 16 , *display* ini nantinya akan menerima sinyal yang telah di kelola oleh mikrokontroler arduino sesuai dengan program yang telah dibuat (dimana program kali ini adalah pengukuran besarnya karbon monoksida), *display* ini akan menampilkan nilai yang sesuai dengan hasil pengukuran yang dilakukan

Untuk lebih jelasnya rangkaian *display* LCD 2 x 16 dapat dilihat pada gambar 3.6 di bawah ini :



Gambar 3.10 Rangkaian LCD 2 X 16

3.3.6 Flow Chart Program

Program yang dibuat pada sistem ini mulai dari pembacaan sensor karbon monoksida hingga proses penampilan pada LCD memiliki alur. Setiap hasil pengukuran yang didapatkan dari pembacaan sensor nilainya akan diolah oleh mikrokontroller arduino Mega ADK kemudian akan ditampilkan pada layar LCD. Untuk setiap 3 detik data akan disimpan pada memori. Alur proses pada program tersebut dapat dilihat pada gambar *flow chart* di bawah ini:



Gambar 3.11 *Flow Chart* Program Sistem Pengukuran Karbon Monoksida



Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB IV ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

Setelah dilakukan prancangan dan pembuatan alat, tahap selanjutnya yaitu pengujian alat yang pengujian alat ukur karbon monoksida.

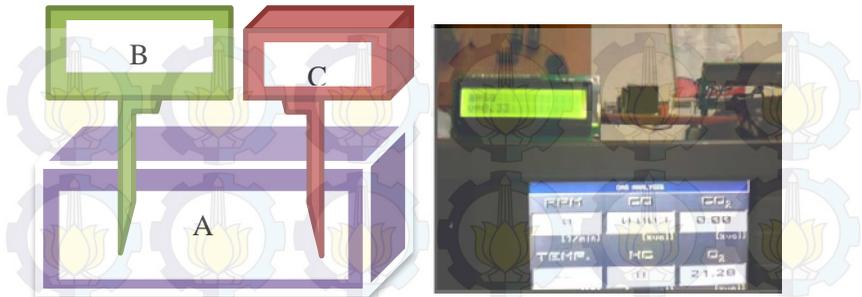
4.1 Hasil Alat

4.1.1 Pengujian Sensor Gas TGS 2600

Tahap pertama dalam pengujian alat ukur karbon monoksida ini adalah pengujian *output* sensor karbon monoksida terhadap pembacaan ADC pada mikrokontroler arduino. Adapun data hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 4.1 dibawah ini.

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Sensor Karbon Monoksida Terhadap Pembacaan ADC

| No | CO % | Pembacaan ADC |
|----|-------|---------------|
| 1 | 0 | 13 |
| 2 | 0.01 | 59 |
| 3 | 0.02 | 66 |
| 4 | 0.03 | 70 |
| 5 | 0.04 | 72 |
| 6 | 0.05 | 73 |
| 7 | 0.06 | 78 |
| 8 | 0.07 | 80 |
| 9 | 0.08 | 81 |
| 10 | 0.09 | 85 |
| 11 | 0.100 | 195 |
| 12 | 0.101 | 195 |
| 13 | 0.102 | 196 |
| 14 | 0.103 | 197 |
| 15 | 0.104 | 197 |
| 16 | 0.105 | 196 |
| 17 | 0.106 | 196 |
| 18 | 0.107 | 196 |
| 19 | 0.108 | 195 |
| 20 | 0.109 | 198 |
| 21 | 0.11 | 199 |



Gambar 4.1 Proses Kalibrasi Alat Ukur Karbon Monoksida

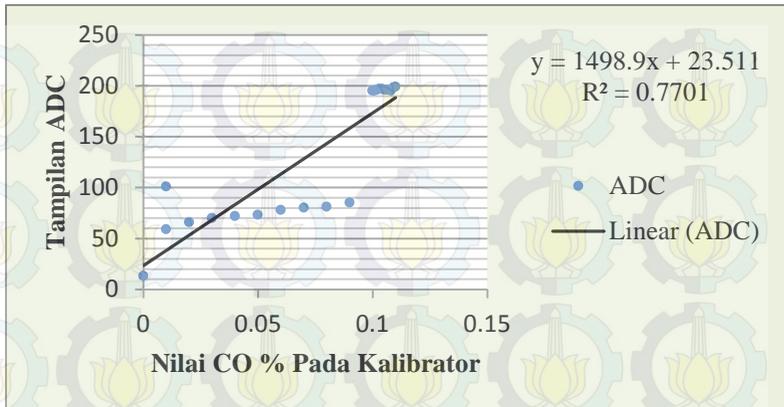
Keterangan:

A : Sumber Asap

B : Rangkaian Sensor TGS 2600

C : Alat Kalibrator

Proses pengujian yang dilakukan yaitu dengan cara meletakkan sensor dan alat penguji pada ruang tertutup dengan memberikan asap pada ruangan tersebut. Kemudian alat kalibrator akan membaca kadar karbon CO yang berasal dari asap tersebut diikuti dengan *output* sensor karbon monoksida terhadap pembacaan ADC pada mikrokontroler arduino. Setiap pembacaan dihitung selama 5 detik. Dari Tabel 4.1 dapat diperoleh grafik hubungan antara sensor berat terhadap pembacaan ADC pada mikrokontroler Arduino Mega ADK beserta persamaannya seperti gambar di bawah ini.



Gambar 4.2 Grafik Hubungan Antara Sensor Karbon Monoksida Dengan Pembacaan ADC pada Mikrokontroler Arduino Beserta Persamaannya

Dari Gambar diatas dapat disimpulkan bahwa sensitivitas sensor karbon monoksida yang digunakan cukup linier. Grafik pada gambar diatas memperlihatkan hubungan matematis antara ADC terhadap kadar karbon monoksida dalam bentuk persamaan linier. Kadar suatu udara dapat diketahui dengan pendekatan fungsi persamaan linier ini. Persamaan ini akan didownloadkan ke dalam mikrokontroler arduino mega ADK dan hasil pengukuran kadar karbon monoksida akan ditampilkan melalui penampil LCD. Fungsi transfer sensor adalah $y = 1498,9x + 23,511$ dengan y adalah nilai bit desimal hasil konversi tegangan keluaran analog ke digital oleh ADC dan x adalah nilai kadar karbon monksida (%). Data pembacaan ADC yang telah didapatkan selanjutnya akan diolah untuk pemrograman mikrokontroler. Setelah pemrograman pada mikrokontroler selesai, langkah selanjutnya adalah pengujian pembacaan alat ukur karbon monoksida dengan alat standar. Pengambilan data pengujian dilakukan sebanyak tiga kali dalam setiap pengukuran dengan

menggunakan sampel yang sama dan sejenis. Waktu yang digunakan untuk masing-masing pengambilan data adalah 30 detik. Dari masing-masing pengambilan data dari hasil pengujian diambil tiga kali kemudian dirata-rata untuk mengetahui hasil pembacaan dari alat yang dirancang.

Tabel 4.2 Data Pengujian Alat Ukur yang Dibandingkan dengan CO meter

| No | Yn | Xn | | | Mean |
|----|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | 1 | 2 | 3 | |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.000 |
| 2 | 0.01 | 0.02 | 0.01 | 0 | 0.010 |
| 3 | 0.02 | 0.01 | 0.02 | 0.03 | 0.020 |
| 4 | 0.03 | 0.04 | 0.03 | 0.03 | 0.033 |
| 5 | 0.04 | 0.04 | 0.03 | 0.05 | 0.040 |
| 6 | 0.05 | 0.05 | 0.07 | 0.06 | 0.060 |
| 7 | 0.06 | 0.08 | 0.07 | 0.06 | 0.070 |
| 8 | 0.07 | 0.09 | 0.06 | 0.08 | 0.077 |
| 9 | 0.08 | 0.07 | 0.08 | 0.09 | 0.080 |
| 10 | 0.09 | 0.07 | 0.08 | 0.09 | 0.080 |
| 11 | 0.100 | 0.1 | 0.102 | 0.1 | 0.101 |
| 12 | 0.101 | 0.1 | 0.104 | 0.103 | 0.102 |
| 13 | 0.102 | 0.101 | 0.102 | 0.103 | 0.102 |
| 14 | 0.103 | 0.104 | 0.103 | 0.102 | 0.103 |
| 15 | 0.104 | 0.105 | 0.105 | 0.103 | 0.104 |
| 16 | 0.105 | 0.105 | 0.106 | 0.104 | 0.105 |
| 17 | 0.106 | 0.105 | 0.106 | 0.107 | 0.106 |
| 18 | 0.107 | 0.105 | 0.108 | 0.109 | 0.107 |
| 19 | 0.108 | 0.109 | 0.108 | 0.107 | 0.108 |
| 20 | 0.109 | 0.109 | 0.108 | 0.11 | 0.109 |
| 21 | 0.11 | 0.112 | 0.11 | 0.11 | 0.111 |

Keterangan:

Y_n = Pembacaan alat standar (%)

X_n = Pembacaan alat (%)

Setelah data pengujian diperoleh, kemudian dihitung besarnya prosentasi *error*, *presisi*, dan akurasi alat yang dibuat. Hasil perhitungan prosentasi *error*, *presisi*, dan nilai *akurasi* pengujian alat dapat dilihat pada Tabel 4.3 dibawah ini.

Tabel 4.3 Prosentasi *Error* dan *Presisi* dari Hasil Pengujian Alat

| No | Y_n | X_n | | | Mean | Error | Presisi | Koreksi |
|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---------|---------|
| | | 1 | 2 | 3 | | | | |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.000 | 0% | 100% | 0.000 |
| 2 | 0.01 | 0.02 | 0.01 | 0 | 0.010 | 0% | 99% | 0.000 |
| 3 | 0.02 | 0.01 | 0.02 | 0.03 | 0.020 | 0% | 99% | 0.000 |
| 4 | 0.03 | 0.04 | 0.03 | 0.03 | 0.033 | 11% | 98% | -0.003 |
| 5 | 0.04 | 0.04 | 0.03 | 0.05 | 0.040 | 0% | 98% | 0.000 |
| 6 | 0.05 | 0.05 | 0.07 | 0.06 | 0.060 | 17% | 96% | -0.010 |
| 7 | 0.06 | 0.08 | 0.07 | 0.06 | 0.070 | 0% | 96% | -0.010 |
| 8 | 0.07 | 0.09 | 0.06 | 0.08 | 0.077 | 10% | 95% | -0.007 |
| 9 | 0.08 | 0.07 | 0.08 | 0.09 | 0.080 | 0% | 95% | 0.000 |
| 10 | 0.09 | 0.07 | 0.08 | 0.09 | 0.080 | 13% | 95% | 0.010 |
| 11 | 0.100 | 0.1 | 0.102 | 0.1 | 0.101 | 1% | 94% | -0.001 |
| 12 | 0.101 | 0.1 | 0.104 | 0.103 | 0.102 | 1% | 94% | -0.001 |
| 13 | 0.102 | 0.101 | 0.102 | 0.103 | 0.102 | 0% | 94% | 0.000 |
| 14 | 0.103 | 0.104 | 0.103 | 0.102 | 0.103 | 0% | 94% | 0.000 |
| 15 | 0.104 | 0.105 | 0.105 | 0.103 | 0.104 | 0% | 94% | 0.000 |
| 16 | 0.105 | 0.105 | 0.106 | 0.104 | 0.105 | 0% | 94% | 0.000 |
| 17 | 0.106 | 0.105 | 0.106 | 0.107 | 0.106 | 0% | 93% | 0.000 |
| 18 | 0.107 | 0.105 | 0.108 | 0.109 | 0.107 | 0% | 93% | 0.000 |
| 19 | 0.108 | 0.109 | 0.108 | 0.107 | 0.108 | 0% | 93% | 0.000 |
| 20 | 0.109 | 0.109 | 0.108 | 0.11 | 0.109 | 0% | 93% | 0.000 |
| 21 | 0.11 | 0.112 | 0.11 | 0.11 | 0.111 | 1% | 93% | -0.001 |
| Σ | 1.605 | | | | 1.628 | 0.518 | | -0.023 |

Pada tabel 4.3 merupakan data pengujian alat ukur karbon monoksida, dari data ini dapat dihitung nilai standar deviasi seperti persamaan berikut:

Menentukan nilai U_{A1}

$$U_{A1} = \frac{\delta}{\sqrt{n}}$$

$$U_{A1} = \frac{0,03146}{\sqrt{21}}$$

$$U_{A1} = 0,0075$$

Sehingga berdasar perhitungan nilai standar deviasi (δ) diketahui sebesar 0,0315. Dan berdasar perhitungan di bawah ini, dihasilkan nilai ketidakpastian pengukuran (U_{A1}) sebesar 0.0075.

4.1.2 Pengambilan Data Pada Ruangan

Berikut ini adalah data pengukuran pada ruangan dengan dimensi 1m X 1m X 2m dan pengujian pada ruangan dengan dimensi 2m X 1m X 2m.

Tabel 4.4 Data Pengukuran Kadar Karbon Monoksida Pada Ruangan Berdimensi 1m X 1m X 2m

| No | Set Point | Kadar Karbon Monoksida (%) | | | | | Rata-rata Kadar Karbon Monoksida (%) | Error | Akurasi |
|----|-----------|----------------------------|------|------|------|------|--------------------------------------|-------|---------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | | |
| 1 | 0.05 | 0.08 | 0.02 | 0.04 | 0.07 | 0.03 | 0.048 | 4% | 96.0% |
| 2 | 0.1 | 0.14 | 0.08 | 0.09 | 0.11 | 0.07 | 0.098 | 2% | 98.0% |
| 3 | 0.15 | 0.18 | 0.14 | 0.14 | 0.15 | 0.13 | 0.148 | 1% | 98.7% |
| 4 | 0.25 | 0.26 | 0.24 | 0.23 | 0.26 | 0.24 | 0.246 | 2% | 98.4% |
| 5 | 0.3 | 0.29 | 0.34 | 0.27 | 0.29 | 0.28 | 0.294 | 2% | 98.0% |

Pada tabel 4.4 merupakan data pengujian alat ukur karbon monoksida, dari data ini dapat diketahui jika rata-rata error sebesar 2% dan akurasi pengukurannya sebesar 98% pada ruangan dengan dimensi 1m X 1m X 2m. Rentang pengukurannya antara 0.05 hingga 0.3. Nilai standar deviasi berdasarkan perhitungan nilai standar deviasi (δ) diketahui sebesar 0,0623, perhitungan nilai ketidakpastian pengukuran (U_{A1}) sebesar 0.0283 dan nilai ketidakpastian resolusinya

sebesar 0.0029%.

Tabel 4.5 Data Pengukuran Kadar Karbon Monoksida Pada Ruang Berdimensi 2m X 1m X 2m

| No | Set Point | Kadar Karbon Monoksida (%) | | | | | Rata-rata Kadar Karbon Monoksida (%) | Error | Akurasi |
|----|-----------|----------------------------|------|------|------|------|--------------------------------------|-------|---------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | | |
| 1 | 0.05 | 0.02 | 0.06 | 0.04 | 0.07 | 0.04 | 0.046 | 8% | 92.0% |
| 2 | 0.1 | 0.09 | 0.11 | 0.13 | 0.08 | 0.06 | 0.094 | 6% | 94.0% |
| 3 | 0.15 | 0.13 | 0.18 | 0.14 | 0.16 | 0.13 | 0.148 | 1% | 98.7% |
| 4 | 0.25 | 0.23 | 0.26 | 0.21 | 0.24 | 0.28 | 0.244 | 2% | 97.6% |
| 5 | 0.3 | 0.28 | 0.33 | 0.28 | 0.24 | 0.23 | 0.272 | 9% | 90.7% |

Pada tabel 4.5 merupakan data pengujian alat ukur karbon monoksida, dari data ini dapat diketahui rata-rata error sebesar 5% dan akurasi pengukurannya sebesar 95% pada ruangan dengan dimensi 2m X 1m X 2m. Nilai standar deviasi (δ) berdasarkan perhitungan diketahui sebesar 0,1072, nilai ketidakpastian pengukuran (UA1) sebesar 0.0479 dan nilai resolusi sebesar 0.01.

4.2 Pembahasan

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan didapatkan data primer. Data primer yang digunakan sebagai pembanding untuk pembacaan berupa asap rokok yang akan diteliti di laboratorium untuk dianalisis kadar CO. Pengujian dilakukan berdasarkan metode pembacaan dengan sensor gas TGS 2600 dan membandingkan dengan alat ukur meter standart sehingga dapat diketahui nilai CO%. Hasil keluaran dari alat standar berupa nilai karbon monoksida dalam skala %, sedangkan untuk pembacaan sensor berupa ADC. Nilai ADC pembacaan sensor ini akan diolah pada mikrokontroller. Setelah itu akan dilakukan pengujian kembali pada alat yang sudah disesuaikan dengan alat standar.

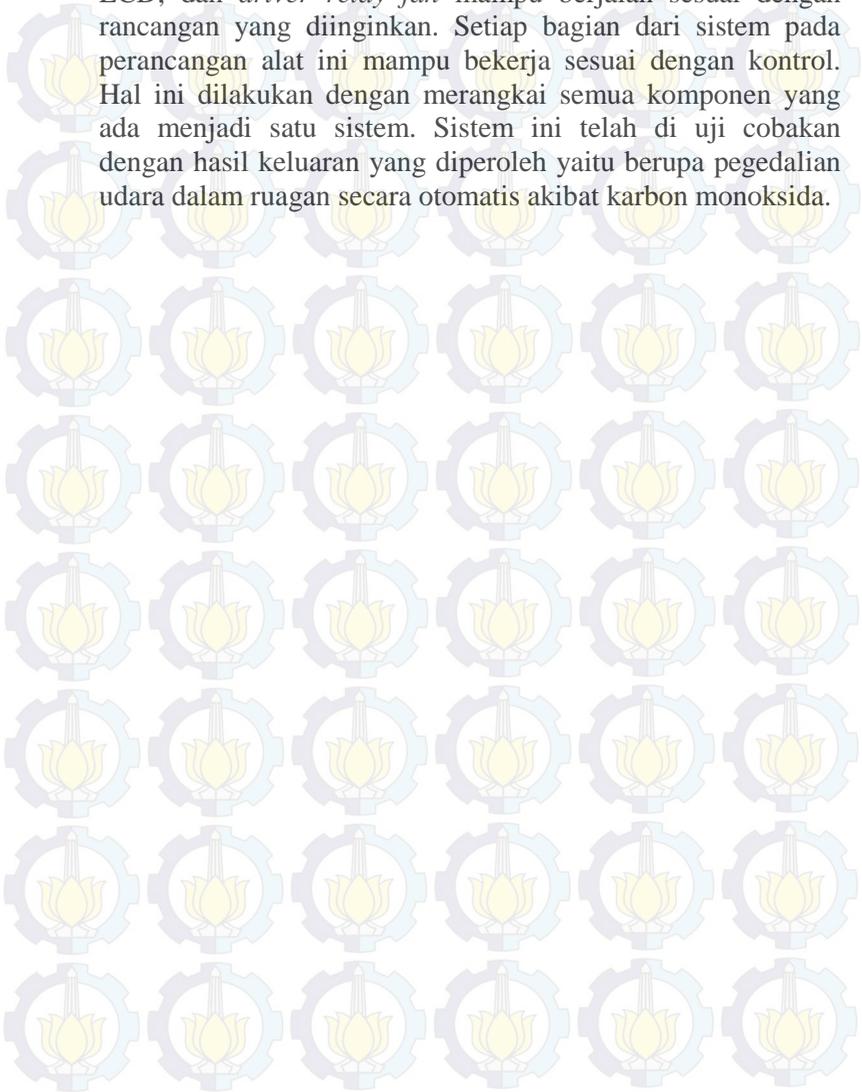
Proses pengujian alat ukur karbon monoksida adalah

dengan membandingkan nilai konsentrasi gas karbon monoksida dari alat yang standar dengan alat yang dibuat. Sumber gas yang digunakan pada proses pengujian ini menggunakan satu macam sampel yang sejenis yaitu asap rokok. Pengujian alat ukur ini yaitu membandingkan nilai konsentrasi gas dari alat yang standar dengan alat yang dibuat. Dengan pengambilan sampel sebanyak tiga kali dengan waktu yang sama yaitu 30 sekon. Berdasarkan pengujian alat yang dibuat dengan alat yang sudah standar ini akan didapatkan nilai ketidakpastiannya. Nilai ketidakpastian yang didapatkan dari pengujian tersebut antara lain standar deviasi 0,0315. Kemudian dari standar deviasi yang didapatkan akan didapatkan nilai pengukuran (UA1), sehingga dapat diketahui nilai yang dihasilkan yaitu sebesar 0,0075. Untuk mencari nilai ketidakpastian dari pendekatan regresi (UA2), harus mencari nilai persamaan regresi (Y_{reg}) dan sum square residual (SSR), sehingga dapat menghitung nilai UA2. Nilai UA2 didapatkan sebesar 0,3438. Sedangkan rata-rata prosentase error sebesar 2,46%, presisi sebesar 95,24% dengan range pengukuran 0 hingga 0,110 CO%.

Pada saat pengujian yang dilakukan pada ruangan dengan berdimensi 1m X 1m X 2m didapatkan nilai standar deviasi (δ) diketahui sebesar 0,0623, sedangkan nilai ketidakpastian pengukuran (UA1) sebesar 0.0283. Sedangkan untuk pengujian pada ruangan berdimensi 2m X 1m X 2m rata-rata nilai standar deviasi (δ) diketahui sebesar 0,1072, sedangkan nilai ketidakpastian pengukuran (UA1) sebesar 0.0479. Pada pengujian dengan ruangan yang berdimensi lebih kecil maka respon pembacaan sensornya lebih cepat dibandingkan dengan ruangan yang berdimensi lebih besar.

Hasil dari pengukuran alat ukur dirancang secara realtime dan konstan terhadap pengukuran gas polutan yang terukur oleh sensor gas. Berdasarkan pengujian secara keseluruhan yang telah dilakukan, diketahui jika sensor asap TGS 2600, mikrokontroler Arduino Mega ADK, rangkaian

LCD, dan *driver relay fan* mampu berjalan sesuai dengan rancangan yang diinginkan. Setiap bagian dari sistem pada perancangan alat ini mampu bekerja sesuai dengan kontrol. Hal ini dilakukan dengan merangkai semua komponen yang ada menjadi satu sistem. Sistem ini telah di uji cobakan dengan hasil keluaran yang diperoleh yaitu berupa pegedalian udara dalam ruangan secara otomatis akibat karbon monoksida.





Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

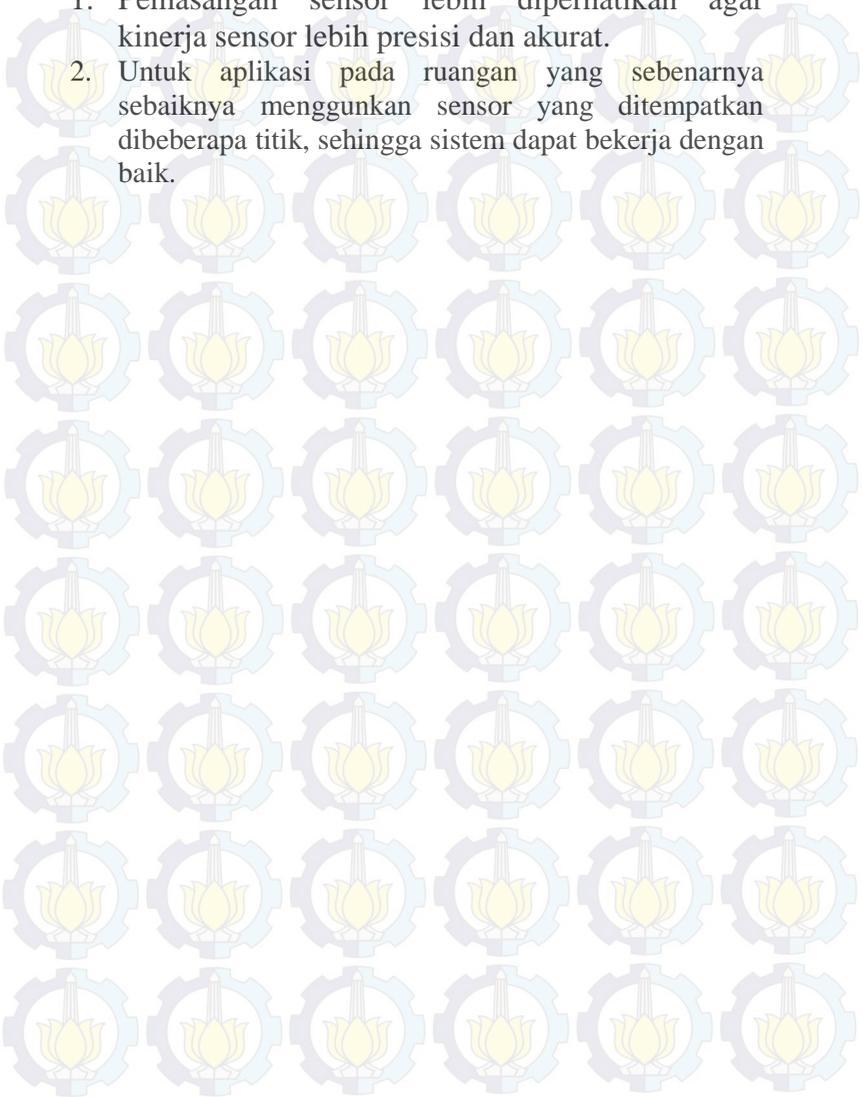
Setelah melakukan pengujian dan analisa terhadap data yang telah didapat pada penelitian ini, yaitu rancang bangun alat ukur karbon monoksida (CO) pada ruangan berdimensi 2m X 1m X 2m berbasis arduino mega ADK menggunakan sensor TGS 2600, maka didapatkan kesimpulan yaitu sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil pengujian sensor TGS 2600, didapatkan persamaan linier yaitu $y = 1498.9x + 23.511$
2. Hasil pengujian sensor didapatkan rata-rata prosentase error sebesar 3%, presisi sebesar 95% dengan kadar CO yang terukur sebesar 0 hingga 0.110 dan memiliki batas toleransi ± 0.05 .
3. Berdasarkan pengujian alat ukur yang telah dibuat pada dimensi 1m X 1m X 2m, diperoleh nilai standar deviasi (δ) sebesar 0.0623, nilai ketidakpastian hasil pengukuran (UA1) yaitu 0.0283, rata-rata error pengukuran kadar karbonmonoksida sebesar 2% dan akurasi pengukurannya sebesar 98%, resolusinya sebesar 0.01 dan nilai ketidakpastiaan error sebesar 0.0029 %. Sedangkan pengujian alat ukur pada dimensi 2m X 1m X 2m, diperoleh nilai standar deviasi (δ) sebesar 0,1072, sedangkan nilai ketidakpastian pengukuran (UA1), rata-rata error sebesar 5% dan akurasi pengukurannya sebesar 95%.
4. Berdasarkan hasil pengujian sensor dan pengujian alat ukur karbon monoksida dapat bekerja dengan baik.

5.2 Saran

Adapun saran yang perlu diperhatikan untuk kelanjutan pengembangan plant ini adalah :

1. Pemasangan sensor lebih diperhatikan agar kinerja sensor lebih presisi dan akurat.
2. Untuk aplikasi pada ruangan yang sebenarnya sebaiknya menggunakan sensor yang ditempatkan di beberapa titik, sehingga sistem dapat bekerja dengan baik.



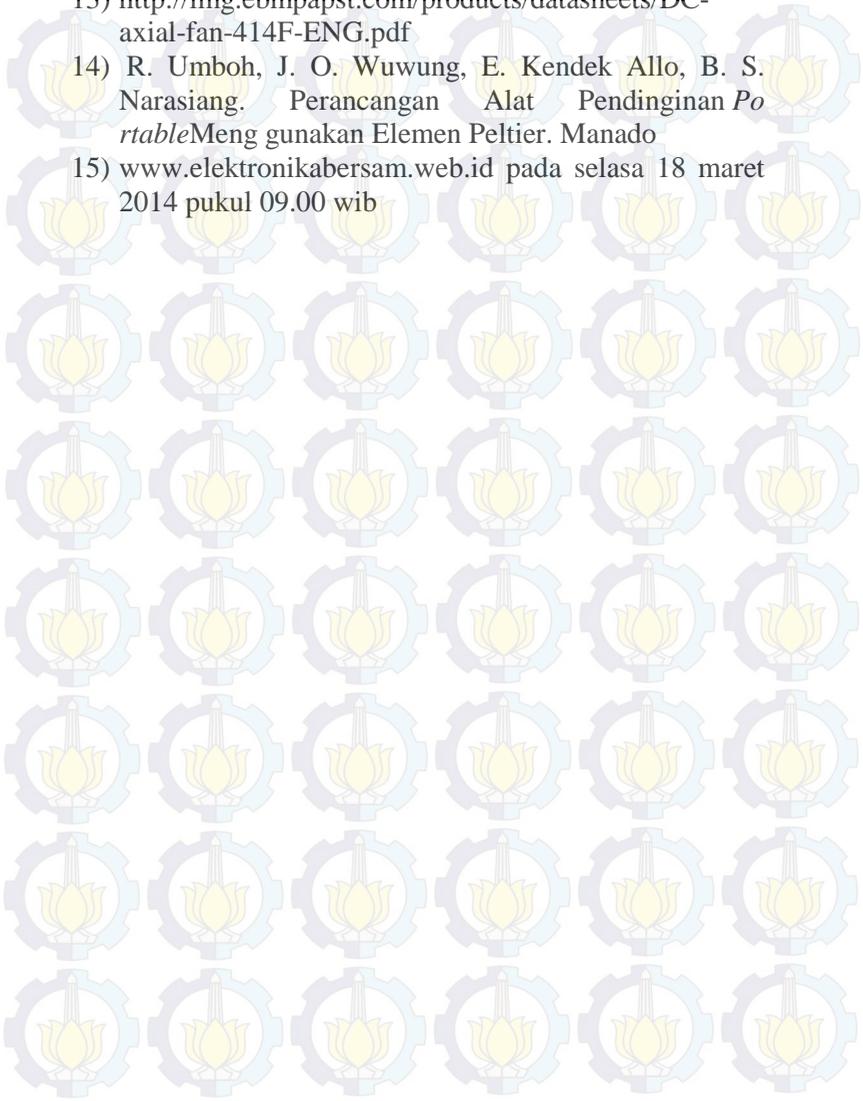
DAFTAR PUSTAKA

- 1) <http://www.tanyadok.com/kesehatan/polusi-udara-dalam-ruangan-lebih-bahaya-dari-luar-ruangan> diakses pada Selasa 18 Maret 2014 pukul 09.00 wib
- 2) http://id.wikipedia.org/wiki/Karbon_monoksida pada Selasa 18 Maret 2014 pukul 09.00 wib
- 3) Putro Irvan Adhi Eko. 2011. Rancang bangun alat ukur emisi gas buang, Studi kasus: pengukuran gas karbon monoksida (CO). Surabaya
- 4) http://www.chem-is-try.org/artikel_kimia/kimia_lingkungan/karbonmonoksida-dan-dampaknya-terhadap-kesehatan/ pada Selasa 18 Maret 2014 pukul 09.00 wib
- 5) <http://artikelkimia.wordpress.com/2009/06/08/raniutami-widiyanti-0802611-dampak-negatif-gas-karbon-monoksida-bagi-kesehatan-manusia/> pada Selasa 18 Maret 2014 pukul 09.00 wib
- 6) <http://syarie93.blogspot.com/2013/09/kontribusi-kendaraan-bermotor-dalam.html> diakses pada 4 April 2014 pukul 13.12 wib
- 7) Umami Reza Mega. 2010. Perancangan Dan Pembuatan Alat Pengendali Asap Rokok Berbasis Mikrokontroler At89s8252. Malang
- 8) Isnaini Vandri Ahmad. 2013. Pemanfaatan Modul Mikrokontroler Arduino Untuk Rancang Bangun Alat Ukur Fisika. Jambi
- 9) www.arduino.cc, 2013 pada Selasa 18 Maret 2014 pukul 09.00 wib
- 10) Djuandi, F., 2011
- 11) Liangdo Yohanes, Wibowo Antonius. 2007. Sistem Monitor Dan Pengontrol Kadar Gas Karbon Monoksida (Co) Dalam Ruangan. Surabaya
- 12) <http://sukasukapaktri.blogspot.com/2013/04/relay.html> diakses pada 4 April 2014 pukul 13.12 wib

13) <http://img.ebmpapst.com/products/datasheets/DC-axial-fan-414F-ENG.pdf>

14) R. Umboh, J. O. Wuwung, E. Kendek Allo, B. S. Narasiang. Perancangan Alat Pendinginan *Portable* Menggunakan Elemen Peltier. Manado

15) www.elektronikabersam.web.id pada Selasa 18 Maret 2014 pukul 09.00 wib



LAMPIRAN A

DATASHEET SENSOR TGS 2600

FIGARO

PRODUCT INFORMATION

TGS 2600 - for the detection of Air Contaminants

Features:

- * Low power consumption
- * High sensitivity to gaseous air contaminants
- * Long life and low cost
- * Uses simple electrical circuit
- * Small size

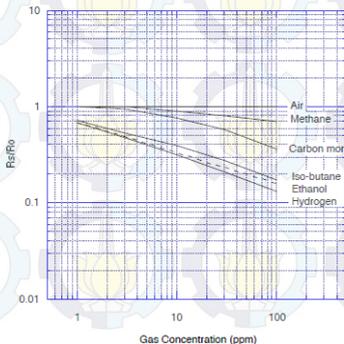
The sensing element is comprised of a metal oxide semiconductor layer formed on an alumina substrate of a sensing chip together with an integrated heater. In the presence of a detectable gas, the sensor's conductivity increases depending on the gas concentration in the air. A simple electrical circuit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

The TGS 2600 has high sensitivity to low concentrations of gaseous air contaminants such as hydrogen and carbon monoxide which exist in cigarette smoke. The sensor can detect hydrogen at a level of several ppm. Figaro also offers a microprocessor (FIC02667) which contains special software for handling the sensor's signal for appliance control applications.

Due to miniaturization of the sensing chip, TGS 2600 requires a heater current of only 42mA and the device is housed in a standard TO-5 package.

The figure below represents typical sensitivity characteristics, 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:

R_s = Sensor resistance in displayed gases at various concentrations
 R_o = Sensor resistance in fresh air

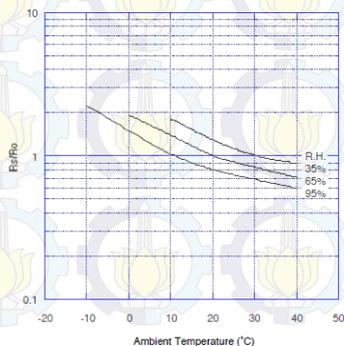
Sensitivity Characteristics:**Applications:**

- * Air cleaners
- * Ventilation control
- * Air quality monitors



The figure below represents typical temperature and humidity dependency characteristics. Again, the Y-axis is indicated as sensor resistance ratio (R_s/R_o), defined as follows:

R_s = Sensor resistance in fresh air at various temperatures/humidities
 R_o = Sensor resistance in fresh air at 20°C and 65% R.H.

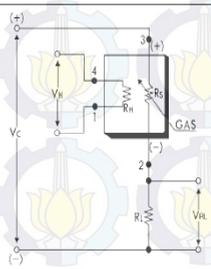
Temperature/Humidity Dependency:

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. Circuit voltage (V_C) is applied to allow measurement of voltage (V_{out}) across a load resistor (R_L) which is connected in series with the sensor. DC voltage is required for the circuit

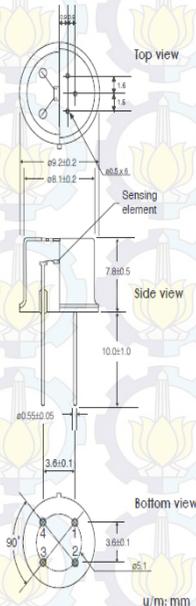
voltage since the sensor has a polarity. A common power supply circuit can be used for both V_C and V_H to fulfill the sensor's electrical requirements. The value of the load resistor (R_L) should be chosen to optimize the alarm threshold value, keeping power consumption (P_s) of the semiconductor below a limit of 15mW. Power consumption (P_s) will be highest when the value of R_s is equal to R_L on exposure to gas.



Specifications:

| | | | |
|-----------------------------------------------------------|---------------------------------|----------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| Model number | | TGS 2600-B00 | |
| Sensing element type | | D1 | |
| Standard package | | TO-5 metal can | |
| Target gases | | Air contaminants | |
| Typical detection range | | 1 ~ 30 ppm of H ₂ | |
| Standard circuit conditions | Heater voltage | V _H | 5.0±0.2V DC/AC |
| | Circuit voltage | V _C | 5.0±0.2V DC P _s ≤ 15mW |
| | Load resistance | R _L | Variable 0.45kΩ min. |
| Electrical characteristics under standard test conditions | Heater resistance | R _H | approx. 83Ω at room temp. (typical) |
| | Heater current | I _H | 42±4mA |
| | Heater power consumption | P _H | 210mW V _H =5.0V DC |
| | Sensor resistance | R _s | 10k~30kΩ in air |
| Sensitivity (change ratio of R _s) | | | 0.3~0.6 $\frac{R_s(10ppm \text{ of } H_2)}{R_s \text{ (air)}}$ |
| Standard test conditions | Test gas conditions | normal air at 20±2°C, 65±5%RH | |
| | Circuit conditions | V _C = 5.0±0.01V DC V _H = 5.0±0.05V DC | |
| | Conditioning period before test | 7 days | |

Structure and Dimensions:



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

FIGARO USA, INC.
 121 S. Wilke Rd. Suite 300
 Arlington Heights, IL 60005
 Phone: (847)-832-1701
 Fax: (847)-832-1705
 e-mail: figarousa@figarosensor.com

The value of power consumption (P_s) can be calculated by utilizing the following formula:

$$P_s = \frac{(V_C - V_{out})^2}{R_s}$$

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

$$R_s = \frac{V_C \times R_L}{V_{out}} - R_L$$

For information on warranty, please refer to Standard Terms and Conditions of Sale of Figaro USA Inc. All sensor characteristics shown in this brochure represent typical characteristics. Actual characteristics vary from sensor to sensor. The only characteristics warranted are those in the Specification table above.

LAMPIRAN B

DATASHEET FAN DC

414 F

DC axial compact fan



ebmpapst St. Georgen GmbH & Co. KG
 Hermann-Papst-Str. 1
 D-78112 St. Georgen
 Phone +49 (0) 7724 81-0
 Fax +49 (0) 7724 81-1309
 info2@de.ebmpapst.com
 www.ebmpapst.com

Nominal data

| Type | 414 F |
|--------------------------|------------------------|
| Nominal voltage | VDC 24 |
| Nominal voltage range | VDC 20...28 |
| Speed | min ⁻¹ 5400 |
| Power input | W 0.8 |
| Min. ambient temperature | °C -20 |
| Max. ambient temperature | °C 70 |
| Air flow | m ³ /h 8 |
| Sound power level | B 4.4 |
| Sound pressure level | dB(A) 22.1 |

min = Max. load - me = Max. efficiency η_a = Running at free air - cs = Customer specs - cu = Customer unit
 Subject to alterations



414 F

DC axial compact fan

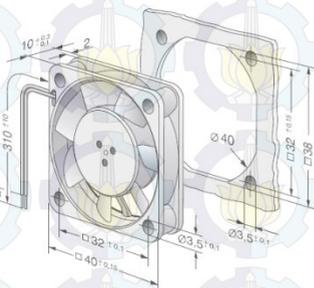
Technical features

| | |
|-----------------------|----------------------------------------------------|
| Mass | 0.017 kg |
| Dimensions | 40 x 40 x 10 mm |
| Material of impeller | Fiberglass-reinforced PA plastic |
| Housing material | Fiberglass-reinforced PBT plastic |
| Direction of air flow | Air exhaust over bars |
| Direction of rotation | Left, locking at rotor |
| Bearing | Sintec sleeve bearing system |
| Lifetime L10 at 20 °C | 45000 h |
| Lifetime L10 at 60 °C | 17500 h |
| Connection line | Single strands AWG 28, TR 64, bared and tin-plated |
| Motor protection | Protected against reverse polarity and locking |
| Approval | VDE, CSA, UL |

414 F

DC axial compact fan

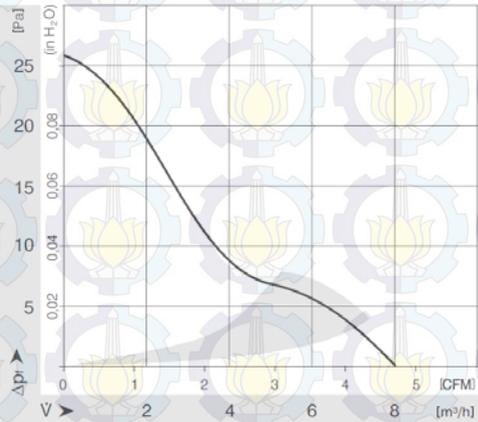
Product drawing



414 F

DC axial compact fan

Charts: Air flow



LAMPIRAN C

```
// Library program
#include <LiquidCrystal.h>
#include <SPI.h>
#include <Adb.h>
// pin asap = A0
// pin suhu = A1
//variabel2

uint16_t suhu=0;
uint16_t asap=0;

uint16_t nol=1;
int ind=0;

float datasuhu[]={0,0,0,0};
float suhuf=0;
float asapf=0;

int ke=1;
LiquidCrystal lcd(12, 11, 5, 4, 3, 2);

Connection * connection;
long lastTime,lastTime2;

uint8_t LEDState=0;
```

```
//-----fungsi untuk menerima data dari android-----
```

```
void adbEventHandler(Connection * connection, adb_eventType  
event, uint16_t length, uint8_t * data)
```

```
{  
    if (event == ADB_CONNECTION_RECEIVE)
```

```
{  
    if(LEDState != data[0])
```

```
{  
    digitalWrite(21, data[0]);
```

```
    Serial.println(data[0],DEC);
```

```
    LEDState = data[0];
```

```
}
```

```
}
```

```
}
```

```
//-----
```

```
//
```

```
void setup()
```

```
{
```

```
    Serial.begin(9600);
```

```
    lastTime = millis();
```

```
    lcd.begin(16, 2);
```

```
pinMode(0,OUTPUT);

pinMode(14,OUTPUT); //
pinMode(15,OUTPUT); // BEL
pinMode(19,OUTPUT); // Saklar Power Peltier
pinMode(20,OUTPUT); // NC
pinMode(21,OUTPUT); // 24 Volt

//inisialisasi koneksi ke android
ADB::init();
connection = ADB::addConnection("tcp:4568", true,
adbEventHandler);
}

void loop()
{
if ((millis() - lastTime) > 500)
{
suhuf=analogRead(A1);
datasuhu[ind]=suhuf;
ind++; if(ind>3)ind=0;

suhuf=(datasuhu[0]+datasuhu[1]+datasuhu[2]+datasuhu[3])/4;
asapf=analogRead(A0);

Serial.print("Asap ");
```

```
Serial.print(asapf);
```

```
Serial.print(" = ");
```

```
//----- KALIBRASI ASAP -----
```

```
asapf=(asapf/1024)*0.583;
```

```
//-----
```

```
Serial.print(" ");
```

```
Serial.print("suhu ");
```

```
Serial.print(suhuf);
```

```
Serial.print(" = ");
```

