

**RANCANG BANGUN ALAT UKUR KADAR EMISI GAS  
BUANG KENDARAAN BERMOTOR BERBASIS ARDUINO  
DENGAN INTERFACE KOMUNIKASI USB**

**SKRIPSI**



Disusun Oleh :

**MUHAMAD ARISTYO RAHADIAN  
NIM. 12.12.225**

**MILIK  
PERPUSTAKAAN  
ITN MALANG**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1  
KONSENTRASI TEKNIK ELEKTRONIKA  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
2016**

1942

REPUBLICAN PARTY  
NATIONAL COMMITTEE  
WASHINGTON, D. C.  
MEMBER OF THE NATIONAL ASSOCIATION  
OF POLITICAL PARTY LEADERS

MAY 13 1942

MEMORANDUM FOR THE RECORD

Subject: [Illegible]

[Illegible]

REPUBLICAN PARTY  
NATIONAL COMMITTEE  
WASHINGTON, D. C.  
MEMBER OF THE NATIONAL ASSOCIATION  
OF POLITICAL PARTY LEADERS

## LEMBAR PERSETUJUAN

### RANCANG BANGUN ALAT UKUR KADAR EMISI GAS BUANG KENDARAAN BERMOTOR BERBASIS ARDUINO DENGAN INTERFACE KOMUNIKASI USB

### SKRIPSI

*Disusun dan Diajukan Untuk Melengkapi dan Memenuhi Persyaratan  
Guna Mencapai Gelar Sarjana Teknik*

**Disusun oleh :**  
**MUHAMAD ARISTYO RAHADIAN**  
**NIM. 12.12.225**

**Diperiksa dan Disetujui,**

**Dosen Pembimbing I**



**M. Ibrahim Ashari, ST, MT**  
**NIP.P. 1030100358**

**Dosen Pembimbing II**



**Dr. Eng. I Komang Somawirata, ST, MT**  
**NIP.P. 1030100361**

**Mengetahui,**

**Ketua Jurusan Teknik Elektro S-1**



**M. Ibrahim Ashari, ST, MT**  
**NIP.P. 1030100358**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1  
KONSENTRASI TEKNIK ELEKTRONIKA  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
2016**

# **RANCANG BANGUN ALAT UKUR KADAR EMISI GAS BUANG KENDARAAN BERMOTOR BERBASIS ARDUINO DENGAN INTERFACE KOMUNIKASI USB**

**Muhamad Aristyo Rahadian, Nim 1212225**  
**Dosen Pembimbing : M. IbrahimAshari, ST, MT dan**  
**Dr. Eng. I Komang Somawirata, ST, MT**

Konsentrasi Teknik Elektronika, Jurusan Teknik Elektro S-1  
Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang  
Jl. Raya Karanglo Km.2 Malang  
E-mail : [aristyo21@gmail.com](mailto:aristyo21@gmail.com)

## **ABSTRAK**

Pesatnya pertumbuhan kendaraan bermotor akan berakibat meningkatnya penggunaan bahan bakar minyak (BBM) di sektor transportasi. Dampaknya, emisi gas buang yang mengandung polutan juga naik dan mempertinggi kadar pencemaran udara. Dalam mendukung usaha pelestarian lingkungan hidup, negara-negara di dunia mulai menyadari bahwa emisi gas buang kendaraan merupakan salah satu polutan atau sumber pencemaran terbesar. Gas karbonmonoksida (CO) dan hidrokarbon (HC) merupakan salah satu jenis polutan berbahaya yang terkandung dalam emisi gas buang kendaraan .

Pada makalah ini telah direalisasikan suatu alat yang bisa digunakan untuk mengukur kadar emisi gas buang kendaraan. Dalam perancangan ini digunakan sebuah mikrokontroler Arduino dan perancangan sistem ini menggunakan sensor MQ7 untuk mendeteksi gas karbonmonoksida dan sensor MQ2 untuk mendeteksi gas hidrokarbon. Komunikasi antar perangkat keras dan perangkat lunak menggunakan komunikasi serial usb. Program yang dioperasikan dibuat dengan software Labview.

Dari hasil pengujian alat secara keseluruhan sistem dapat bekerja sesuai dengan diperancangan awal yaitu dapat mengukur kadar emisi gas buang dan juga dapat mengkoneksikan alat dengan program labview melalui komunikasi serial usb

**Kata Kunci : *Emisi Gas Buang, Arduino Uno, Labview, MQ7, MQ2***

## KATA PENGANTAR

Puji Syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Kuasa atas berkat dan rahmat-Nya, sehingga kami selaku penyusun dapat menyelesaikan Laporan Skripsi ini yang berjudul **“RANCANG BANGUN ALAT UKUR KADAR EMISI GAS BUANG KENDARAAN BERMOTOR BERBASIS ARDUINO DENGAN INTERFACE KOMUNIKASI USB ”** dapat terselesaikan.

Adapun maksud dan tujuan dari penulisan laporan ini merupakan salah satu syarat untuk dapat menyelesaikan studi dan mendapatkan gelar Sarjana Jurusan Teknik Elektro S-1, Konsentrasi Teknik Elektronika ITN Malang.

Sebagai pihak penyusun penulis menyadari tanpa adanya kemauan dan usaha serta bantuan dari berbagai pihak, maka laporan ini tidak dapat diselesaikan dengan baik. Oleh karena itu, penyusun mengucapkan terima kasih kepada yang terhormat :

1. Dr.Ir. Lalu Mulyadi, MT selaku Rektor Institut Teknologi Nasional Malang
2. Ir. Anang Subardi, MT selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Nasional Malang.
3. M. Ibrahim Ashari, ST,MT selaku Pembimbing Satu Skripsi dan Ketua Jurusan Teknik Elektro S-1 Institut Teknologi Nasional Malang.
4. Dr. Eng. I Komang Somawirata, ST, MT selaku Dosen Pembimbing Dua Skripsi dan Sekretaris Jurusan Teknik Elektro S-1 Institut Teknologi Nasional Malang.
5. Sahabat-sahabat dan rekan-rekan yang tidak dapat disebutkan satu persatu, yang telah membantu baik dari segi teknis maupun dukungan moral dalam terselesaikannya skripsi ini.

Usaha telah kami lakukan semaksimal mungkin, namun jika ada kekurangan dan kesalahan dalam penyusunan, kami mohon saran dan kritik yang sifatnya membangun. Begitu juga sangat kami perlukan untuk menambah kesempurnaan laporan ini dan dapat bermanfaat bagi rekan-rekan mahasiswa pada khususnya dan pembaca pada umumnya.

Malang, 1 Agustus 2016

Penyusun

## DAFTAR ISI

<b>Lembar Persetujuan</b> .....	i
<b>Abstrak</b> .....	ii
<b>Kata Pengantar</b> .....	iii
<b>Daftar Isi</b> .....	iv
<b>Daftar Tabel</b> .....	v
<b>Daftar Grafik</b> .....	vi

### **BAB I PENDAHULUAN**

1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan .....	2
1.4 Batasan Masalah .....	2
1.5 Metodologi Pemecahan Masalah.....	2
1.6 Sistematika Penulisan .....	3

### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

2.1. Emisi Gas Buang .....	5
2.1.1 Gas Hidrokarbon (HC).....	5
2.1.2 Gas Karbon Monoksida (CO) .....	6
2.2 Sensor Gas .....	7
2.2.1 MQ-2 .....	8
2.2.2 MQ-7 .....	9
2.3 Mikrokontroler ATmega328.....	10
2.3.1 Konfigurasi Pin out Atmega328 .....	11
2.4 Arduino Uno.....	14
2.4.1 Komunikasi Arduino Uno .....	16
2.5 Komunikasi Serial .....	16
2.5.1 Universal Serial Bus (USB).....	17
2.6 National Instruments LabVIEW .....	19
2.6.1 Virtual Instrument for Package Manager .....	19

2.6.2 LabVIEW.....	20
--------------------	----

### **BAB III PERANCANGAN SISTEM**

3.1 Pendahuluan .....	27
3.2 Blok Diagram .....	27
3.3 Prinsip Kerja.....	28
3.4 Perancangan Alat.....	28
3.5 Perancangan Perangkat Keras .....	27
3.5.1 Perancangan Minimum Sistem Arduino Uno .....	29
3.5.2 Perancangan Sensor .....	30
3.5.2.1 Sensor MQ-7 .....	30
3.5.2.2 Sensor MQ-2 .....	31
3.6 Perancangan Perangkat Lunak .....	32
3.6.1 LabVIEW Interface for Arduino.....	32
3.6.2 Program Interface Arduino.....	33
3.6.3 Program LabVIEW .....	35
3.6.3.1 Program Blok Diagram.....	36
3.6.3.2 Program Frontpanel .....	38
3.7 Flowchart.....	40

### **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

4.1 Pendahuluan .....	41
4.2 Pengujian Minimum Sistem Arduino UNO.....	41
4.2.1 Peralatan yang Dibutuhkan.....	41
4.2.2 Langkah-langkah yang Dilakukan .....	42
4.2.3 Hasil Pengujian .....	42
4.2.4 Analisa Pegujian .....	44
4.3 Pengujian Sensor MQ-7 (CO) .....	44
4.3.1 Peralatan yang Dibutuhkan.....	44
4.3.2 Langkah-langkah yang Dilakukan .....	44
4.3.3 Hasil Pengujian .....	45
4.3.4 Analisa Pegujian .....	46

4.4 Pengujian Sensor MQ-2 (HC) .....	48
4.4.1 Peralatan yang Dibutuhkan.....	48
4.4.2 Langkah-langkah yang Dilakukan .....	48
4.4.3 Hasil Pengujian .....	49
4.4.4 Analisa Pegujian .....	50
4.5 Pengujian Keseluruhan Sistem .....	52
4.5.1 Langkah Pengujian.....	52
4.5.2 Hasil Pengujian .....	52
4.4.3 Analisa Hasil Pengujian .....	53

## **BAB V PENUTUP**

5.1 Kesimpulan.....	56
5.2 Saran .....	57

<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>58</b>
----------------------------	-----------



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Sensor MQ2 .....	8
Gambar 2.2	Konfigurasi Pin Sensor MQ2.....	9
Gambar 2.3	Sensor MQ7 .....	9
Gambar 2.4	Konfigurasi Pin Sensor MQ7.....	10
Gambar 2.5	Architecture Atmega328.....	12
Gambar 2.6	Konfigurasi Pin out ATmega328 .....	12
Gambar 2.7	Arduino UNO.....	14
Gambar 2.8	Pengiriman Data Serial .....	17
Gambar 2.9	Konektor USB .....	18
Gambar 2.10	Konfigurasi Kabel USB .....	18
Gambar 2.11	Aplikasi Virtual Instrument Package Manager .....	20
Gambar 2.12	Logo Labview .....	21
Gambar 2.13	Frontpanel .....	21
Gambar 2.14	Blok Diagram .....	22
Gambar 2.15	Control Pallete.....	23
Gambar 2.16	Waveform.....	23
Gambar 2.17	Functions Pallete .....	24
Gambar 2.18	Inisialisasi Arduino.....	24
Gambar 2.19	While Loop .....	25
Gambar 2.20	Analog Read Pin.....	26
Gambar 2.21	Multiply.....	26
Gambar 2.22	Divide.....	26
Gambar 2.23	Wait.....	26
Gambar 3.1	Blok Diagram .....	27
Gambar 3.2	Perancangan Alat.....	28
Gambar 3.3	Skematik Minimum Sistem Arduino Uno .....	30
Gambar 3.4	Skematik Sensor MQ7.....	31
Gambar 3.5	Skematik Sensor MQ2.....	32
Gambar 3.6	Library LVIFA di VIPM.....	33
Gambar 3.7	Letak Library LVIFA untuk Interface .....	34

Gambar 3.8	Source Code LVIFA .....	34
Gambar 3.9	Menu Blok Diagram Labview .....	36
Gambar 3.10	Program Labview .....	37
Gambar 3.11	Menu Front Panel Labview .....	38
Gambar 3.12	Tampilan User Interface .....	39
Gambar 3.13	Flowchart Rancang Bangun Alat .....	40
Gambar 4.1	Hasil Pengujian Pin Analog Saat Kondisi Udara Normal ..	42
Gambar 4.2	Hasil Pengujian Pin Analog Diberikan Sedikit Gas .....	43
Gambar 4.3	Hasil Pengujian Pin Analog Diberikan Banyak Gas .....	43
Gambar 4.4	Pengujian Tegangan Sensor MQ-7 di Labview .....	45
Gambar 4.5	Pengukuran Tegangan Sensor MQ-7 Dengan Multimeter....	45
Gambar 4.6	Nilai Adc Sensor MQ-7 .....	46
Gambar 4.7	Pengujian Tegangan Sensor MQ-2 di Labview .....	49
Gambar 4.8	Pengukuran Tegangan Sensor MQ-7 Dengan Multimeter....	49
Gambar 4.9	Nilai Adc Sensor MQ-2 .....	50
Gambar 4.10	Hasil Tampilan Pada Labview .....	55

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Spesifikasi Sensor Gas MQ2 .....	8
Tabel 2.2 Spesifikasi Sensor Gas MQ7 .....	10
Tabel 2.3 Fungsi Pin Mikrokontroler ATmega328 .....	13
Tabel 2.4 Konfigurasi Kabel USB.....	18
Tabel 4.1 Hasil Pengujian Pin Input .....	43
Tabel 4.2 Hasil Pengujian Sensor MQ-7 (CO) .....	45
Tabel 4.3 Hasil Pengujian Sensor MQ-2 (HC) .....	48
Tabel 4.4 Hasil Nilai Respon Sensor.....	51
Tabel 4.5 Hasil Pengujian Alat ukur .....	51

## DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.1 persamaan nilai regresi gas CO .....	52
Grafik 4.2 persamaan nilai regresi gas HC .....	52

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar belakang**

Pada saat ini sektor transportasi tumbuh dan berkembang seiring dengan peningkatan ekonomi nasional maupun global. Pesatnya pertumbuhan kendaraan bermotor berakibat meningkatnya penggunaan bahan bakar minyak (BBM) di sektor transportasi. Dampaknya, emisi gas buang yang mengandung polutan juga naik dan mempertinggi kadar pencemaran udara. Emisi kendaran bermotor mengandung gas karbon dioksida (CO<sub>2</sub>), nitrogen oksida (NO<sub>x</sub>), karbon monoksida (CO), hydrocarbon (HC), dan partikel lain yang berdampak negatif pada manusia ataupun lingkungan bila melebihi ambang konsentrasi tertentu. Dalam menetapkan standar emisi kendaraan di suatu negara, pembuat kebijakan harus mengetahui betul hubungan erat antara dua hal penting yang berkaitan erat. Yakni antara standar emisi kendaraan dengan teknologi mesin kendaraan dan kualitas BBM. Pada saat ini Indonesia menggunakan berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No 05 tahun 2006 tentang Ambang Batas Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor Lama<sup>[1]</sup>.

Dalam mendukung usaha pelestarian lingkungan hidup, negara-negara di dunia mulai menyadari bahwa gas buang kendaraan merupakan salah satu polutan atau sumber pencemaran terbesar. Untuk bisa mengetahui emisi gas buang pada kendaraan bisa dites dengan alat uji emisi untuk mengetahui tingkat emisi kendaraan. Namun, kebanyakan alat yang ada sangatlah tidak efisien dalam penggunaan karena bentuknya yang besar. Oleh sebab itu perlu dibuat alat yang mudah untuk mengukur emisi gas buang yang dihasilkan pada kendaraan, agar dapat mengetahui nilai ambang batas emisi gas buang, melalui interface komunikasi USB dengan bantuan aplikasi komputer, diupayakan untuk melihat hasil uji emisi gas buang kendaraan.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah diutarakan diatas, maka dapat disimpulkan permasalahan yang dituangkan dalam karya ilmiah ini, yaitu :

1. Bagaimana merancang suatu alat untuk mengukur kadar emisi gas buang yang mampu mendeteksi gas karbon monoksida (CO) dan hidro karbon (HC) pada kendaraan bermotor berbasis arduino.
2. Bagaimana cara menghubungkan arduino ke komputer dengan interface komunikasi usb dari Arduino ke komputer dan melihat hasilnya dengan aplikasi labview.

## **1.3 Tujuan**

Untuk membuat alat ukur kadar emisi gas buang pada kendaraan bermotor dan di interfacekan ke komputer dengan komunikasi usb serta ditampilkan di aplikasi labview.

## **1.4 Batasan Masalah**

Untuk menghindari cakupan pembahasan yang melebar agar pembuatan alat ini dapat sesuai dengan tujuan yang diharapkan maka diperlukan beberapa batasan-batasan diantaranya adalah :

1. Dalam penelitian alat ukur emisi gas buang ini hanya mengukur kendaraan mobil.
2. Alat ini tidak mengukur kadar emisi gas lain selain gas karbon monoksida (CO) dan hidro karbon (HC).
3. Sensor gas yang digunakan adalah jenis sensor MQ-7 dan MQ-2 yang sudah kompatibel dengan arduino.
4. Tidak membahas detail tentang dampak dari emisi gas buang terhadap kesehatan dan lingkungan.

## **1.5 Metodologi pemecahan masalah**

Metode yang digunakan dalam penyusunan skripsi ini adalah:

1. Kajian Literatur

Pengumpulan data dan informasi yang dilakukan dengan mencari bahan-bahan kepustakaan dan referensi dari berbagai sumber sebagai landasan teori yang ada hubungannya dengan permasalahan pada perancangan alat.

## 2. Perancangan Alat

Sebelum melaksanakan pembuatan alat, dilakukan perancangan terhadap alat yang meliputi merancang rangkaian setiap blok, serta penalaran metode yang digunakan.

## 3. Pembuatan Alat

Pada tahap ini realisasi alat yang dibuat, dilakukan perakitan sistem terhadap seluruh hasil rancangan yang telah dibuat.

## 4. Pengujian Alat

Proses uji coba rangkaian dan keseluruhan sistem untuk mengetahui adanya kesalahan agar sistem sesuai dengan konsep yang telah dirancang sebelumnya.

## 5. Pelaporan hasil pengujian dan kesimpulan.

### 1.6 Sistematika Penulisan

Untuk mempermudah dan memahami pembahasan penulisan skripsi ini, sistematika penulisan disusun sebagai berikut:

#### **BAB I : PENDAHULUAN**

Berisi tentang latar belakang rumusan masalah, tujuan, batasan masalah, metodologi penelitian, dan sistematika penulisan.

#### **BAB II : KAJIAN PUSTAKA**

Membahas tentang dasar teori mengenai permasalahan yang berhubungan dengan penelitian.

#### **BAB III : PERENCANAAN DAN PEMBUATAN ALAT**

Bab ini membahas tentang perencanaan dan proses pembuatan meliputi perencanaan, pembuatan alat, cara kerja, dan

penggunaan alat.

**BAB IV : PENGUJIAN DAN ANALISA**

Berisi tentang pembahasan dan analisa alat dari hasil yang diperoleh pada pengujian.

**BAB V : PENUTUP**

Berisi tentang semua kesimpulan yang berhubungan dengan penulisan skripsi, dan saran yang digunakan sebagai pertimbangan dalam pengembangan program selanjutnya.

**DAFTAR PUSTAKA**



## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Emisi Gas Buang<sup>[2]</sup>**

Emisi gas buang adalah sisa hasil bahan bakar akibat pembakaran di dalam mesin pembakar bagian dalam, mesin pembakar bagian luar, mesin jet yang dikeluarkan melalui sistem pembuangan mesin. Sisa hasil pembakaran berupa gas CO atau karbon monoksida yang beracun, CO<sub>2</sub> atau karbon dioksida yang merupakan gas rumah kaca, NO<sub>x</sub> senyawa nitrogen oksida, hidrokarbon (HC) berupa senyawa hidrat arang akibat ketidak sempurnaan proses pembakaran serta partikel lepas. Pada negara-negara maju yang melakukan standar emisi gas buang kendaraan yang sangat ketat, ada 5 unsur dalam gas buang kendaraan yang diukur yaitu gas HC, CO, CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub> dan senyawa NO<sub>2</sub>. Sedangkan pada negara-negara berkembang yang mempunyai standar emisinya tidak begitu ketat, hanya mengukur 4 unsur saja dalam gas buang yaitu gas HC, CO, CO<sub>2</sub> dan O<sub>2</sub>. Alat ini dibuat untuk mengukur konsentrasi gas CO dan HC pada emisi kendaraan bermotor berbahan bakar bensin. Dan alat ini dirancang mengikuti standar emisi yang ada di Indonesia berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 05 Tahun 2006 Tentang Ambang Batas Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor Lama.

##### **2.1.1 Gas Hidrokarbon (HC)<sup>[3]</sup>**

Gas hidrokarbon (HC) adalah gas yang tidak begitu merugikan manusia, namun merupakan penyebab terjadinya kabut dalam campuran asap. Asap hidrokarbon yang terdapat pada gas buang berbentuk *gasoline* yang tidak terbakar. Gas hidrokarbon terdapat pada proses penguapan bahan bakar pada karburator, tangki, serta kebocoran gas yang melalui celah antara silinder engkol. Untuk standar batas emisi gas hidrokarbon itu sendiri di Indonesia berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup sudah ditetapkan ambang batas maksimum untuk kendaraan beroda 4 atau beroda lebih dari 4 ditetapkan ambang batas maksimum yaitu 200 ppm (part per million).

Penyebab Hidrokarbon terlalu tinggi :

Engine menggunakan karburator

- Terdapat silinder yang tidak bekerja (tidak terjadi pembakaran).
- Tekanan kompresi rendah atau tidak merata pada masing-masing silinder.
- Jet udara untuk main dan idle jet tersumbat.
- Filter udara tersumbat.
- Ventilasi karter rusak atau terganggu.
- Pompa akselerasi bocor.

Engine dengan sistem electronic injection

- Injektor kotor pada bibir penyemprot.
- Sensor temperatur rusak.
- Filter udara tersumbat.
- *Air flow* meter rusak.
- *Throttle* sensor rusak.

### 2.1.2 Gas Karbon Monoksida (CO)<sup>[3]</sup>

Gas karbon monoksida (CO) adalah gas hasil pembakaran yang bersifat racun bagi manusia pada saat bernafas, karena akibat berkurangnya jumlah oksigen pada jaringan darah. Gas karbon monoksida (CO) terdapat cukup banyak di udara, karena gas CO ini terbentuk akibat adanya suatu pembakaran yang tidak sempurna. Gas karbon monoksida mempunyai ciri yang tidak berwarna, tidak terasa, serta tidak berbau. Kendaraan bermotor memberi dampak yang sangat besar dalam peningkatan kadar CO yang membahayakan. Gas CO adalah pencemar yang paling utama di dalam semua polutan udara. Untuk standar batas emisi gas karbon monoksida itu sendiri di Indonesia berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup sudah ditetapkan ambang batas maksimum CO yaitu untuk kendaraan beroda 4 atau beroda lebih dari 4 ditetapkan ambang batas maksimum CO yaitu 1,5 %.

Penyebab Karbon Monoksida (CO) terlalu tinggi :

### Engine menggunakan karburator

- Penyetelan campuran terlalu tinggi.
- Jet bahan bakar (Spuyer) terlalu besar.
- Katup *Choke* tidak kembali pada posisi semula.
- Jet udara (*spuyer*) pada karburator tersumbat.
- Filter udara tersumbat (kotor).

### Engine dengan sistem injeksi bensin

- Tekanan bahan bakar pada sistem terlalu besar (Regulator rusak).
- Terdapat kebocoran/tetes pada saat injektor posisi tertutup.
- Filter udara tersumbat.
- Throttle sensor rusak.
- Penyetelan saat pengapian tidak tepat.
- Kondisi busi yang sudah jelek.

## 2.2 Sensor Gas

Sensor merupakan komponen yang digunakan untuk mendeteksi adanya perubahan lingkungan fisik atau kimia di sekitar, sedangkan sensor gas adalah suatu komponen yang digunakan untuk mendeteksi salah satu jenis atau lebih dari satu jenis gas. Sensor gas berfungsi untuk mengukur kandungan senyawa gas polutan yang ada di udara. Sensor gas yang digunakan untuk mendeteksi gas CO yaitu type MQ-7, sensor untuk mendeteksi HC yaitu MQ-2. Pada penelitian ini digunakan sensor MQ-7 dan MQ-2.

### 2.2.1 MQ-2<sup>[4]</sup>

Sensor gas ini untuk mendeteksi gas hidrokarbon (HC). Sensor ini adalah sensor gas analog. Sensor MQ2 ini sering digunakan untuk mendeteksi kebocoran gas di rumah maupun industri. Sensor MQ2 dapat mendeteksi gas : i-butane, Propana, Metana, Hidrogen, LPG, serta Asap. Dalam buku yang berjudul Atmospheric Monitoring with Arduino Sensor karangan Patrick Di Justo dan Emily Gertz Sensor ini juga dapat mendeteksi gas hidrokarbon hasil pembakaran mobil yang keluar dari knalpot. Sensor ini memiliki sensitivitas yang tinggi dan waktu respon yang cepat.

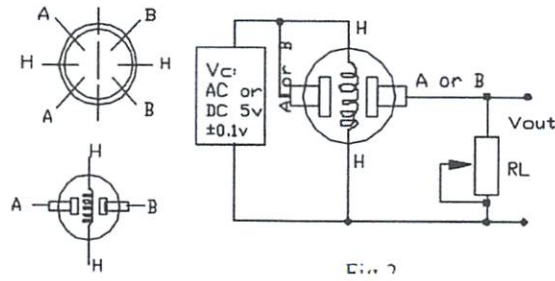


Gambar 2.1 Sensor MQ2

([http://wiki.sainsmart.com/index.php/SainSmart\\_MQ2\\_Gas\\_Sensor\\_Module](http://wiki.sainsmart.com/index.php/SainSmart_MQ2_Gas_Sensor_Module))

Tabel 2.1 Spesifikasi Sensor Gas MQ2

Sensor Tipe	Semikonduktor
Deteksi Gas	Combustible Gas and Smoke
Circuit Voltage	5V $\pm$ 0.1 AC or DC
Heating Voltage	5V $\pm$ 0.1 AC or DC
Load Resistance	10 K
Heater Resistance	33 $\Omega$ $\pm$ 5%at room temperature
Heating Consumption	< 800mW



Gambar 2.2 Konfigurasi Pin Sensor MQ2

(<http://playground.arduino.cc/Main/MQGasSensors>)

Dalam gambar, +5V terhubung ke kedua pin 'A'. Ini dapat dilakukan jika pemanas membutuhkan tegangan +5V tetap. Sebuah resistor tetap untuk beban-resistor. Vout terhubung ke input analog dari Arduino.

### 2.2.2 MQ-7<sup>[5]</sup>

Sensor gas ini untuk mendeteksi gas karbon monoksida (CO). Sensor ini dapat mendeteksi konsentrasi gas CO mulai dari 20 hingga 2000 ppm. Menurut datasheet kondisi lingkungan yang disarankan untuk penggunaan sensor ini yaitu suhu antara -25-50 derajat celcius, kelembaban tidak lebih dari 95%, dan kadar oksigen (O<sub>2</sub>) adalah 21%.

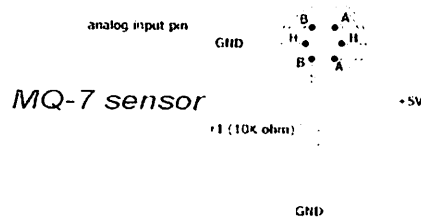


Gambar 2.3 Sensor MQ7

(<https://www.sparkfun.com/products/9403>)

Tabel 2.2 Spesifikasi sensor gas MQ7

Sensor Tipe	Semikonduktor
Deteksi Gas	Carbon Monoxide Gas
Circuit Voltage	5V $\pm$ 0.1 AC or DC
Heating Voltage	5V $\pm$ 0.1 AC or DC
Load Resistance	10 K
Heater Resistance	33 $\Omega$ $\pm$ 5%at room temperature
Heating Consumption	< 800mW



Gambar 2.4 Konfigurasi Pin Sensor MQ7

(<http://www.ifuturetech.org/product/mq-7-module-carbon-monoxide-gas-sensor>)

Keterangan:

- 5 V dimasukkan ke Pin VCC.
- GND dimasukkan ke Pin Ground.
- Analog input pin dimasukkan ke port analog arduino.

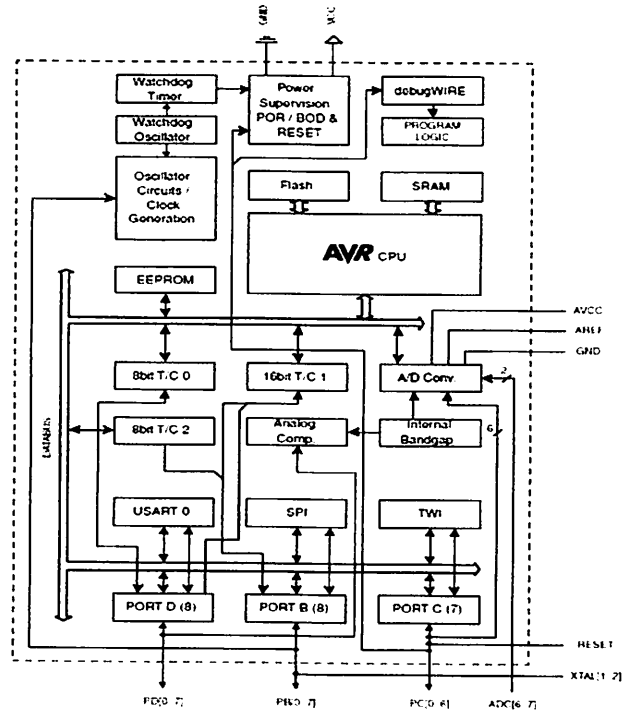
### 2.3 Mikrokontroler ATmega328<sup>[6]</sup>

ATmega328 adalah mikrokontroler keluaran dari atmel yang mempunyai arsitektur RISC (*Reduce Instruction Set Computer*) yang dimana setiap proses eksekusi data lebih cepat dari pada arsitektur CISC (*Completed Instruction Set Computer*). Mikrokontroler ini memiliki beberapa fitur antara lain :

- 130 macam instruksi yang hampir semuanya dieksekusi dalam satu siklus clock.

- 32 x 8-bit register serba guna.
- Kecepatan mencapai 16 MIPS dengan clock 16 MHz.
- 32 KB Flash memory dan pada arduino memiliki bootloader yang menggunakan 2 KB dari flash memory sebagai bootloader.
- Memiliki EEPROM (*Electrically Erasable Programmable Read Only Memory*) sebesar 1KB sebagai tempat penyimpanan data semi permanen karena EEPROM tetap dapat menyimpan data meskipun catu daya dimatikan.
- Memiliki SRAM (*Static Random Access Memory*) sebesar 2KB.
- Memiliki pin I/O digital sebanyak 14 pin 6 diantaranya PWM (*Pulse Width Modulation*) output.
- *Master / Slave SPI Serial interface.*

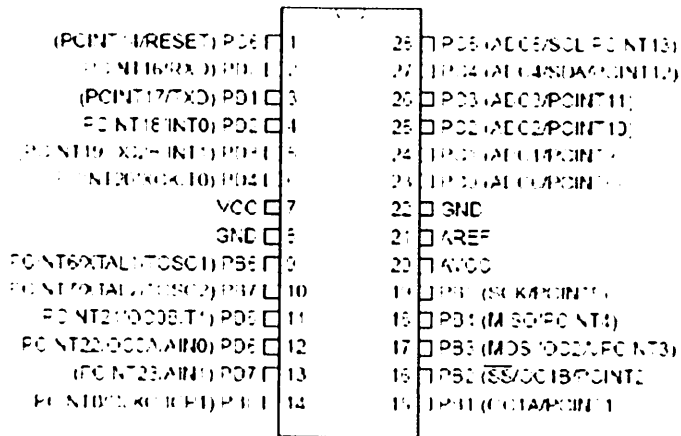
Mikrokontroler ATmega 328 memiliki arsitektur Harvard, yaitu memisahkan memori untuk kode program dan memori untuk data sehingga dapat memaksimalkan kerja. Instruksi – instruksi dalam memori program dieksekusi dalam satu alur tunggal, dimana pada saat satu instruksi dikerjakan instruksi berikutnya sudah diambil dari memori program. Konsep inilah yang memungkinkan instruksi – instruksi dapat dieksekusi dalam setiap satu siklus clock. 32 x 8-bit register serba guna digunakan untuk mendukung operasi pada ALU (*Arithmetic Logic unit*) yang dapat dilakukan dalam satu siklus. 6 dari register serbaguna ini dapat digunakan sebagai 3 buah *register pointer* 16-bit pada mode pengalamatan tidak langsung untuk mengambil data pada ruang memori data. Ketiga *register pointer* 16-bit ini disebut dengan register X (gabungan R26 dan R27), register Y (gabungan R28 dan R29), dan register Z (gabungan R30 dan R31). Hampir semua instruksi AVR memiliki format 16-bit. Setiap alamat memori program terdiri dari instruksi 16-bit atau 32-bit. Selain register serba guna di atas, terdapat register lain yang terpetakan dengan teknik *memory mapped I/O* selebar 64 byte. Beberapa register ini digunakan untuk fungsi khusus antara lain sebagai register *control Timer/ Counter*, Interupsi, ADC, USART, SPI, EEPROM, dan fungsi I/O lainnya. Register-register ini menempati memori pada alamat 0x20h – 0x5Fh.



Gambar 2.5 Architecture ATmega328

(<http://www.mouser.com/new/atmel/atmelatmega328/>)

2.3.1 Konfigurasi Pin out Atmega328



Gambar 2.6 Konfigurasi Pinout ATmega328

(<https://fandiajiputra.wordpress.com/>)

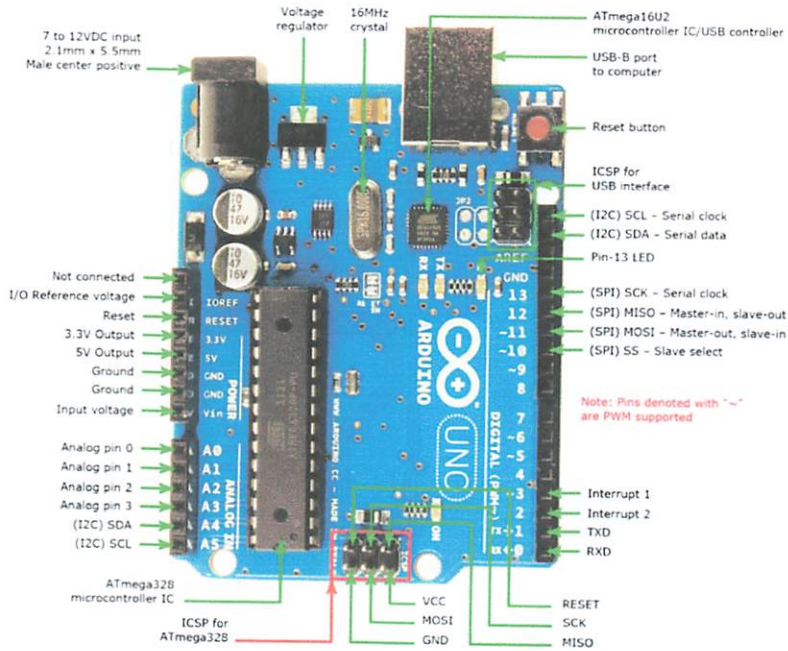


Tabel 2.3 Fungsi Pin Mikrokontroler ATmega328

<b>Pin</b>	<b>Deskripsi</b>	<b>Fungsi</b>
1	PC6	Reset
2	PD0	Digital Pin (RX)
3	PD1	Digital Pin (TX)
4	PD2	Digital Pin
5	PD3	Digital Pin (PWM)
6	PD4	Digital Pin
7	Vcc	Positive Voltage (Power)
8	GND	Ground
9	XTAL 1	Crystal Oscillator
10	XTAL 2	Crystal Oscillator
11	PD5	Digital Pin (PWM)
12	PD6	Digital Pin (PWM)
13	PD7	Digital Pin
14	PB0	Digital Pin
15	PB1	Digital Pin (PWM)
16	PB2	Digital Pin (PWM)
17	PB3	Digital Pin (PWM)
18	PB4	Digital Pin
19	PB5	Digital Pin
20	AVCC	Positive voltage for ADC (power)
21	AREF	Reference Voltage
22	GND	Ground
23	PC0	Analog Input
24	PC1	Analog Input
25	PC2	Analog Input
26	PC3	Analog Input
27	PC4	Analog Input
28	PC5	Analog Input

## 2.4 Arduino Uno<sup>[7]</sup>

Arduino adalah sebuah *board* mikrokontroler yang berbasis ATmega328. Arduino memiliki 14 pin *input/output* yang mana 6 pin dapat digunakan sebagai *output* PWM, 6 *analog input*, *crystal osilator* 16 MHz, *koneksi* USB, *jack power*, kepala ICSP, dan tombol *reset*. Arduino mampu men-support mikrokontroler dapat dikoneksikan dengan komputer menggunakan kabel USB.



Gambar 2.7 Arduino UNO

(<https://www.robomart.com/image/catalog/RM0058/01.jpg>)

Arduino merupakan sebuah *board* minimum *system* mikrokontroler yang bersifat *open source*. Arduino memiliki kelebihan tersendiri dibanding *board* mikrokontroler yang lain selain bersifat *open source*, arduino juga mempunyai bahasa pemrogramannya sendiri yang berupa bahasa C. Selain itu dalam *board* arduino sendiri sudah terdapat *loader* yang berupa USB sehingga memudahkan kita ketika kita memprogram mikrokontroler didalam arduino. Sedangkan pada kebanyakan *board* mikrokontroler yang lain yang masih membutuhkan rangkaian *loader* terpisah untuk memasukkan program ketika kita memprogram mikrokontroler. Port USB tersebut selain untuk *loader* ketika memprogram, bisa

juga difungsikan sebagai *port* komunikasi *serial* Arduino menyediakan 20 pin *I/O*, yang terdiri dari 6 pin input analog dan 14 pin digital *input/output*. Untuk 6 pin analog sendiri bisa juga difungsikan sebagai output digital jika diperlukan *output* digital tambahan selain 14 pin yang sudah tersedia. Untuk mengubah pin analog menjadi digital cukup mengubah konfigurasi pin pada program. Dalam *board* kita bisa lihat pin digital diberi keterangan 0-13, jadi untuk menggunakan pin analog menjadi *output* digital, pin analog yang pada keterangan *board* 0-5 kita ubah menjadi pin 14-19. dengan kata lain pin analog 0-5 berfungsi juga sebagai pin *output* digital 14-16. Sifat *open source* arduino juga banyak memberikan keuntungan tersendiri untuk kita dalam menggunakan *board* ini, karena dengan sifat *open source* komponen yang kita pakai tidak hanya tergantung pada satu merek, namun memungkinkan kita bisa memakai semua komponen yang ada dipasaran. Bahasa pemrograman arduino merupakan bahasa C yang sudah disederhanakan *syntax* bahasanya sehingga mempermudah kita dalam mempelajari dan mendalami mikrokontroler.

Berikut ini adalah konfigurasi dari arduino uno :

- Mikronkontroler ATmega328
- Beroperasi pada tegangan 5V
- Tegangan input (rekomendasi) 7 - 12V
- Batas tegangan input 6 - 20V
- Pin digital input/output 14 (6 mendukung output PWM)
- Pin analog input 6
- Arus pin per input/output 40 mA
- Arus untuk pin 3.3V adalah 50 mA
- Flash Memory 32 KB (ATmega328) yang mana 2 KB digunakan oleh bootloader
- SRAM 2 KB (ATmega328)
- EEPROM 1KB (ATmega328)
- Kecepatan clock 16 MHz

### 2.4.1 Komunikasi Arduino Uno

Arduino Uno memiliki sejumlah fasilitas untuk berkomunikasi dengan komputer, Arduino lain, atau mikrokontroler lain. ATmega328 ini menyediakan UART TTL (5V) komunikasi *serial*, yang tersedia pada pin digital 0 (RX) dan 1 (TX). Sebuah ATmega16U2 pada saluran *board* ini komunikasi serial melalui USB dan muncul sebagai *com port virtual* untuk perangkat lunak pada komputer. *Firmware* 16U2 menggunakan USB *driver standard* COM, dan tidak ada *driver eksternal* yang dibutuhkan. Namun, pada *Windows, file. Inf* diperlukan. Perangkat lunak Arduino termasuk *monitor serial* yang memungkinkan data *tekstual* sederhana yang akan dikirim ke dan dari papan Arduino. RX dan TX LED di papan akan berkedip ketika data sedang dikirim melalui *chip* USB-to-*serial* dan koneksi USB ke komputer (tetapi tidak untuk komunikasi *serial* pada pin 0 dan 1). Sebuah perpustakaan *Software Serial* memungkinkan untuk komunikasi serial pada setiap pin digital Uno itu. ATmega328 ini juga mendukung komunikasi I2C (TWI) dan SPI. Perangkat lunak Arduino termasuk perpustakaan Kawat untuk menyederhanakan penggunaan dari bus I2C, Untuk komunikasi SPI, menggunakan perpustakaan SPI.

### 2.5 Komunikasi Serial

Komunikasi serial adalah salah satu metode komunikasi data di mana hanya satu bit data yang dikirimkan melalui seuntai kabel pada suatu waktu tertentu. Pada dasarnya komunikasi serial adalah kasus khusus komunikasi paralel dengan nilai  $n = 1$ , atau dengan kata lain adalah suatu bentuk komunikasi paralel dengan jumlah kabel hanya satu dan hanya mengirimkan satu bit data secara simultan<sup>[8]</sup>.

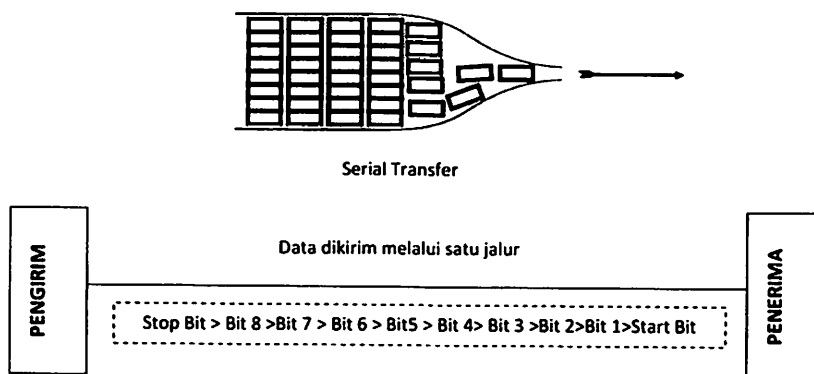
Keuntungan dan kelemahan serial interfacing :

Keuntungan :

- Tidak membutuhkan banyak jalur.
- Jarak pengiriman jauh.

### Kelemahan :

- Kecepatan pengiriman lebih lambat.
- Serial port lebih sulit ditangani, karena data di komputer diolah secara paralel sehingga data dari & ke serial *port* perlu dikonversi ke serial.
- Dari Segi perangkat lunak lebih banyak register yang digunakan atau terlibat.



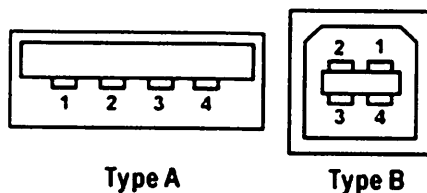
Gambar 2.8 Pengiriman Data Serial

Setiap karakter akan dikirim dengan diawali start bit dan diakhiri dengan stop bit sehingga dalam pengiriman satu karakter dibutuhkan 10 bit data. Pengiriman dilakukan dari bit yang paling rendah (*Low Significant Bit*) sampai ke bit yang paling tinggi (*Most Significant Bit*).

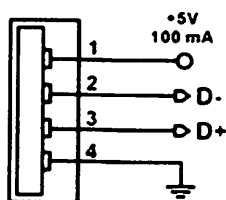
#### 2.5.1 Universal Serial Bus (USB)<sup>[9]</sup>

Penggunaan serial *port* dengan menggunakan USB, transfer data berlangsung jauh lebih cepat dibandingkan dengan penggunaan port type lainya. Konektor USB hanya ada 2 macam, yakni konektor *type A* dan konektor *type B*. Konektor *type A* dipakai untuk menghubungkan kabel USB keterminal USB yang ada pada bagian belakang komputer produksi berapa tahun terakhir ini. Konektor *type B* dipakai untuk menghubungkan kabel USB keterminal USB yang ada pada peralatan, untuk peralatan USB yang sederhana, misalnya mouse, biasanya tidak

pakai konektor B, untuk menghemat biaya kabel langsung dihubungkan ke bagian dalam mouse.



Gambar 2.9 Konektor USB



Gambar 2.10 Konfigurasi Kabel USB

Tabel 2.4 Konfigurasi Kabel USB

Pin	Warna Kabel	Fungsi
1	Merah	VBus (5Volt)
2	Putih	D-
3	Hijau	D+
4	Hitam	Ground

Kabel USB terdiri dari 4 utas kabel ditambah konduktor pembungkus kabel, seperti pelindung yang biasanya dijumpai dalam kabel audio. Kabel nomor 1 dipakai untuk menyalurkan sumber daya dengan tegangan 5 Volt, jika diperlukan peralatan USB boleh mengambil daya dari saluran ini dan tidak boleh lebih dari 100 mA. Komputer yang dilengkapi dengan kemampuan USB, wajib menyediakan daya sebesar 100 mA untuk keperluan ini. Peralatan USB yang memerlukan daya lebih dari ketentuan tersebut di atas, harus menyediakan sendiri sumber daya untuk keperluan kerja peralatan tersebut. Kabel nomor 4 adalah

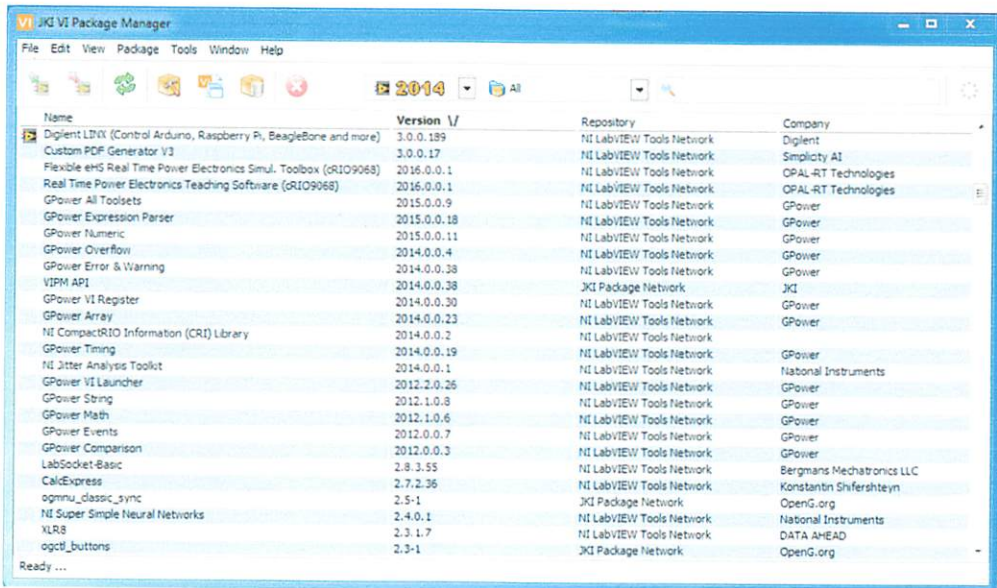
ground sebagai saluran balik sumber tegangan 5 Volt. Kabel nomor 2 dan nomor 3 dipakai untuk pengiriman sinyal. Kabel nomor 2 bernama D- dan kabel nomor 3 bernama D+, tegangan pada dua saluran ini berubah antara 0 Volt dan 3,3 Volt. Sinyal digital yang dikirim melalui dua saluran ini dikatakan sebagai 'difference signal', artinya sinyal digital '0' atau '1' tidak dinyatakan dengan besarnya tegangan pada saluran tersebut terhadap ground, seperti halnya sinyal digital yang dipakai dalam IC TTL (*transistor Transistor Logic*) atau dalam saluran RS232. Sinyal digital dinyatakan dengan perbedaan tegangan antara dua kabel tersebut. Jika tegangan pada saluran D+ lebih tinggi dari tegangan pada saluran D-, maka informasi yang dikirimkan adalah sinyal digital '1', sebaliknya sinyal digital '0' dinyatakan dengan tegangan pada D+ lebih kecil dari tegangan pada D-.

## **2.6 National Instruments LabVIEW**

National Instruments LabVIEW adalah sebuah *graphical programming environment* terbuka yang ditetapkan oleh standar industri untuk aplikasi aplikasi pengujian pengukuran dan otomasi. Sebuah perkembangan pada pemrograman grafik dimana teknisi dapat menggunakannya untuk mendesain suatu sistem menyerupai bentuk sistem aslinya, dapat melakukan pengamatan dengan hasil yang maksimal dan dapat mengontrol suatu aplikasi dengan *programmable automation controllers*.

### **2.6.1 Virtual Instrument for Package Manager**

Virtual Instrument Package Manager (VIPM) digunakan untuk LabVIEW Interface For Arduino (LVIFA). Virtual Instrument Package Manager (VIPM) sendiri pada dasarnya merupakan sebuah *software add on* atau *software* yang berisi kumpulan library atau aplikasi yang dibuat untuk menghubungkan perangkat-perangkat elektronika pihak ketiga ke dalam *software* LabVIEW. Begitu banyak aplikasi yang ada pada VI Package Manager untuk dapat berkomunikasi dengan *software* LabVIEW. Namun, dikarenakan pada pembuatan alat akuisisi data ini hanya menggunakan arduino, maka aplikasi yang digunakan cukup hanya LabVIEW Interface for Arduino (LVIFA) saja.



Gambar 2.11 Aplikasi Virtual Instrument Package Manager

## 2.6.2 LabVIEW

LabVIEW adalah sebuah *software* pemrograman yang diproduksi oleh National *instruments* dengan konsep yang berbeda. LabVIEW adalah suatu bahasa pemrograman yang menggunakan berbagai macam ikon yang merepresentasikan suatu instruksi. Seperti bahasa pemrograman lainnya yaitu C++, matlab atau *Visual basic*, LabVIEW juga mempunyai fungsi dan peranan yang sama, perbedaannya bahwa labVIEW menggunakan bahasa pemrograman berbasis grafis atau blok diagram sementara bahasa pemrograman lainnya menggunakan basis text. Jika bahasa pemrograman *text based* mengksekusi instruksi sesuai dengan urutan yang ditulis, LabVIEW menggunakan metode *dataflow programming* dimana alur data melalui berbagai ikon akan menentukan urutan eksekusi dari setiap instruksi. Dalam LabVIEW, VI adalah program yang menyerupai instrumen yang sesungguhnya.

Transmisi data lewat chanel dapat berbentuk:

1. Parallel
2. Serial





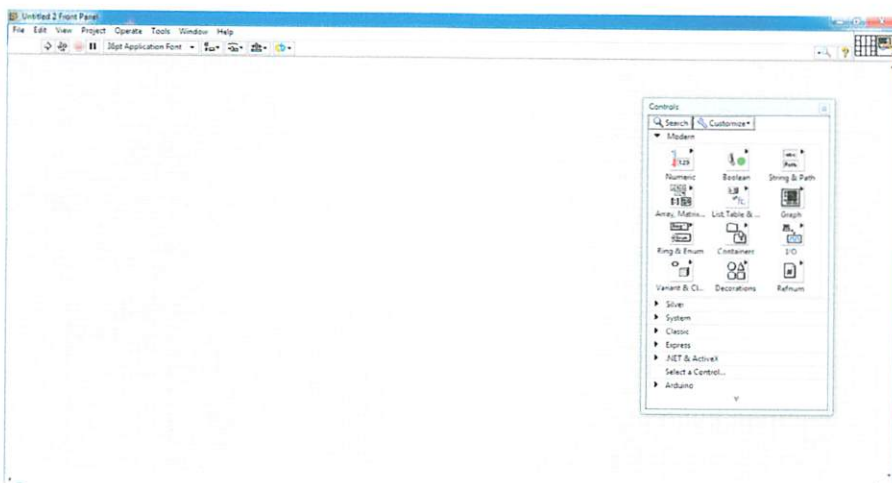
Gambar 2.12 Logo Labview

(<https://upload.wikimedia.org/wikipedia/en/3/38/Labview-logo.png>)

Program labVIEW dikenal dengan sebutan Vi atau *Virtual instruments* karena penampilan dan operasinya dapat meniru sebuah *instrument*. Pada labVIEW, *user* pertama-tama membuat *user interface* atau *front panel* dengan menggunakan *control* dan indikator, yang dimaksud dengan kontrol adalah *knobs*, *push buttons*, *dials* dan peralatan input lainnya sedangkan yang dimaksud dengan indikator adalah *graphs*, LEDs dan peralatan *display* lainnya. Setelah menyusun *user interface*, lalu *user* menyusun blok diagram yang berisi kode-kode VIs untuk mengontrol *front panel*<sup>[10]</sup>. *Software* LabVIEW terdiri dari tiga komponen utama, yaitu:

### 1. Frontpanel

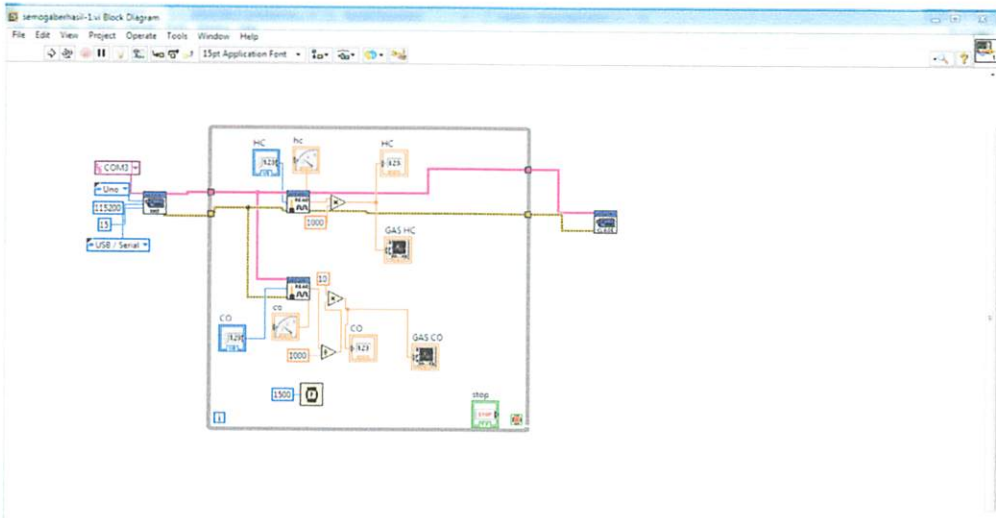
Front panel adalah bagian window yang berlatar belakang abu-abu serta mengandung control dan indikator. front panel digunakan untuk membangun sebuah VI, menjalankan program program. Tampilan dari front panel dapat di lihat pada Gambar 2.13.



Gambar 2.13 Frontpanel

## 2. Blok diagram dari Vi

Blok diagram adalah bagian *window* yang berlatar belakang putih berisi *source code* yang dibuat dan berfungsi sebagai instruksi untuk *front panel*. Tampilan dari blok diagram dapat dilihat pada Gambar 2.14.



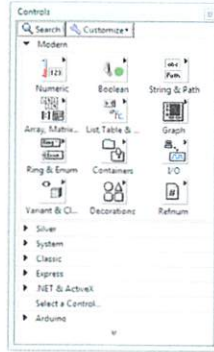
Gambar 2.14 Blok Diagram

## 3. Control dan Functions Pallette

Control dan Functions Pallette digunakan untuk membangun sebuah Vi.

### a. Control Pallette

Control Pallette merupakan tempat beberapa control dan indikator pada front panel, control pallette hanya tersedia di front panel, untuk menampilkan control pallette dapat dilakukan dengan mengklik windows >> show control pallette atau klik kanan pada frontpanel. Contoh control pallette ditunjukkan pada Gambar 2.15



Gambar 2.15 Control Palette

- Waveform



Gambar 2.16 Waveform

Waveform di gunakan untuk menampilkan grafik hasil perhitungan dari sistem yang dibuat.

#### b.Functions Pallette

Functions Pallette di gunakan untuk membangun sebuah blok diagram, functions pallette hanya tersedia pada blok diagram, untuk menampilkannya dapat dilakukan dengan mengklik windows >> show control pallette atau klik kanan pada lembar kerja blok diagram. Contoh dari functions pallette ditunjukkan pada Gambar 2.17

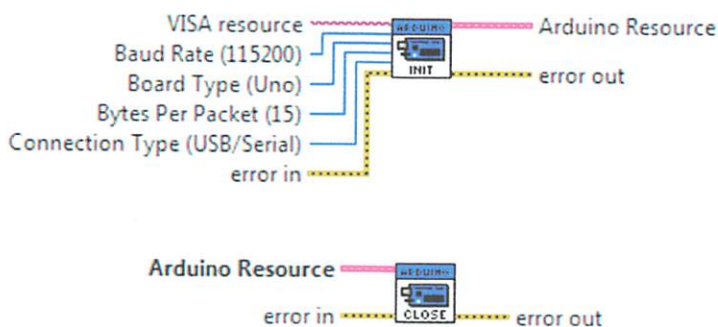


Gambar 2.17 Functions Palette

Dalam pembuatan sebuah program untuk dijalankan di LabView diperlukan beberapa tools control pallete maupun function pallete yaitu:

- Inialisasi Arduino Board

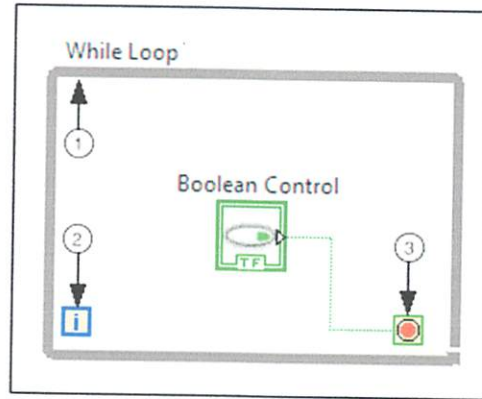
Fitur ini digunakan untuk menjalankan antarmuka serta menginisialisasikan *board* arduino agar terkoneksi ke komputer melalui aplikasi labview. Disini kita mensetting inputan seperti antarmuka yang digunakan, dalam program disini saya menggunakan komunikasi usb serial. Dan fitur *close* untuk menutup sambungan aktif ke arduino.



Gambar 2.18 Inialisai Arduino

- While Loop

Fitur ini digunakan untuk mengulangi kode dalam subdiagram sampai kondisi tertentu terjadi. *While loop* selalu mengeksekusi setidaknya satu kali.



Gambar 2.19 While Loop

Terdapat tiga komponen dalam While Loop yaitu :

- Subdiagram : Berisi kode bahwa sementara loop mengeksekusi sekali per iterasi.
- Iterasi Terminal : Menyediakan saat iterasi loop count. Hitungan lingkaran selalu dimulai dari nol untuk iterasi pertama. Jika jumlah iterasi melebihi 2147483647, atau 231-1, terminal iterasi tetap pada 2147483647 untuk semua iterasi lebih lanjut. Jika perlu menjaga hitungan lebih dari 2147483647 iterasi, dapat menggunakan register geser dengan kisaran bilangan bulat yang lebih besar.
- Kondisional Terminal : Mengevaluasi nilai masukan boolean untuk menentukan apakah akan melanjutkan mengeksekusi Sementara loop. Untuk menentukan apakah *loop* berhenti untuk nilai *boolean TRUE* atau *FALSE*, mengkonfigurasi perilaku kelanjutan dari loop. Anda juga dapat menentukan kapan loop berhenti oleh kabel cluster kesalahan ke terminal bersyarat.
- Analog Read Pin

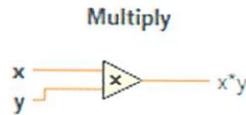
Fitur ini digunakan untuk membaca masukan analog melalui input pin yang dipilih pada arduino (A0-A5).



Gambar 2.20 Analog Read Pin

- Multiply

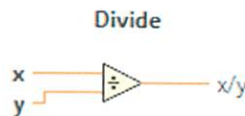
Fitur ini digunakan untuk menghitung hasil perkalian dari input.



Gambar 2.21 Multiply

- Divide

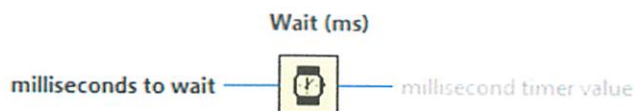
Fitur ini digunakan untuk menghitung hasil pembagian dari input.



Gambar 2.22 Divide

- Wait

Menunggu menentukan jumlah tertentu milidetik dan mengembalikan nilai timer milidetik. Pengkabelan nilai 0 sampai milidetik untuk menunggu masukan memaksakan thread saat ini untuk menghasilkan kontrol CPU. Fungsi ini membuat sistem panggilan asynchronous, tapi node sendiri berfungsi serentak. Oleh karena itu, itu tidak menyelesaikan eksekusi sampai waktu yang telah ditentukan.



Gambar 2.23 Wait



## BAB III

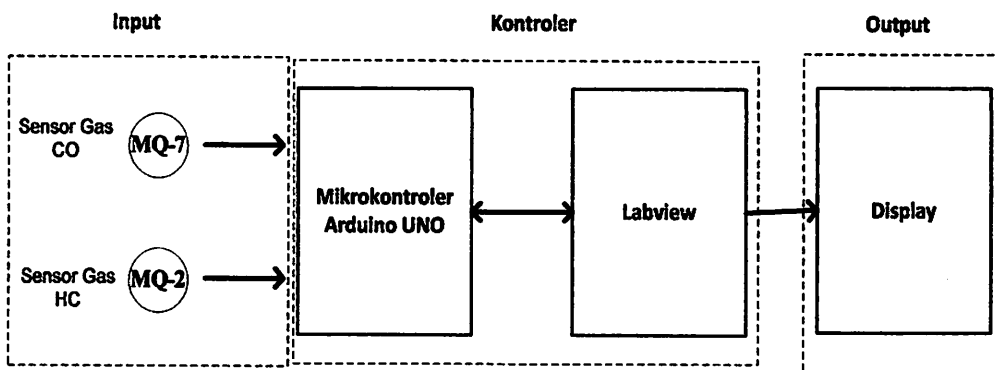
### PERANCANGAN SISTEM

#### 3.1 Pendahuluan

Pada bab ini akan membahas mengenai perencanaan sistem, prinsip kerja dan perancangan perangkat keras serta perangkat lunak yang dalam perancangan sistem ini menjelaskan tentang bagaimana merancang alat ukur emisi gas buang kendaraan berbasis arduino, baik itu merancang skematik rangkaian, diagram blok rangkaian, perancangan program yang akan dimasukkan kedalam mikrokontroller dan flowchart perancangan alat tersebut.

#### 3.2 Blok Diagram

Dalam setiap perencanaan dan pembuatan suatu alat diperlukan sebuah diagram blok, yang berfungsi untuk mempermudah dalam menentukan alur kerja dari sistem pada alat tersebut. Selain itu diagram blok juga berguna untuk mengetahui bagian-bagian system dari suatu alat, berikut ini adalah diagram blok dari alat dalam laporan skripsi ini.



Gambar 3.1 Blok Diagram

Penjelasan Blok Diagram :

- 1) Input , masukan sensor. Bagian input terdiri dari :
  - a. Sensor MQ7 yang akan mendeteksi gas Monoksida



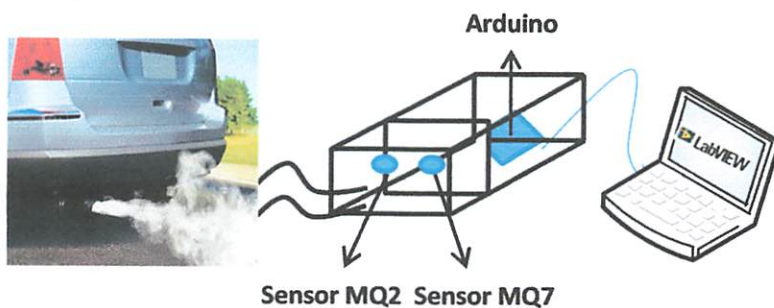
b. Sensor MQ2 yang akan mendeteksi gas Hidrokarbon

- 2) Kontroler, yaitu bagian pengolahan dari nilai yang dibaca oleh sensor kemudian dikirim ke komputer PC dengan komunikasi serial usb. Kontroler pada perancangan sistem ini saya program melalui aplikasi labview dengan library yang sudah tersedia, sehingga memungkinkan untuk memprogram langsung.
- 3) Output, yaitu bagian yang akan menampilkan pengolahan kontroler dari nilai yang dibaca oleh sensor kemudian memproses data tersebut menjadi sebuah display ditampilkan dengan grafik.

### 3.3 Prinsip Kerja

Alat ukur kadar emisi gas buang ini difokuskan untuk mendeteksi kandungan gas CO dan HC pada kendaraan bermotor. Dalam alat ini mikrokontroler berfungsi sebagai pengolah data yang diterima dari sensor yang mendeteksi gas buang oleh kendaraan bermotor. Mikrokontroler ATmega328 membutuhkan tegangan input sebesar 5 volt untuk dapat bekerja. Data dari sensor gas diolah oleh sebuah *board* mikrokontroler Arduino UNO R3 yang terprogram melalui aplikasi labview tersebut menampilkan sebuah display berupa grafik.

### 3.4 Perancangan Alat



Gambar 3.2 Perancangan Alat

Asap dari hasil pembuangan mobil akan disalurkan ke dalam box menggunakan selang, didalam box terdapat dua buah sensor yang siap mendeteksi kadar emisi gas buang kendaraan. Mikrokontroler juga diletakan didalam box, namun letak sensor dan mikrokontroler akan diberi sekat agar board

mikrokontroler bekerja tidak terpengaruh panas dari asap gas buang. Lalu lubang kecil dibuat untuk koneksi kabel usb ke komputer.

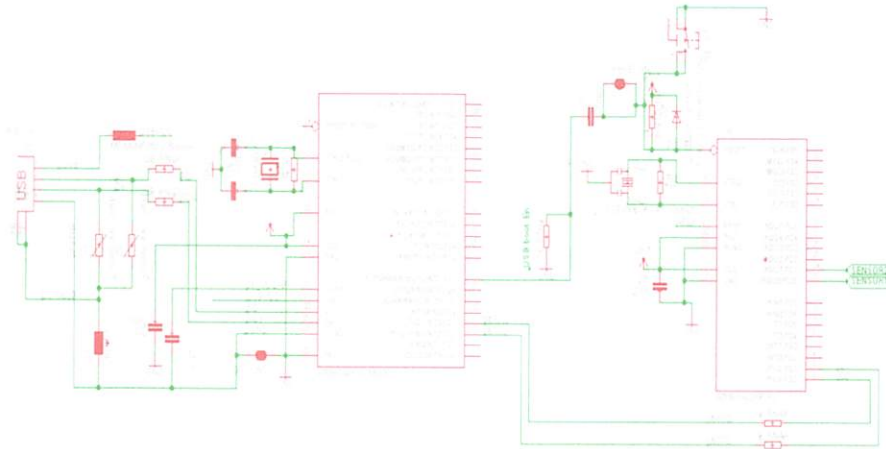
### 3.5 Perancangan Perangkat Keras

#### 3.5.1 Perancangan Minimum Sistem Arduino Uno

Rangkaian minimum sistem ini berfungsi sebagai otak pemrosesan dari alat ukur emisi gas buang. Minimum sistem ini menggunakan mikrokontroler ATmega328 yang bekerja dengan level tegangan TTL, dalam hal ini digunakan tegangan sebesar 5 volt. Semua port yakni digital pin 0 sampai dengan 13 dan pin analog 0 sampai 5 bersifat *bi-directional* I/O. Pada minimum sistem ini terdapat tiga bagian penting diantaranya, rangkaian *osilator*, rangkaian *reset* dan rangkaian tegangan. Untuk membangkitkan frekuensi kerja pada perancangan ini menggunakan osilator kristal sebesar 16 MHz. Berdasarkan *data sheet* ATmega328 besar nilai kapasitor yang digunakan harus berada pada  $33 + 10$  pF. Dengan demikian maka dapat dihasilkan waktu mendekati 1 mikrodetik setiap satu siklus. Kristal 16 MHz ini didukung dua kapasitor keramik C1 dan C2 yang nilainya sama sebesar 22pF. Apabila terjadi beda potensial pada kedua kapasitor tersebut maka kristal akan beresilasi. Pulsa yang keluar adalah berbentuk gigi gergaji dan akan dikuatkan oleh rangkaian internal pembangkit rangkaian pulsa pada mikrokontroler sehingga akan berubah menjadi pulsa clock. Untuk pembagian dari frekuensi internal mikrokontroler itu sendiri yang diinisialisasi dengan program. Jadi fungsi utama dari rangkaian osilator sebagai pembangkit sinyal pewaktuan untuk menjalankan program.

Berikutnya terdapat rangkaian reset. Reset bekerja pada saat berlogika tinggi, transisi logika dari rendah ke tinggi akan me-reset sistem minimum ATmega328. Untuk menghasilkan sinyal tersebut digunakan kapasitor, tahanan dan sebuah saklar *push button* seperti terlihat pada gambar rangkaian keseluruhan. Penyemat reset dihubungkan dengan saklar yang digunakan untuk me-reset mikrokontroler. Karena kaki reset ini aktif berlogika tinggi maka diperlukan Resistor R1 yang nilainya  $10K\Omega$  yang dihubungkan dengan tegangan 0 Volt untuk memastikan penyemat reset berlogika rendah saat sistem ini bekerja.

Kapasitor C1=10 $\mu$ F berfungsi untuk meredam adanya kesalahan akibat penekanan saklar reset. Fungsi utama dari rangkaian reset adalah untuk menkondisikan mikrokontroler seperti semula ketika awal mulai mengeksekusi program.

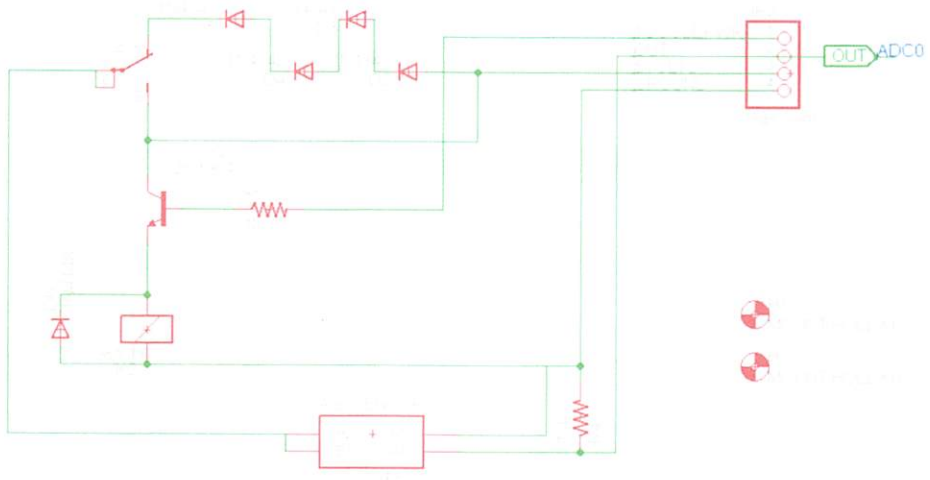


Gambar 3.3 Skematik Minimum Sistem Arduino Uno

### 3.5.2 Perancangan Sensor

#### 3.5.2.1 Sensor MQ-7

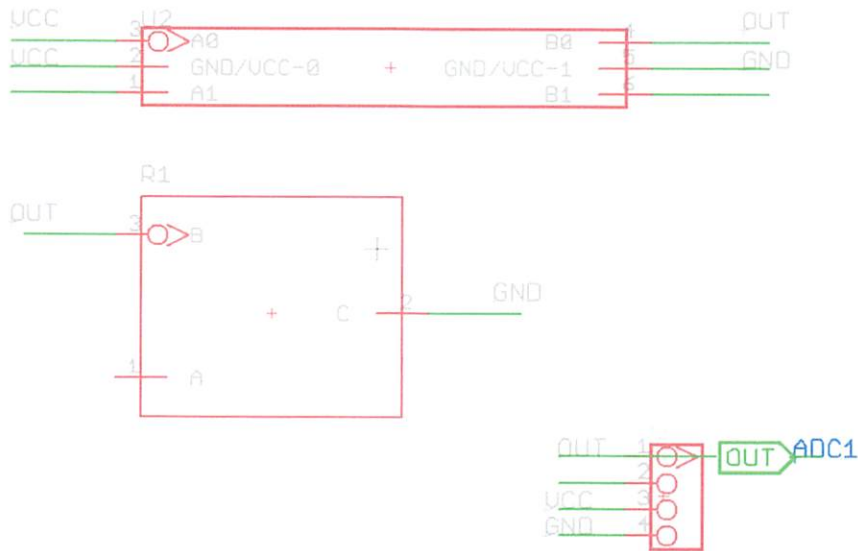
Sensor ini digunakan untuk mendeteksi gas karbon monoksida. Keluaran sensor ini berupa resistansi analog yang dengan mudah dapat dikonversi menjadi tegangan dengan menambahkan satu resistor biasa (bisa juga menggunakan potensiometer sehingga ambang batas sensitivitas deteksi dapat disetel sesuai kebutuhan). Dengan mengkonversi impedansi ini menjadi tegangan, hasil bacaan sensor dapat dibaca oleh pin ADC (analog to digital converter) pada mikrokontroler. Output pin dari gas ini dimasukkan ke input analog A0 dari mikrokontroler.



Gambar 3.4 Skematik Sensor MQ7

### 3.5.2.2 Sensor MQ-2

Sensor ini digunakan untuk mendeteksi gas hidro karbon. Keluaran sensor ini berupa resistansi analog yang dengan mudah dapat dikonversi menjadi tegangan dengan menambahkan satu resistor biasa (bisa juga menggunakan potensiometer sehingga ambang batas sensitivitas deteksi dapat disetel sesuai kebutuhan). Dengan mengkonversi impedansi ini menjadi tegangan, hasil bacaan sensor dapat dibaca oleh pin ADC (analog to digital converter) pada mikrokontroler. Output pin dari gas ini dimasukkan ke input analog A1 dari mikrokontroler.



Gambar 3.5 Skematik Sensor MQ2

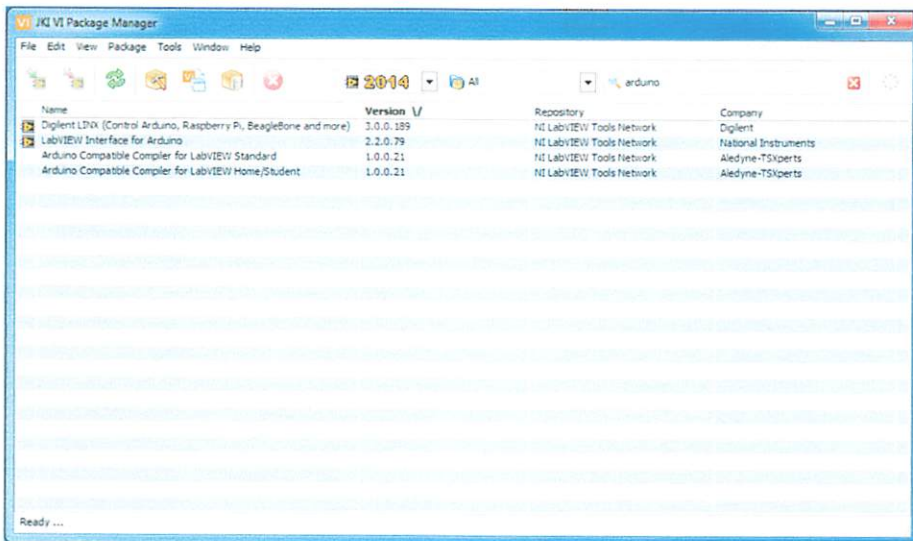
### 3.6 Perancangan Perangkat Lunak

Untuk perancangan software terdapat beberapa aplikasi yang mendukung untuk terselesaikan skripsi ini. Aplikasi tersebut adalah sebagai berikut :

#### 3.6.1 LabVIEW Interface for Arduino

LabVIEW Interface for Arduino (LVIFA) merupakan toolkit yang menghubungkan antarmuka mikrokontroler Arduino dengan LabVIEW. Dengan mengintegrasikan LabVIEW dan toolkit ini, proses kontrol atau akuisisi data dari mikrokontroler Arduino ke LabVIEW menjadi lebih mudah. Sebab, tidak lagi diperlukan proses inialisasi alat atau pembuatan driver untuk menjembatani LabVIEW dan Arduino. Baris kode-kode program sketch pada IDE Arduino berfungsi sebagai engine I/O yang menghubungkan LabVIEW dan Arduino melalui koneksi serial USB. Hal ini membuat proses komunikasi dan sinkronisasi antara LabVIEW dan Arduino menjadi lebih cepat dan efisien. Dan tidak diperlukan lagi pemrograman inialisasi pin atau terminal Arduino pada struktur kode program LabVIEW. Sebab, bila sketch sudah aktif dan terkoneksi dengan baik saat proses upload ke unit mikrokontroler Arduino telah berhasil, maka tidak lagi diperlukan inialisasi I/O antarmuka mikrokontroller Arduino. Pada gambar

3.6 terlihat tampilan LabVIEW Interface For Arduino (LVIFA) yang telah aktif atau berstatus ready.

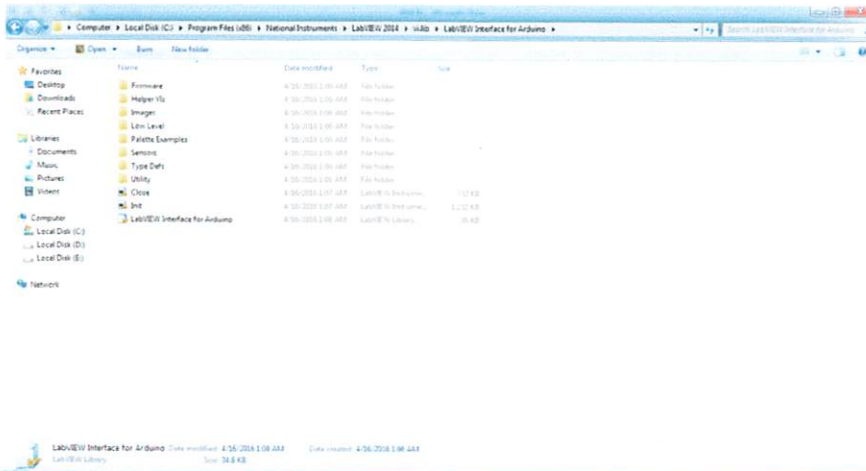


Gambar 3.6 Library LVIFA di VIPM

### 3.6.2 Program Interface Arduino

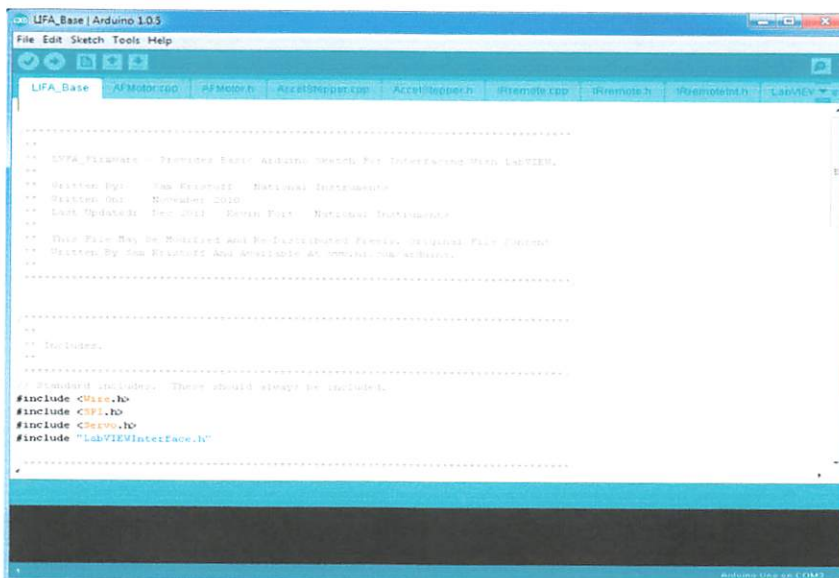
Setelah ikon-ikon dari toolkit LabVIEW Interface for Arduino (LVIFA) telah dipastikan terinstal pada LabVIEW, tahap berikutnya adalah mengupload kode Firmware LVIFA ke dalam Arduino. Proses upload ini hanya dilakukan sekali, dan kemudian untuk seterusnya, Arduino tidak perlu lagi diprogram, cukup dilakukan pemrograman di block diagram LabVIEW saja. Kode LVIFA Firmware ini dapat diperoleh di direktori:

C:\ProgramFiles\NationalInstruments\LabVIEW2011\vi.lib\LabVIEWInterfaceforArduino\Firmware\LVIFA\_Base\LVIFA\_Base



Gambar 3.7 Letak Library LVIFA untuk Interface

Kemudian, klik 2x file LVIFA\_Base, maka akan membuka sketch Arduino. Kompilasikan file tersebut dengan menekan tombol verify. Setelah selesai, tekan tombol upload. Namun, harus dipastikan dahulu bahwa board Arduino telah terkoneksi dengan komputer sebelum tombol upload ditekan. Setelah pesan done uploading keluar, maka kode firmware tersebut telah berhasil terinstal dengan baik dipapan rangkaian Arduino. Namun, dapat juga menggunakan cara dengan membuka aplikasi IDE Arduino dahulu, setelah itu klik menu File > Open.. dan selanjutnya arahkan ke direktori tempat file kode LVIFA Firmware diletakan.



Gambar 3.8 Source Code LVIFA

### 3.6.3 Program Labview

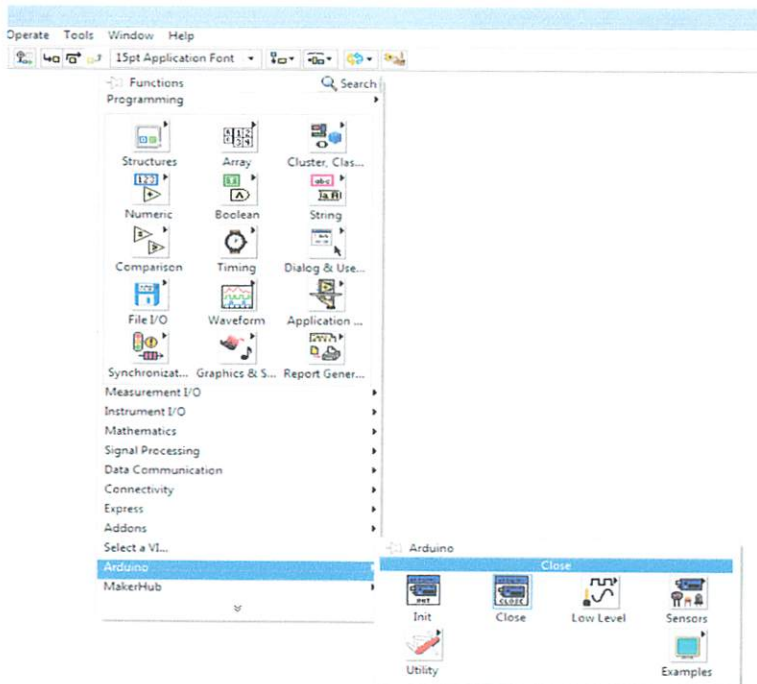
Program yang dirancang dalam software Labview ini dinamakan sebagai Virtual Instrument (VI). Sebab LabVIEW merupakan bahasa pemrograman grafis yang memvisualisasikan suatu instrument. Struktur pemrograman LabVIEW yang digunakan untuk membuat program pada masing-masing VI terdiri atas beberapa istilah khusus, yaitu:

- Front Panel digunakan untuk menjalankan program. fitur pada front panel akan secara otomatis memiliki ikonnya di Block Diagram, khususnya untuk fitur yang membawa data, baik data yang masuk dari pengguna ke program maupun data yang keluar dari program ke pengguna.
- Block Diagram merupakan tempat pembuatan program. Pembuatan program disini dilakukan dengan cara menempatkan beberapa *node* dan menghubungkannya satu sama lain.
- Node adalah semua objek di jendela Block Diagram yang memiliki input atau output dan melakukan operasi tertentu ketika dijalankan, termasuk didalamnya subVI, terminal, struktur dan fungsi.
- subVI merupakan suatu subrutin dalam bahasa pemrograman teks, yaitu sebuah VI didalam VI. SubVI ini berbentuk ikon, atau kotak kecil dengan gambar yang unik didalamnya, dengan kaki input berada disebelah kiri dan kaki output berada disebelah kanan.
- Control adalah semua objek di Front Panel yang memasukan data dari pengguna ke program. Disebut juga Terminal Input. Contoh control ialah knob, tombol, sakelar, dan alat input lainnya.
- Indicator adalah semua objek di Front Panel yang mengeluarkan atau menampilkan data dari program ke pengguna. Disebut juga Terminal Output. Contohnya ialah bentuk visualisasi termometer, intensitas cahaya, data, suara dan informasi lainnya. Indicator juga dapat berupa grafik, LED dan display lainnya.
- Wire atau kabel digunakan untuk menghubungkan ikon-ikon sekaligus untuk menunjukkan aliran data dan tipe data suatu VI dengan VI yang lainnya.



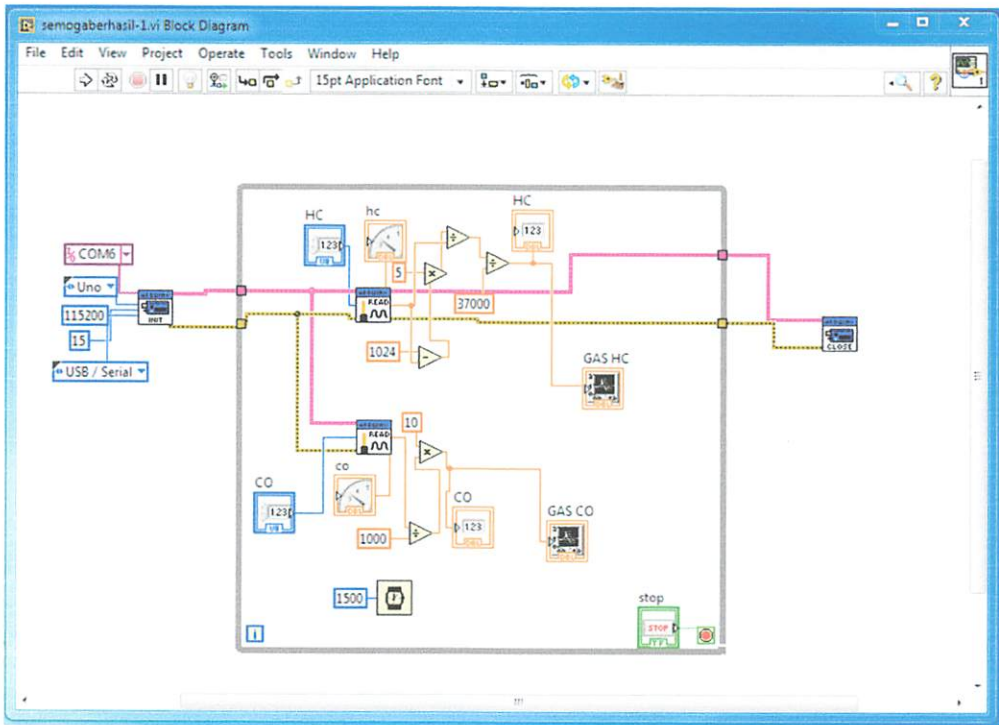
### 3.6.3.1 Program Blok Diagram

Blok diagram berisi kode-kode yang digunakan untuk pemrograman LabVIEW yang berupa ikon-ikon grafis. Pada blok diagram, setiap obyek yang tampil pada front panel akan berbentuk ikon yang merupakan bagian dari fungsi dan struktur kode program LabVIEW. Pada blok diagram segala terminal yang saling terkoneksi satu sama lain akan dihubungkan oleh *wire* (kawat atau kabel).



Gambar 3.9 Menu Blok Diagram Labview

Untuk pembuatan program alat ukur ini, digunakan beberapa ikon yang diambil dari menu palet Arduino. Baik itu berupa analog input, logika Boolean, dan ikon program Arduino itu sendiri. Sedangkan tampilan hasil pemrograman yang dilakukan pada blok diagram untuk proses akuisisi data pada 2 jenis masukan analog yang dapat dilihat pada gambar 3.10. Untuk membuat program ini hanya perlu klik kanan *mouse* lalu *men-drag and drop* ikon-ikon yang ada pada lembar kerja block diagram saja. Lalu letaknya disusun sesuai alur yang diinginkan pada sebuah struktur proses program *while loop*. Kemudian, hubungkan ikon-ikon program tersebut dengan *wire*.



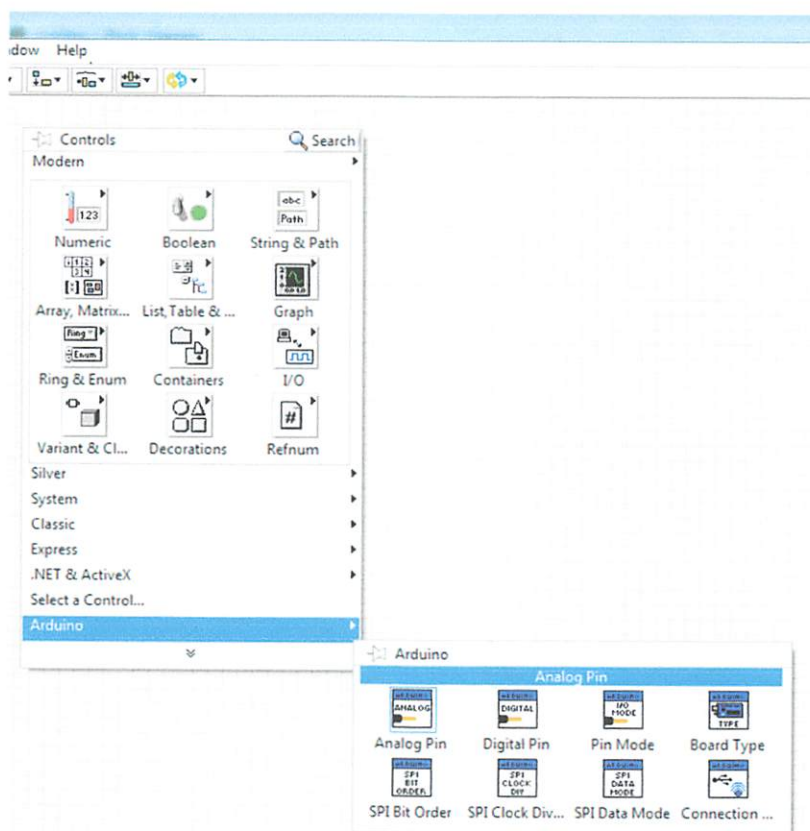
Gambar 3.10 Program Labview

Seperti yang dapat dilihat pada gambar 3.10, ada beberapa subVI ataupun objek Control dan Indicator yang digunakan dalam program aplikasi LabVIEW untuk akuisisi data sensor tersebut. Berikut ini adalah penjelasan fungsi dari subVI dan ikon program LabVIEW yang digunakan:

- LIFA Init. SubVI ini digunakan untuk mengatur parameter komunikasi dengan Arduino, termasuk port yang digunakan (USB/Serial), tipe board Arduino (Uno), kemudian mengkoneksikannya.
- LIFA Close. Kebalikan dari LIFA Init, LIFA Close digunakan untuk menutup komunikasi dengan Arduino. Dan juga terdapat fungsi pesan untuk pendeteksi kesalahan (*error*).
- LIFA Analog Read Pin. SubVI ini digunakan untuk membaca nilai tegangan analog (0-5V) pada kaki analog Arduino yang sesuai dengan Analog Input Pin.

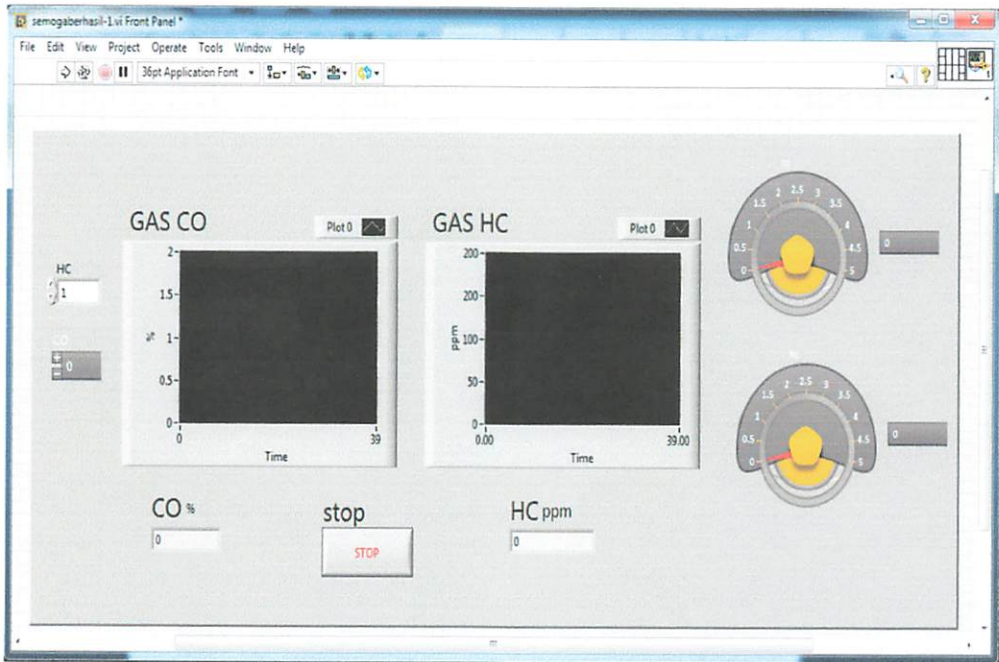
### 3.6.3.2 Program Frontpanel

Front Panel digunakan untuk berinteraksi dengan pengguna pada saat program LabVIEW sedang berjalan. Pengguna dapat mengontrol program, mengubah input, dan memantau data secara real-time.



Gambar 3.11 Menu Front Panel Labview

Front panel merupakan *user interface* dari program VI yang terdiri atas beberapa ikon *control* dan *indicator*. Pada perancangan sistem yang dibuat, front panel digunakan sebagai Graphical User Interface (GUI) sehingga tidak banyak pemrograman disini. Umumnya, pada front panel hanya diperlukan penyusunan tata letak hasil visualisasi instrumen dari kode program yang telah dilakukan pada blok diagram. Dengan kata lain, proses pemrograman akan dilakukan pada blok diagram.

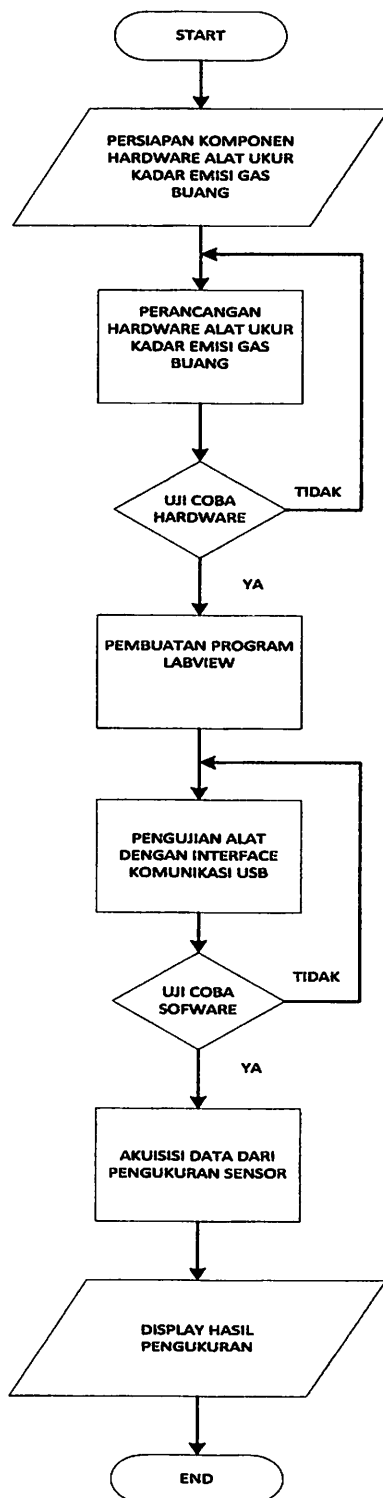


Gambar 3.12 Tampilan User Interface

Pada gambar 3.12 dapat kita lihat ada beberapa fitur frontpanel yang digunakan dalam pemrograman ini. Berikut adalah penjelasan fungsi dari ikon program pada frontpanel.

- Control. Digunakan untuk memilih pin yang digunakan di arduino. Atau disebut juga Terminal Input. Dalam pemrograman ini pin 0 digunakan untuk inputan sensor gas CO, sedangkan pin 1 digunakan untuk inputan sensor gas HC.
- Indicator. Digunakan untuk mengeluarkan atau menampilkan data dari program ke pengguna. Atau disebut juga Terminal Output. Dalam pemrograman ini, indicator difungsikan untuk melihat tegangan yang dihasilkan sensor ketika mendeteksi adanya gas.
- Waveform chart. Adalah tipe khusus dari indikator numerik yang digunakan untuk menampilkan plot data dari hasil deteksi sensor gas.

### 3.7 Flowchart



Gambar 3.13 Flowchart Rancang Bangun Alat

## **BAB IV**

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

#### **4.1 Pendahuluan**

Pada bab ini menjelaskan bagaimana cara melakukan pengujian alat yang hasil dan pembahasannya dapat diketahui bagaimana kinerja dari keseluruhan sistem serta kinerja masing-masing komponen. Hasil dari pengujian ini akan dijadikan sebagai suatu kesimpulan serta apa saja yang perlu segera diperbaiki supaya kinerja keseluruhan perancangan sistem yang telah dibuat dapat bekerja dengan baik sesuai dengan yang diinginkan.

Pengujian dan pembahasan sistem ini meliputi :

- Pengujian minimum sistem Arduino Uno
- Pengujian rangkaian sensor MQ-7 (Gas CO)
- Pengujian rangkaian sensor MQ-2 (Gas HC)
- Pengujian keseluruhan sistem alat ukur emisi gas buang

#### **4.2 Pengujian Minimum Sistem Arduino UNO**

Pada perancangan alat ukur emisi gas buang ini penulis menggunakan minimum sistem Arduino uno sebagai mikrokontroler. Untuk pengujian minimum sistem ini penulis melakukan pengujian pada pin-pin input analog apakah sudah berfungsi dengan baik atau tidak, karena pin-pin ini digunakan sebagai masukan dari sensor-sensor sehingga supaya tidak ada kesalahan dalam pembacaan nilai yang diterima sensor. Untuk melihat apakah pin-pin tersebut sudah berfungsi dengan baik dengan cara melakukan pengukuran tegangan dengan alat ukur multimeter digital.

##### **4.2.1 Peralatan yang dibutuhkan**

1. Arduino Uno
2. Multimeter Digital
3. Kabel Penghubung
4. Catu daya 5 Volt

#### 4.2.2 Langkah-langkah yang dilakukan

1. Hubungkan Arduino uno dengan catu daya 5 volt
2. Masukkan kabel keluaran sensor ke pin A0-A1.
3. Beri inputan berupa gas ke arah sensor
4. Hubungkan *probe* positif dari multimeter digital ke masing-masing pin analog input dan *probe* negatif ke pin ground
5. Mengukur tegangan dari pin analog mikrokontroler
6. Mencatat hasil pengukuran yang telah dilakukan.

#### 4.2.3 Hasil Pengujian

- Hasil pengujian tegangan output mikrokontroler saat kondisi udara normal



Gambar 4.1 Hasil Pengujian Pin Analog Saat Kondisi Udara Normal

- Hasil pengujian tegangan output mikrokontroler saat diberikan sedikit gas



Gambar 4.2 Hasil Pengujian Pin Analog Diberikan Sedikit Gas

- Hasil pengujian tegangan output mikrokontroler saat diberikan banyak gas



Gambar 4.3 Hasil Pengujian Pin Analog Diberikan Banyak Gas

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Pin Input

No	Vout (volt)
1	0.09
2	1.39
3	4.61



#### **4.2.4 Analisa Pengujian**

Pada gambar 4.1 saat sensor tidak diberi inputan gas atau pada saat kondisi udara bersih maka output tegangan dari sensor tersebut rendah yaitu 0.09 volt. Pada gambar 4.2 saat sensor diberi sedikit inputan gas maka output tegangan dari sensor tersebut naik dari sebelumnya yaitu 1.39 volt dan pada gambar 4.3 ketika diberi inputan gas yang banyak maka output tegangan sensor tinggi yaitu 4.61 volt. Ini mengartikan bahwa pin analog input pada minimum sistem arduino dapat berfungsi dengan baik.

#### **4.3 Pengujian Sensor MQ-7 (CO)**

Pada pengujian sensor yang digunakan dalam perancangan alat ini yaitu sensor gas MQ-7. Pada prinsipnya sensor ini bekerja melalui perubahan resistansi bila terdapat gas yang terdeteksi dan mengirim perubahan tegangan ke komputer, tinggi rendahnya tegangan tergantung jumlah gas yang dideteksi. Untuk pengujian dari sensor ini penulis melakukan langkah-langkah mencari nilai satuan sensor sesuai datasheet untuk melakukan pengukuran konsentrasi gas dalam satuannya.

##### **4.3.1 Peralatan yang dibutuhkan**

1. Sensor gas MQ-7 (CO)
2. Arduino Uno
3. Komputer

##### **4.3.2 Langkah-langkah yang dilakukan**

1. Hubungkan arduino uno ke komputer
2. Masukkan kabel keluaran sensor ke pin A0
3. Mencari nilai adc dengan masukan script program ke software arduino
4. Menghitung nilai adc ke tegangan dengan rumus
5. Mencari nilai RS dengan rumus
6. Mencari nilai RS/RO dengan rumus
7. Mengukur tegangan output sensor menggunakan multimeter.
8. Menguji nilai respon dengan alat ukur standart (pada pengujian keseluruhan)
9. Mencatat hasil pengukuran yang telah dilakukan

### 4.3.3 Hasil Pengujian

Tabel 4.2 Hasil Pengujian Sensor MQ-7 (CO)

No	Tampilan Labview	Pengukuran dengan Multimeter	% Error
	Vout (volt)	Vout (volt)	
1	0.09	0.09	0
2	0.09	0.09	0
3	0.07	0.07	0
Error rata-rata			0%



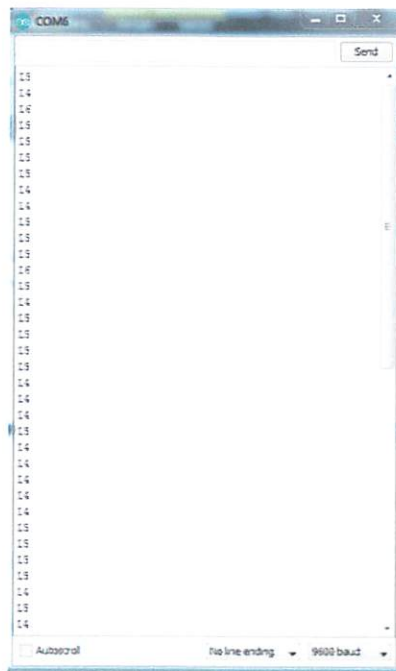
Gambar 4.4 Pengujian Tegangan Sensor MQ 7 di Labview



Gambar 4.5 Pengukuran Tegangan Sensor MQ-7 Dengan Multimeter

#### 4.3.4 Analisa Pengujian

Pada tabel 4.2 pengujian dilakukan yaitu pengukuran menggunakan multimeter mengukur tegangan keluaran sensor dan perhitungan yaitu melihatnya di labview, sensor dapat dilihat bahwa terdapat nilai vout dimana nilai ini didapat dari perubahan resistansi sensor terhadap kondisi gas disekitar, lalu nilai tegangan ini yang akan diubah menjadi nilai satuan gas. Data pada mikrokontroler arduino yang didapat adalah nilai adc seperti ditampilkan pada gambar 4.6. Nilai adc sensor saat kondisi udara bersih sekitar 14-16.



Gambar 4.6 Nilai Adc Sensor MQ-7

Nilai adc inilah yang akan diolah menjadi nilai tegangan (vout) karena dari arduino mengirim data ke komputer berupa perubahan tegangan dari sensor tersebut. Nilai tegangan dapat dicari dengan:

$$V_o = adc \left( \frac{5}{1024} \right)$$

$$V_o = 16 \left( \frac{5}{1024} \right)$$

$$V_o = 0.07v$$

Setelah itu mencari nilai RS, dapat dicari dengan:

$$RS = \left( \frac{v_c - v_o}{v_o} \right) RL$$

Dimana:

$$V_c = 5v$$

$$RL = 10k\Omega$$

Sesuai dengan datasheet nilai  $v_c$  adalah tegangan input yang diterima sensor dan  $RL$  adalah nilai resistor pada sensor yakni  $10 k\Omega$ .

$$RS = \left( \frac{5v - 0.07v}{0.07v} \right) 10k\Omega$$

$$RS = ( 70.428 ) 10k\Omega$$

$$RS = 704.28$$

Jika kita menganalisa grafik yang ada pada datasheet maka dapat dilihat bahwa  $r_s/r_o$  akan bernilai 1 pada konsentrasi 100 ppm, artinya nilai  $r_s = r_o$  dan nilai  $r_o$  ini adalah nilai saat kondisi udara bersih.

error pengukuran terhadap perhitungan dapat dihitung dengan persamaan :

$$\% \text{ Error} = \left| \frac{\text{Hasil Pengukuran} - \text{Hasil Perhitungan}}{\text{Hasil Perhitungan}} \right| \times 100 \%$$

$$\% \text{ Error} = \left| \frac{0.09 - 0.09}{0.09} \right| \times 100 \%$$

$$\% \text{ Error} = 0 \times 100 \%$$

$$\% \text{ Error} = 0 \%$$

Error rata-rata pada pengujian sensor MQ-7

$$\overline{\% \text{ error}} = \frac{\sum \% \text{ error}}{\text{Jumlah Percobaan}}$$

$$\overline{\% \text{ error}} = \frac{0}{3}$$

$$\overline{\% \text{ error}} = 0 \%$$

#### **4.4 Pengujian Sensor MQ-2 (HC)**

Pada pengujian sensor yang digunakan dalam perancangan alat ini yaitu sensor gas MQ-2. Pada prinsipnya sensor ini bekerja melalui perubahan resistansi bila terdapat gas yang terdeteksi dan mengirim perubahan tegangan ke komputer, tinggi rendahnya tegangan tergantung jumlah gas yang dideteksi. Untuk pengujian dari sensor ini penulis melakukan langkah-langkah mencari nilai satuan sensor sesuai datasheet untuk melakukan pengukuran konsentrasi gas dalam satuannya.

##### **4.4.1 Peralatan yang digunakan**

1. Sensor gas MQ-2 (HC)
2. Arduino Uno
3. Komputer

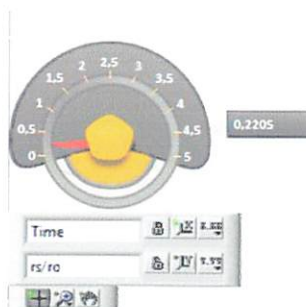
##### **4.4.2 Langkah-langkah yang dilakukan**

1. Hubungkan arduino uno ke komputer
2. Masukkan kabel keluaran sensor ke pin A1
3. Mencari nilai adc dengan masukan script program ke software arduino
4. Menghitung nilai adc ke tegangan dengan rumus
5. Mencari nilai RS dengan rumus
6. Mencari nilai RS/RO dengan rumus
7. Mengukur tegangan output sensor menggunakan multimeter.
8. kalibrasi nilai respon dengan alat ukur standart (pada pengujian keseluruhan)
9. Mencatat hasil pengukuran yang telah dilakukan

### 4.4.3 Hasil Pengujian

Tabel 4.3 Hasil Pengujian Sensor MQ-2 (HC)

No	Tampilan Labview	Pengukuran dengan Multimeter	% Error
	Vout (volt)	Vout (volt)	
1	0.22	0.22	0
2	0.21	0.21	0
3	0.2	0.2	0
Error rata-rata			0%



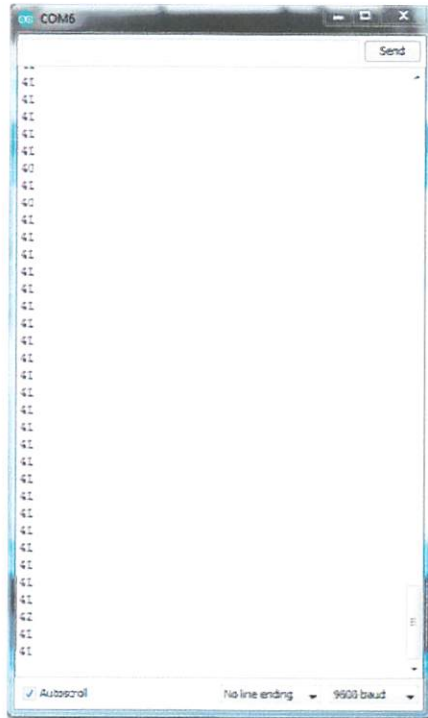
Gambar 4.7 Pengujian Tegangan Sensor MQ 2 di Labview



Gambar 4.8 Pengukuran Tegangan Sensor MQ-2 Dengan Multimeter

#### 4.4.4 Analisa Pengujian

Pada tabel 4.3 pengujian dilakukan yaitu pengukuran menggunakan multimeter mengukur tegangan keluaran sensor dan perhitungan yaitu melihatnya di labview, sensor dapat dilihat bahwa terdapat nilai vout dimana nilai ini didapat dari perubahan resistansi sensor terhadap kondisi gas disekitar, lalu nilai tegangan ini yang akan diubah menjadi nilai satuan gas. Data pada mikrokontroler arduino yang didapat adalah nilai adc seperti ditampilkan pada gambar 4.9. Nilai adc sensor saat kondisi udara bersih sekitar 43-45.



Gambar 4.9 Nilai Adc Sensor MQ-2

Nilai adc inilah yang akan diolah menjadi nilai tegangan ( $V_o$ ) karena dari arduino mengirim data ke komputer berupa perubahan tegangan dari sensor tersebut. Nilai tegangan dapat dicari dengan:

$$V_o = adc \left( \frac{5}{1024} \right)$$

$$V_o = 45 \left( \frac{5}{1024} \right)$$

$$V_o = 0.22v$$

Setelah itu mencari nilai RS, dapat dicari dengan:

$$RS = \left( \frac{V_c - V_o}{V_o} \right) RL$$

Dimana:

$$V_c = 5v$$

$$RL = 5k\Omega$$

Sesuai dengan datasheet nilai  $V_c$  adalah tegangan input yang diterima sensor dan  $RL$  adalah nilai resistor pada sensor yakni  $5k\Omega$

$$RS = \left( \frac{5 - 0.22}{0.22} \right) 5k\Omega$$

$$RS = ( 21.72 ) 5k\Omega$$

$$RS = 108.63$$

Jika kita menganalisa grafik yang ada pada datasheet maka dapat dilihat bahwa  $rs/ro$  akan bernilai 1 pada konsentrasi 1000 ppm, artinya nilai  $rs = ro$  dan nilai  $ro$  ini adalah nilai saat kondisi udara bersih.

error pengukuran terhadap perhitungan dapat dihitung dengan persamaan :

$$\% \text{ Error} = \left| \frac{\text{Hasil Pengukuran} - \text{Hasil Perhitungan}}{\text{Hasil Perhitungan}} \right| \times 100 \%$$

$$\% \text{ Error} = \left| \frac{0.22 - 0.22}{0.22} \right| \times 100 \%$$

$$\% \text{ Error} = 0 \times 100 \%$$

$$\% \text{ Error} = 0 \%$$

Error rata-rata pada pengujian sensor MQ-2

$$\overline{\% \text{ error}} = \frac{\sum \% \text{ error}}{\text{Jumlah\_Percobaan}}$$

$$\overline{\% \text{ error}} = \frac{0}{3}$$



$$\overline{\%error} = 0\%$$

#### 4.5 Pengujian Keseluruhan Sistem

Pengujian dilakukan untuk menguji kemampuan fungsi sistem kerja dari alat tersebut apakah sudah bekerja sesuai yang diharapkan atau tidak. Pengujian ini juga untuk mengambil data dari alat tersebut, data yang diambil yaitu kadar emisi gas CO dan HC lalu data tersebut dikalibrasi dengan alat standar. Alat ini dibandingkan dengan alat milik Auto2000 Sukun. Setelah mendapatkan data tersebut lalu menghitung perbandingan error kesalahan pembacaan sensor.

##### 4.5.1 Langkah Pengujian

1. Hubungkan alat ke komputer melalui port usb
2. Upload program LIFA\_BASE ke arduino
3. Jalankan program Labview
4. Lakukan pengukuran emisi gas buang
5. Cari nilai respon sensor terhadap satuan ppm
6. Menghitung nilai respon sensor terhadap satuan ppm dengan persamaan regresi linier
7. Mencatat hasil pengukuran yang telah dilakukan

##### 4.5.2 Hasil Pengujian

Tabel 4.4 Hasil Nilai Respon Sensor

No	ALAT Ukur		ALAT Standar	
	MQ7(CO)	MQ2(HC)	CO	HC
	rs/ro	rs/ro		
1	0,02	0,55	0,1	9
2	0,03	0,69	0,07	6
3	0,05	0,73	0,04	5
4	0,07	0,83	0,02	4
5	0,09	0,95	0,01	2

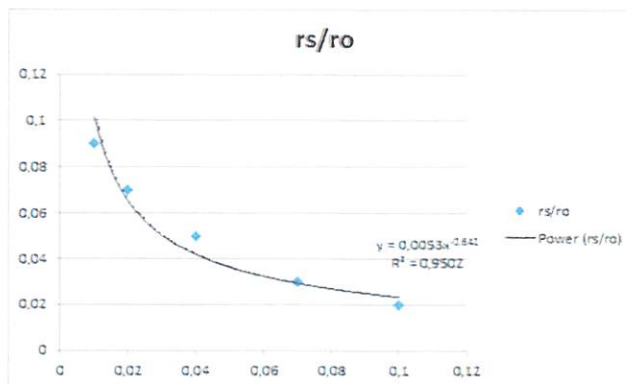
Tabel 4.5 Hasil Pengujian Alat ukur

No	ALAT Ukur		ALAT Standar		%Error	
	%CO = [0,0053/(rs/ro)] <sup>1,55</sup>	ppmHC = [1,2761/(rs/ro)] <sup>2,8</sup>	CO	HC	CO	HC
1	0,06	33	0,05	32	20	3.1
2	0,3	172	0,27	171	11	0.5
3	0,03	28	0,03	26	0	7.6
4	0,1	47	0.09	45	11	4.4
5	0,1	43	0.09	41	11	4.8
Error rata-rata					10.6	4.1

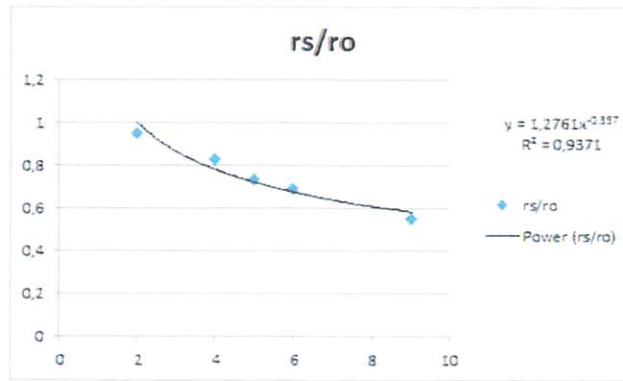
### 4.5.3 Analisa Hasil Pengujian

Untuk mengetahui nilai konsentrasi gas (ppm) dalam udara terlebih dahulu mencari nilai rs/ro, nilai rs/ro adalah nilai respon sensor terhadap konsentrasi gas yang diukur. Kemudian diolah ke dalam bentuk satuan ppm. Perubahan nilai rs/ro terhadap konsentrasi gas CO dan HC terdapat pada tabel 4.4.

Untuk mencari nilai ppm kita dapat menggunakan microsoft excel dengan regresi (trendline) power, maka diperoleh  $y = 0,0053x^{-0,642}$  (CO) dan  $y = 1,2761x^{-0,357}$  (HC). Dari proses ini didapat rumus untuk mengubah nilai ratio menjadi satuannya, yaitu : %CO =  $[0,0053/(rs/ro)]^{1,55}$  dan ppmHC =  $[1,2761/(rs/ro)]^{2,8}$ .



Grafik 4.1 persamaan nilai regresi gas CO



Grafik 4.2 persamaan nilai regresi gas HC

error pengujian gas HC alat ukur terhadap alat standar dapat dihitung dengan persamaan :

$$\% \text{ Error} = \left| \frac{\text{Hasil Pengukuran} - \text{Hasil Perhitungan}}{\text{Hasil Perhitungan}} \right| \times 100 \%$$

$$\% \text{ Error} = \left| \frac{172 - 171}{171} \right| \times 100 \%$$

$$\% \text{ Error} = 0.005 \times 100 \%$$

$$\% \text{ Error} = 0.5 \%$$

Error rata-rata pada hasil pengujian gas HC

$$\overline{\% \text{ error}} = \frac{\sum \% \text{ error}}{\text{Jumlah Percobaan}}$$

$$\overline{\% \text{ error}} = \frac{20.4}{5}$$

$$\overline{\% \text{ error}} = 4.1 \%$$

error pengujian gas CO alat ukur terhadap alat standar dapat dihitung dengan persamaan :

$$\% \text{ Error} = \left| \frac{\text{Hasil Pengukuran} - \text{Hasil Perhitungan}}{\text{Hasil Perhitungan}} \right| \times 100 \%$$

$$\% \text{ Error} = \left| \frac{0.3 - 0.27}{0.27} \right| \times 100 \%$$

$$\% \text{ Error} = 0.11 \times 100 \%$$

$$\% \text{ Error} = 11 \%$$

Error rata-rata pada hasil pengujian gas CO

$$\overline{\%error} = \frac{\sum \%error}{\text{Jumlah\_Percobaan}}$$

$$\overline{\%error} = \frac{53}{5}$$

$$\overline{\%error} = 10.6 \%$$

Pada saat pengujian keseluruhan terdapat persentasi error sebesar 4.1% (HC) dan 10.6% CO dalam pengukuran mungkin disebabkan partikel-partikel kotoran serta uap air yang dihasilkan dari proses pembakaran mesin dapat mempengaruhi kinerja sensor sehingga nilai yang dibaca tidak akurat.



Gambar 4.10 Hasil Tampilan Pada Labview

1991-1992

1992-1993

1993-1994

1994-1995

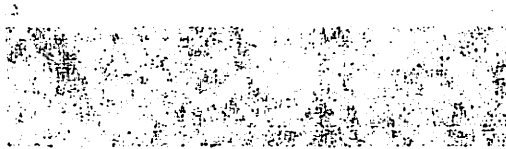
1995-1996

1996-1997

1997-1998  
1998-1999  
1999-2000  
2000-2001

2001-2002

2002-2003



2003-2004

## BAB V PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Setelah dilakukan perancangan, pengujian dan berdasarkan dari hasil menganalisa sistem, maka dapat diambil beberapa kesimpulan serta hal yang dapat digunakan untuk perbaikan dan pengembangan selanjutnya, yaitu :

1. Berdasarkan dari hasil pengujian sistem keseluruhan dapat diambil kesimpulan bahwa alat ukur kadar emisi gas buang kendaraan bermotor telah berhasil dibuat dan dapat bekerja dengan baik.
2. Telah dapat diperoleh persamaan regresi linier yaitu  $HC = [1,2761/(rs/ro)]^{2,8}$  dan  $CO = [0,0053/(rs/ro)]^{1,55}$  berdasarkan dari hasil pengujian nilai respon sensor terhadap alat ukur standar milik Auto2000 Sukun.
3. Berdasarkan pengujian nilai persamaan regresi linier bahwa ketika konsentrasi gas tinggi maka nilai respon sensor semakin rendah.
4. Terdapat persentasi error sebesar 4.1% (HC) 10.6% (CO) dalam pengukuran mungkin disebabkan partikel-partikel kotoran serta uap air yang dihasilkan dari proses pembakaran mesin dapat mempengaruhi kinerja sensor sehingga nilai yang dibaca tidak akurat.

## 5.2 **Saran**

Dari hasil pembuatan alat ini tidak lepas dari kekurangan perancangan sistem maupun peralatan yang digunakan, untuk itu agar sistem dapat bekerja dengan baik maka dapat disarankan untuk perbaikan dan penyempurnaan, antara lain :

1. Untuk mendapatkan hasil yang baik dan memuaskan sebaiknya pengujian dilakukan dengan banyak sample kendaraan yang berbeda tipe.
2. Untuk meminimalisir terjadinya error dalam pembacaan sensor sebaiknya diberi filter atau saringan pada saluran alat ukur agar dapat menyaring partikel-partikel kotoran serta uap air sehingga gas yang masuk dapat diserap dengan baik oleh sensor.
3. Untuk pengembangan lebih lanjut penulis menyarankan agar menambahkan jenis emisi gas lain yang diukur seperti CO<sub>2</sub> dan O<sub>2</sub>.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anonim, 2015. Bahan bakar dan emisi: Mengenal Standar Emisi Euro, (Online), (<http://www.gaikindo.or.id/mengenal-standar-emisi-euro-bag-1/>), diakses 12 Februari 2016.
- [2] Emisi Gas Buang. (Online). ([https://id.wikipedia.org/wiki/Emisi\\_gas\\_buang](https://id.wikipedia.org/wiki/Emisi_gas_buang)) diakses 12 Februari 2016.
- [3] Tjitra, A. Menganalisa Sendiri Hasil Test Emisi Gas Buang, (Online), (<http://saft7.com/menganalisa-sendiri-hasil-test-emisi-gas-buang/>), diakses 14 Februari 2016.
- [4] Justo, P.D., dan Gertz, H. (2013). *Atmospheric Monitoring With Arduino*. Gravenstein Highway North: O'Reilly Media ,Inc.
- [5] Anonim, 2016. (Online). ( <http://www.geraicerdas.com/sensor/analog-gas-sensor-mq7-carbon-monoxide-detail>), diakses 11 Februari 2016.
- [6] Fandi. Pemrograman Arduino, (Online), (<http://fandi.students.uui.ac.id/>), diakses pada 24 Mei 2016.
- [7] Arduino Board UNO. (Online). (<https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardUno>), diakses 9 Februari 2016.
- [8] Komunikasi Serial. (Online). ([https://id.wikipedia.org/wiki/Komunikasi\\_serial](https://id.wikipedia.org/wiki/Komunikasi_serial)), diakses 14 Februari 2016.
- [9] Hastuti, NF. (Online), (<http://terminaltechno.blog.uns.ac.id/2009/11/07/pengkabelan-port-serial-port-paralel-usb-dan-port-serial-rs-232/>), diakses pada 26 Maret 2016
- [10] Wijaya, SK. 2013. Pengenalan Instrumentasi Maya, (Online), diakses 24 April 2016
- [11] Otálora, A. Soto. 2015. Design And Evaluation of a Portable Meter Oil Pollution Prototype Wastewater With Temperature Control Using Arduino Technology. Jurnal Tugas Akhir, (online), ([www.arnpjournals.com/.../jeas\\_0815\\_2367.pdf](http://www.arnpjournals.com/.../jeas_0815_2367.pdf)), diakses 9 Februari 2016



# **LAMPIRAN**

## PERMOHONAN PERSETUJUAN SKRIPSI

Yang Bertanda Tangan Dibawah Ini:

Nama : Muhamad Aristyo Rahadian  
 NIM : 121225  
 Semester : 8  
 Fakultas : Teknologi Industri  
 Jurusan : Teknik Elektro S-I  
 Konsentrasi : TEKNIK ENERGI LISTRIK  
TEKNIK ELEKTRONIKA  
TEKNIK KOMPUTER DAN INFORMATIKA  
TEKNIK KOMPUTER  
TEKNIK TELEKOMUNIKASI

Alamat : Jl. Nuri 2 No 29 Blok A30, kec. Pringg, Kota Tangerang, Banten

Dengan ini kami mengajukan permohonan untuk mendapatkan persetujuan untuk membuat SKRIPSI Tingkat Sarjana. Untuk melengkapi permohonan tersenut, bersama ini kami lampirkan persyaratan-persyaratan yang harus dipenuhi.

Adapun persyaratan- persyaratan pengambilan SKRIPSI adalah sebagai berikut:

- |  |         |
|--|---------|
| 1. Telah melaksanakan semua praktikum sesuai dengan konsentrasinya             | (.....) |
| 2. Telah lulus dan menyerahkan laporan Praktek Kerja                           | (.....) |
| 3. Telah lulus seluruh mata kuliah keahlian (MKB)sesuai konsentrasinya         | (.....) |
| 4. Telah menempuh matakuliah > 134 sks dengan IPK > 2 dan tidak ada nilai E    | (.....) |
| 5. Telah mengikuti secara aktif kegiatan seminar Skripsi yang diadakan Jurusan | (.....) |
| 6. Memenuhi persyaratan administrasi   | (.....) |

Demikian permohonan ini untuk mendapatkan penyelesaian lebih lanjut dan atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Telah diteliti kebenarannya data tersebut diatas  
 Recording Teknik Elektro S-I

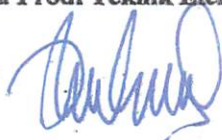
Malang, 11 - 2 - 2016  
 Pemohon

(M. Ibrahim Ashari)

(M. Aristyo Rahadian)

**Disetujui**  
**Ketua Prodi Teknik Elektro S-I**

**Mengetahui**  
**Dosen Wali**





**M. Ibrahim Ashari, ST, MT**  
**NIP. P. 1030100358**

(.....)

**Catatan:**  
 Bagi mahasiswa yang telah memenuhi persyaratan mengambil SKRIPSI agar membuat proposal dan mendapat persetujuan dari Ketua Prodi T. elektro S-I


- |   |                              |
|---|------------------------------|
| 1 | <u>IP 468,5 / 500 = 93,7</u> |
| 2 | <u>138</u>                   |
| 3 | .....                        |

**BERITA ACARA RAPAT PERSETUJUAN JUDUL/PROPOSAL SKRIPSI**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1**

**Konsentrasi : T. EKA S1'**

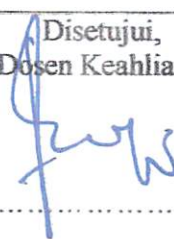
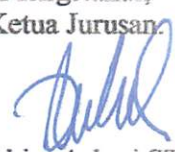
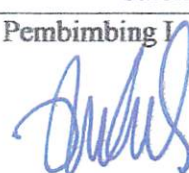
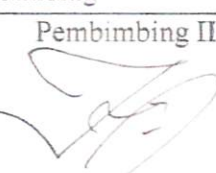
Tanggal : 29 - 2 - 2026

1.	NIM	1212225
2.	Nama	Muhammad Ariefo Rahadian
3.	Judul yang diajukan	Rancang Bangun Rata Ukur Kadar Energi Gas Buang Kendaraan Bermotor Berbasis Arduino dan Interface Komputasi
4.	<b>Disetujui/Ditolak</b>	
5.	Catatan:	
6.	Pembimbing yang diusulkan:	
	1.	Abrahim Akhri, ST. MT
	2.	Dr. Eng. I Kony S. ST. MT
		Menyetujui
	1.	Koordinator Dosen Kelompok Keahlian
		

\* : Coret yang tidak perlu



## BERITA ACARA SEMINAR PROPOSAL SKRIPSI PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S1

<b>KONSENTRASI</b>	T. ELEKTRONIKA S1					
1.	Nama Mahasiswa	Muhammad Arityo Rahadian	NIM	1212225		
2.	Keterangan	Tanggal	Waktu	Tempat / Ruang		
	Pelaksanaan	17 Maret 2016				
3.	Spesifikasi Judul (berilah tanda silang *)					
	a.	Sistem Tenaga Elektrik	e.	Embbded System	i.	Sistem Informasi
	b.	Konversi Energi	f.	Antar Muka	j.	Jaringan Komputer
	c.	Sistem Kendali	g.	Elektronika Telekomunikasi	k.	Web
	d.	Tegangan Tinggi	h.	Elektronika Instrumentasi	l.	Algoritma Cerdas
4.	Judul Proposal yang diseminarkan Mahasiswa	Rancang Bangun Alat Ukur Kadar Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor Berbasis Android Dengan Infrance Dengan USB				
5.	Perubahan Judul yang diusulkan oleh Kelompok Dosen Keahlian	..... ..... .....				
6.	Catatan :					
	..... ..... .....					
7.	Catatan :					
	..... ..... .....					
	Persetujuan Judul Skripsi					
	Disetujui, Dosen Keahlian I   .....		Disetujui, Dosen Keahlian II  .....			
Mengetahui, Ketua Jurusan   M. Ibrahim Ashari, ST, MT NIP. P. 1030100358		Disetujui, Calon Dosen Pembimbing				
		Pembimbing I   Moch. Ibrahim Ashari, ST, MT	Pembimbing II   DR. Eng. Komang Somawirata, ST, MT			

Keterangan :

\*) dilingkari a, b, c, ..... sesuai dengan bidang keahlian



## BERITA ACARA SEMINAR PROGRESS SKRIPSI PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S1

<b>KONSENTRASI</b>	T. Elektronika				
1.	<b>Nama Mahasiswa</b>	Muhamad Aristyo Rahadian	<b>NIM</b>	1212225	
2.	<b>Keterangan</b>	<b>Tanggal</b>	<b>Waktu</b>	<b>Tempat / Ruang</b>	
	<b>Pelaksanaan</b>				
3.	<b>Judul Skripsi</b>	Rancang Bangun Alat Ukur Kadar Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor Berbasis Arduino Dengan Interface Komunikasi USB			
4.	<b>Perubahan Judul</b>	..... ..... ..... .....			
5.	<b>Catatan :</b> <i>- Kelebaran Lembar oleh M. Ashari, ST, MT</i> <i>- Perubahan kata pada judul ke M.D.C. secara teknik</i> .....	..... ..... ..... ..... ..... ..... ..... ..... .....			
	6.	<b>Mengetahui, Ketua Jurusan</b>	<b>Disetujui, Dosen Pembimbing</b>		
		 <b>M. Ibrahim Ashari, ST, MT</b>	<b>Pembimbing I</b>  <b>M. Ibrahim Ashari, ST, MT</b>	<b>Pembimbing II</b>  <b>Dr. Eng. I Komang Somawirata, ST, MT</b>	



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

PT. BNI (PERSERO) MALANG  
BANK NIAGA MALANG

Kampus I : Jl. Bendungan Sempura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145  
Kampus II : Jl. Raya Karangic, Km. 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

Nomor Surat : ITN-169/EL-FTI/2015  
Lampiran : -  
Perihal : BIMBINGAN SKRIPSI (Baru)

8 Maret 2016

Kepada : Yth. Bapak/Ibu **Moch. Ibrahim Ashari, ST.MT**  
Dosen Teknik Elektro S-1  
ITN MALANG

Dengan Hormat

Sesuai dengan permohonan dan persetujuan dalam Proposal Skripsi untuk mahasiswa:

Nama : Muhammad Arityo Rahadian  
Nim : 1212225  
Fakultas : **Teknologi Industri**  
Program Studi : **Teknik Elektro S-1**  
Konsentrasi : Teknik Elektronika



Maka dengan ini pembimbingan tersebut kami serahkan sepenuhnya kepada Saudara/i selama masa waktu :

“ Semester Genap Tahun Akademik 2015-2016 ”

Demikian atas perhatian serta bantuannya kami sampaikan terima kasih.

Mengetahui

Ketua Program Studi Teknik Elektro S-1

  
  
M. Ibrahim Ashari, ST, MT  
NIP.P. 1030100358



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

PT. BNI (PERSERO) MALANG  
BANK NIAGA MALANG

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145  
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

Nomor Surat : ITN-169/EL-FTI/2015

8 Maret 2016

Lampiran : -

Perihal : BIMBINGAN SKRIPSI (**Baru**)

Kepada : Yth. Bapak/Ibu **DR.Eng.Komang Somawirata.ST,MT**  
Dosen Teknik Elektro S-1  
ITN MALANG

Dengan Hormat

Sesuai dengan permohonan dan persetujuan dalam Proposal Skripsi untuk mahasiswa:

Nama : Muhammad Arityo Rahadian

Nim : 1212225

Fakultas : **Teknologi Industri**

Program Studi : **Teknik Elektro S-1**

Konsentrasi : Teknik Elektronika

Maka dengan ini pembimbingan tersebut kami serahkan sepenuhnya kepada Saudara/i selama masa waktu :

**" Semester Genap Tahun Akademik 2015-2016 "**

Demikian atas perhatian serta bantuannya kami sampaikan terima kasih.

Mengetahui

Ketua Program Studi Teknik Elektro S-1



**M. Ibrahim Ashari, ST, MT**

NIP.P. 1030100358



**MONITORING BIMBINGAN SKRIPSI  
SEMESTER GENAP TAHUN AKADEMIK 2015-2016**

Nama Mahasiswa : Muhamad Aristyo Rahadian  
 NIM : 1212225  
 Nama Pembimbing : M. Ibrahim Ashari, ST., MT.  
 Judul Skripsi : RANCANG BANGUN ALAT UKUR KADAR EMISI GAS  
 BUANG KENDARAAN BERMOTOR BERBASIS  
 ARDUINO DENGAN INTERFACE KOMUNIKASI USB

Minggu Ke-	Hari, Tanggal	Waktu Bimbingan	Materi Bimbingan	Paraf
1	13 April 2016	12.00 12.15	Revisi Bab I dan Bab II	
2	22 April 2016	10.30 10.35	Langganan Bab III	
3	13 Mei 2016	10.45 10.50	ACC Bab III	
4	19 Juli 2016	10.30 10.40	Langganan Bab IV	
5	20 Juli 2016	10.30 10.40	Revisi nalar dan simulasi	
6	22 Juli 2016	09.00 09.05	dan nalar dan simulasi	
7	29 Juli 2016	09.00 09.10	Revisi Bab V dan VI	

Malang, .....

Pembimbing

**M. Ibrahim Ashari, ST., MT.**

NIP. P. 1030100358





PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

Kampus II : Jl. Raya Karanglo Km. 2 Malang

**MONITORING BIMBINGAN SKRIPSI  
SEMESTER GENAP TAHUN AKADEMIK 2015-2016**

Nama Mahasiswa : Muhamad Aristyo Rahadian  
NIM : 1212225  
Nama Pembimbing : M. Ibrahim Ashari, ST., MT.  
Judul Skripsi : RANCANG BANGUN ALAT UKUR KADAR EMISI GAS  
BUANG KENDARAAN BERMOTOR BERBASIS  
ARDUINO DENGAN INTERFACE KOMUNIKASI USB

Minggu Ke-	Hari, Tanggal	Waktu Bimbingan	Materi Bimbingan	Paraf
8	1 agust 2016	10.00 10.10	Acc Bab 10 dan 11	
9	2 agust 2016	13.00 13.15	Acc Laporan kompre.	
10				
11				
12				
13				
14				

Malang, .....

Pembimbing

**M. Ibrahim Ashari, ST., MT.**  
NIP. P. 1030100358



**MONITORING BIMBINGAN SKRIPSI**  
**SEMESTER GENAP TAHUN AKADEMIK 2015-2016**

Nama Mahasiswa : Muhamad Aristyo Rahadian  
 NIM : 1212225  
 Nama Pembimbing : Dr. Eng. I Komang Somawirata, ST., MT.  
 Judul Skripsi : RANCANG BANGUN ALAT UKUR KADAR EMISI GAS BUANG KENDARAAN BERMOTOR BERBASIS ARDUINO DENGAN INTERFACE KOMUNIKASI USB

Minggu Ke-	Hari, Tanggal	Waktu Bimbingan	Materi Bimbingan	Paraf
1	12/2016 Keraton	13:30	Konsultasi Bab I & II tentang pengantar labirias	<i>[Signature]</i>
2	26/2016 Keraton	16:30	Konsultasi Bab III & IV	<i>[Signature]</i>
3	Gabtu 24/5	14:30	Bab IV - flow chart - Lanjut Bab V	<i>[Signature]</i>
4	Jumat. 27/2016 7	12:30	Foto hasil pengujian keluarga system Pusat II Ade Sember	<i>[Signature]</i>
5	Senin 25/6 7	13:00	Konsultasi Bab VI & Bab VII	<i>[Signature]</i>
6	Rabu 27/6 7	12:25	Kelaborasi hasil pengujian	<i>[Signature]</i>
7	Jumat. 29/6 7	11:00	Ade Gas IV & V	<i>[Signature]</i>

Malang, .....

Pembimbing

**Dr. Eng. I Komang Somawirata, ST., MT.**

NIP. P. 1030100361



**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1**

**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

Kampus II : Jl. Raya Karanglo Km. 2 Malang

**MONITORING BIMBINGAN SKRIPSI  
SEMESTER GENAP TAHUN AKADEMIK 2015-2016**

Nama Mahasiswa : Muhamad Aristyo Rahadian  
NIM : 1212225  
Nama Pembimbing : Dr. Eng. I Komang Somawirata, ST., MT.  
Judul Skripsi : RANCANG BANGUN ALAT UKUR KADAR EMISI GAS  
BUANG KENDARAAN BERMOTOR BERBASIS  
ARDUINO DENGAN INTERFACE KOMUNIKASI USB

Minggu Ke-	Hari, Tanggal	Waktu Bimbingan	Materi Bimbingan	Paraf
8	Senin 1/6 /16	1130	Mee review Skripsi	
9				
10				
11				
12				
13				
14				

Malang, .....

Pembimbing

**Dr. Eng. I Komang Somawirata, ST., MT.**

**NIP. P. 1030100361**



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1  
Jl. Raya Karanglo, Km. 2 MALANG

### Formulir Perbaikan Ujian Skripsi

alam Pelaksanaan Ujian Skripsi Jenjang Strata 1 Jurusan Teknik Elektro Konsentrasi T.Energi Listrik,  
Elektronika, /T. Komputer, / T.Telekomunikasi, Maka Perlu Adanya Perbaikan Skripsi Untuk Mahasiswa:

Nama : M. Arestyo R.  
IM : 1212225  
Perbaikan Meliputi :

- Hasil pengujian Perhitungan, Pengukuran  
diperjelas.

- Pengujian dg alat standar.

Malang, .....20

(.....)



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1  
Jl. Raya Karanglo, Km. 2 MALANG

### Formulir Perbaikan Ujian Skripsi

Dalam Pelaksanaan Ujian Skripsi Jenjang Strata I Jurusan Teknik Elektro Konsentrasi T.Energi Listrik/  
Elektronika, /T. Komputer, / T.Telekomunikasi, Maka Perlu Adanya Perbaikan Skripsi Untuk Mahasiswa:

Nama : H. Alim  
NIM : 1212211  
Perbaikan Meliputi :

- Kelengkapan pengisian of data yg telah ada misal: HSKA!

Malang.....04-08-.....2018

*[Signature]*  
(.....)  
ETON



### PERSETUJUAN PERBAIKAN SKRIPSI

Dari hasil ujian skripsi Program Studi Teknik Elektro jenjang strata satu (S-1) yang diselenggarakan pada :

Hari : Kamis  
Tanggal : 4 Agustus 2016

Telah dilakukan perbaikan skripsi oleh :

Nama : Muhamad Aristyo Rahadian  
NIM : 1212225  
Program Studi : Teknik Elektro S-1  
Konsentrasi : Teknik Elektronika  
Judul Skripsi : **Rancang Bangun Alat Ukur Kadar Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor Berbasis Arduino Dengan Interface Komunikasi Usb**

No	Materi Perbaikan	Keterangan
1.	Hasil Pengujian "Perhitungan, Pengukuran" Diperjelas	✓
2	Pengujian Dengan Alat Standar	✓

Dosen Penguji I

**Dr. Eng. Aryanto Soetedjo, ST, MT**  
NIP.Y. 1030800417

Dosen Pembimbing I

**M. Ibrahim Ashari, ST, MT**  
NIP.P. 1030100358

Dosen Pembimbing II

**Dr. Eng. I Komang Somawirata, ST, MT**  
NIP.P. 1030100361



### PERSETUJUAN PERBAIKAN SKRIPSI

Dari hasil ujian skripsi Program Studi Teknik Elektro jenjang strata satu (S-1)  
yang diselenggarakan pada :

Hari : Kamis  
Tanggal : 4 Agustus 2016

Telah dilakukan perbaikan skripsi oleh :

Nama : Muhamad Aristyo Rahadian  
NIM : 1212225  
Program Studi : Teknik Elektro S-1  
Konsentrasi : Teknik Elektronika  
Judul Skripsi : **Rancang Bangun Alat Ukur Kadar Emisi Gas Buang  
Kendaraan Bermotor Berbasis Arduino Dengan  
Interface Komunikasi Usb**

No	Materi Perbaikan	Keterangan
I	Lakukan Pengujian Dengan Alat Yang Sudah Ada Di Astra	

Dosen Penguji II

**Ir. Eko Nurcahyo, MT**  
NIP.Y. 1028700172

Dosen Pembimbing I

**M. Ibrahim Ashari, ST, MT**  
NIP.P. 1030100358

Dosen Pembimbing II

**Dr. Eng. I Komang Somawirata, ST, MT**  
NIP.P. 1030100361

## SURAT PERNYATAAN ORISINALITAS

Yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : Muhamad Aristyo Rahadian

NIM : 12.12.225

Program Studi : T.Elektro S-1

Konsentrasi : Teknik Elektronika

Dengan ini menyatakan bahwa Skripsi yang saya buat adalah hasil karya sendiri , tidak merupakan plagiasi dari karya orang lain. Dalam Skripsi ini tidak memuat karya orang lain, kecuali dicantumkan sumbernya sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat, dan apabila di kemudian hari ada pelanggaran atas surat pernyataan ini, saya bersedia menerima sanksinya.

Malang, 17 Agustus 2016

Yang membuat Pernyataan,



Muhamad Aristyo Rahadian

NIM : 1212225





PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK**

PT. BNI (PERSERO) MALANG  
BANK NIAGA MALANG

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145  
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

---

**BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**

Nama : Muhamad Aristyo Rahadian  
NIM : 1212225  
Program Studi : TEKNIK ELEKTRO S-1  
Konsentrasi : TEKNIK ELEKTRONIKA  
Judul Skripsi : RANCANG BANGUN ALAT UKUR KADAR EMISI  
GAS BUANG KENDARAAN BERMOTOR BERBASIS  
ARDUINO DENGAN INTERFACE KOMUNIKASI  
USB

Dipertahankan dihadapan Majelis Penguji Skripsi Jenjang Strata Satu (S-1) pada :

Hari : Kamis  
Tanggal : 4 Agustus 2016  
Dengan Nilai : 83,25 (A)

**Panitia Ujian Skripsi**

**Ketua Majelis Penguji**

M. Ibrahim Ashari, ST, MT  
NIP.P. 1030100358

**Sekretaris Majelis Penguji**

Dr. Eng. I Komang Somawirata, ST, MT  
NIP.P. 1030100361

**Anggota Penguji**

**Penguji I**

Dr. Eng. Arsyanto Soetedjo, ST, MT  
NIP.Y. 1030800417

**Penguji II**

Ir. Eko Nurcahyo, MT  
NIP.Y. 1028700172

# **DATASHEET**

**TECHNICAL DATA****MQ-7 GAS SENSOR****FEATURES**

- \* High sensitivity to carbon monoxide
- \* Stable and long life

**APPLICATION**

They are used in gas detecting equipment for carbon monoxide(CO) in family and industry or car.

**SPECIFICATIONS****A. Standard work condition**

Symbol	Parameter name	Technical condition	Remark
Vc	circuit voltage	5V±0.1	Ac or Dc
VH (H)	Heating voltage (high)	5V±0.1	Ac or Dc
VH (L)	Heating voltage (low)	1.4V±0.1	Ac or Dc
RL	Load resistance	Can adjust	
RH	Heating resistance	33 Ω ±5%	Room temperature
TH (H)	Heating time (high)	60±1 seconds	
TH (L)	Heating time (low)	90±1 seconds	
PH	Heating consumption	About 350mW	

**b. Environment conditions**

Symbol	Parameters	Technical conditions	Remark
Tao	Using temperature	-20℃-50℃	
Tas	Storage temperature	-20℃-50℃	Advice using scope
RH	Relative humidity	Less than 95%RH	
O <sub>2</sub>	Oxygen concentration	21%(stand condition) the oxygen concentration can affect the sensitivity characteristic	Minimum value is over 2%

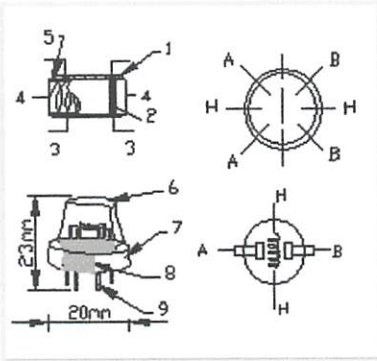
**c. Sensitivity characteristic**

symbol	Parameters	Technical parameters	Remark
Rs	Surface resistance Of sensitive body	2-20k	In 100ppm Carbon Monoxide
a (300/100ppm)	Concentration slope rate	Less than 0.5	Rs (300ppm)/Rs(100ppm)
Standard working condition	Temperature -20℃ ±2℃	relative humidity 65%±5%	RL:10K Ω ±5%
	Vc:5V±0.1V	VH:5V±0.1V	VH:1.4V±0.1V
Preheat time	No less than 48 hours	Detecting range: 20ppm-2000ppm carbon monoxide	

**D. Structure and configuration, basic measuring circuit**

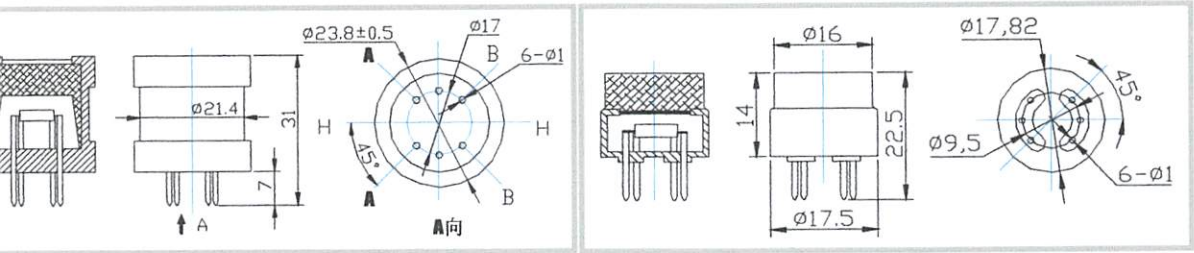
Structure and configuration of MQ-7 gas sensor is shown as Fig. 1 (Configuration A or B), sensor composed by micro AL<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ceramic tube, Tin Dioxide (SnO<sub>2</sub>) sensitive layer, measuring electrode and heater are fixed into a crust made by plastic and stainless steel net. The heater provides necessary work conditions for work of sensitive components. The enveloped MQ-7 have

6 pin ,4 of them are used to fetch signals, and other 2 are used for providing heating current.



Parts	Materials
1 Gas sensing layer	SnO <sub>2</sub>
2 Electrode	Au
3 Electrode line	Pt
4 Heater coil	Ni-Cr alloy
5 Tubular ceramic	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
6 Anti-explosion network	Stainless steel gauze (SUS316 100-mesh)
7 Clamp ring	Copper plating Ni
8 Resin base	Bakelite
9 Tube Pin	Copper plating Ni

Fig.1



**Standard circuit:**

As shown in Fig 2, standard measuring circuit of MQ-7 sensitive components consists of 2 parts. one is heating circuit having time control function (the high voltage and the low voltage work circularly ). The second is the signal output circuit, it can accurately respond changes of surface resistance of the sensor.

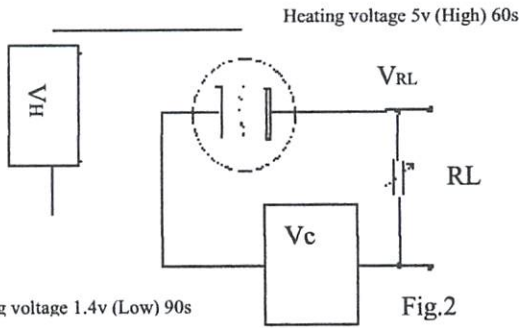


Fig.2

Electric parameter measurement circuit is shown as Fig.2

**E. Sensitivity characteristic curve**

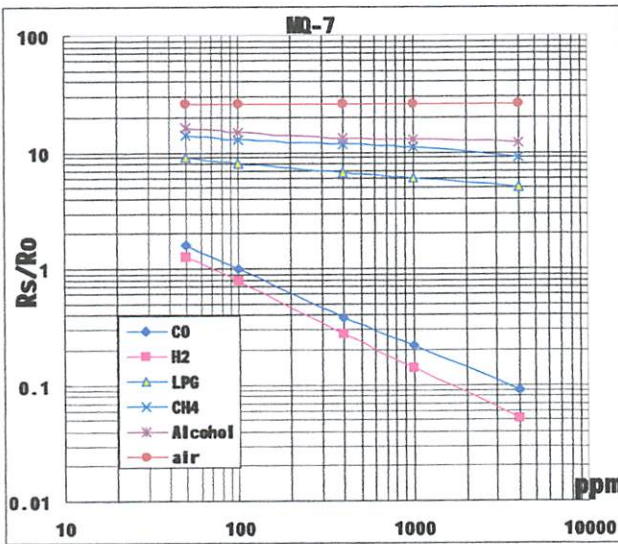


Fig.3 is shows the typical sensitivity characteristics of the MQ-7 for several gases.

in their: Temp: 20°C、  
Humidity: 65%、  
O<sub>2</sub> concentration 21%  
RL=10k Ω

Ro: sensor resistance at 100ppm  
CO in the clean air.

Rs: sensor resistance at various concentrations of gases.

Fig.3 sensitivity characteristics of the MQ-7

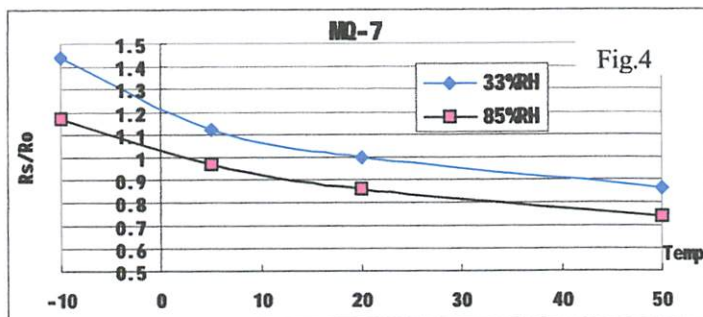


Fig.4 is shows the typical dependence of the MQ-7 on temperature and humidity.

Ro: sensor resistance at 100ppm CO in air at 33%RH and 20degree.

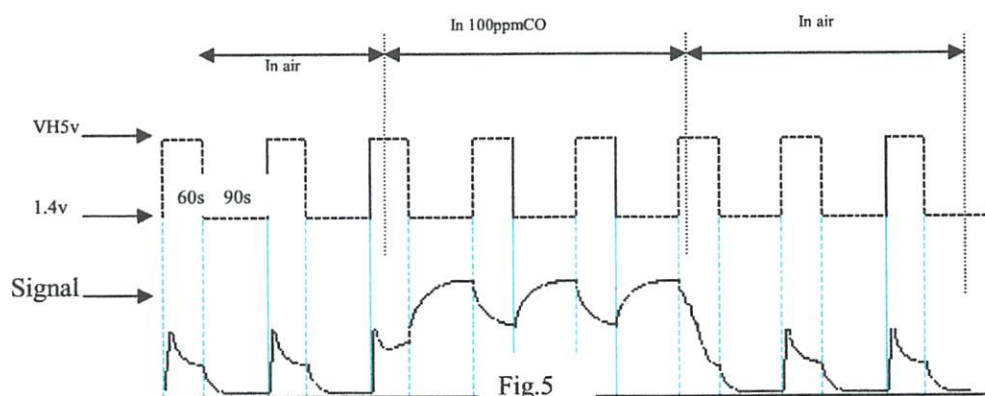
Rs: sensor resistance at 100ppm CO at different temperatures and humidities.

## OPERATION PRINCIPLE

The surface resistance of the sensor  $R_s$  is obtained through effected voltage signal output of the load resistance  $R_L$  which series-wound. The relationship between them is described:

$$R_s \backslash R_L = (V_c - V_{RL}) / V_{RL}$$

Fig. 5 shows alterable situation of  $R_L$  signal output measured by using Fig. 2 circuit output



signal when the sensor is shifted from clean air to carbon monoxide (CO), output signal measurement is made within one or two complete heating period (2.5 minute from high voltage to low voltage).

Sensitive layer of MQ-7 gas sensitive components is made of  $\text{SnO}_2$  with stability, So, it has excellent long term stability. Its service life can reach 5 years under using condition.

## SENSITIVITY ADJUSTMENT

Resistance value of MQ-7 is difference to various kinds and various concentration gases. So, When using this components, sensitivity adjustment is very necessary. we recommend that you calibrate the detector for 200ppm CO in air and use value of Load resistance that( $R_L$ ) about  $10 \text{ K } \Omega$  ( $5 \text{ K } \Omega$  to  $47 \text{ K } \Omega$ ).

When accurately measuring, the proper alarm point for the gas detector should be determined after considering the temperature and humidity influence. The sensitivity adjusting program:

- Connect the sensor to the application circuit.
- Turn on the power, keep preheating through electricity over 48 hours.
- Adjust the load resistance  $R_L$  until you get a signal value which is respond to a certain carbon monoxide concentration at the end point of 90 seconds.
- Adjust the another load resistance  $R_L$  until you get a signal value which is respond to a CO concentration at the end point of 60 seconds .

[Supplying special IC solutions, More detailed technical information, please contact us.](#)

**TECHNICAL DATA****MQ-2 GAS SENSOR****FEATURES**

Wide detecting scope  
Stable and long life

Fast response and High sensitivity  
Simple drive circuit

**APPLICATION**

They are used in gas leakage detecting equipments in family and industry, are suitable for detecting of LPG, i-butane, propane, methane ,alcohol, Hydrogen, smoke.

**SPECIFICATIONS****A. Standard work condition**

Symbol	Parameter name	Technical condition	Remarks
V <sub>c</sub>	Circuit voltage	5V±0.1	AC OR DC
V <sub>H</sub>	Heating voltage	5V±0.1	ACOR DC
R <sub>L</sub>	Load resistance	can adjust	
R <sub>H</sub>	Heater resistance	33 Ω ± 5%	Room Tem
P <sub>H</sub>	Heating consumption	less than 800mw	

**B. Environment condition**

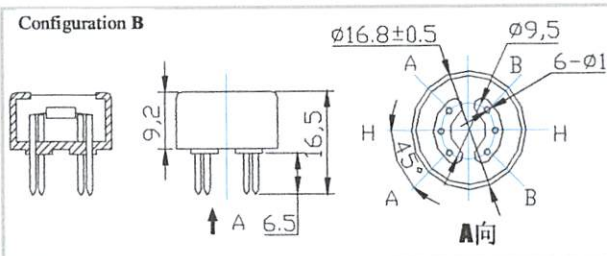
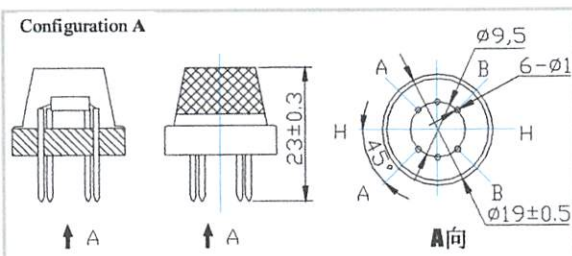
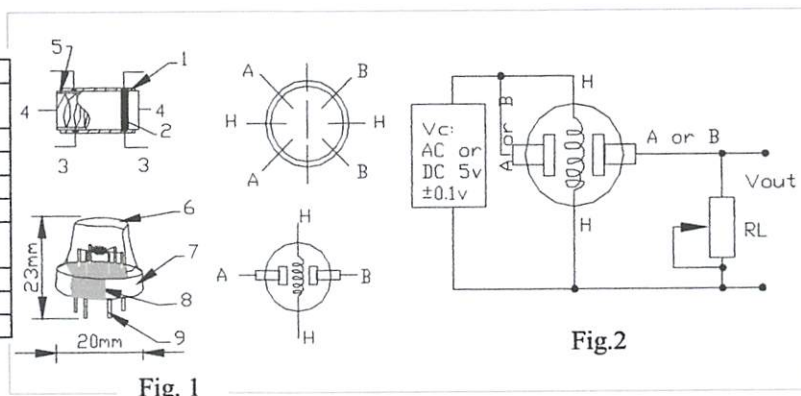
Symbol	Parameter name	Technical condition	Remarks
T <sub>ao</sub>	Using Tem	-20°C-50°C	
T <sub>as</sub>	Storage Tem	-20°C-70°C	
R <sub>H</sub>	Related humidity	less than 95%Rh	
O <sub>2</sub>	Oxygen concentration	21%(standard condition)Oxygen concentration can affect sensitivity	minimum value is over 2%

**C. Sensitivity characteristic**

Symbol	Parameter name	Technical parameter	Remarks
R <sub>s</sub>	Sensing Resistance	3K Ω -30K Ω (1000ppm iso-butane )	Detecting concentration scope: 200ppm-5000ppm LPG and propane 300ppm-5000ppm butane 5000ppm-20000ppm methane 300ppm-5000ppm H <sub>2</sub> 100ppm-2000ppm Alcohol
α (3000/1000) isobutane	Concentration Slope rate	≤0.6	
Standard Detecting Condition	Temp: 20°C ± 2°C Humidity: 65%±5%	V <sub>c</sub> :5V±0.1 V <sub>H</sub> : 5V±0.1	
Preheat time	Over 24 hour		

**D. Structure and configuration, basic measuring circuit**

Parts	Materials
1 Gas sensing layer	SnO <sub>2</sub>
2 Electrode	Au
3 Electrode line	Pt
4 Heater coil	Ni-Cr alloy
5 Tubular ceramic	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
6 Anti-explosion network	Stainless steel gauze (SUS316 100-mesh)
7 Clamp ring	Copper plating Ni
8 Resin base	Bakelite
9 Tube Pin	Copper plating Ni



Structure and configuration of MQ-2 gas sensor is shown as Fig. 1 (Configuration A or B), sensor composed by micro Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ceramic tube, Tin Dioxide (SnO<sub>2</sub>) sensitive layer, measuring electrode and heater are fixed into a

rust made by plastic and stainless steel net. The heater provides necessary work conditions for work of sensitive components. The enveloped MQ-2 have 6 pin ,4 of them are used to fetch signals, and other 2 are used for providing heating current.

Electric parameter measurement circuit is shown as Fig.2

E. Sensitivity characteristic curve

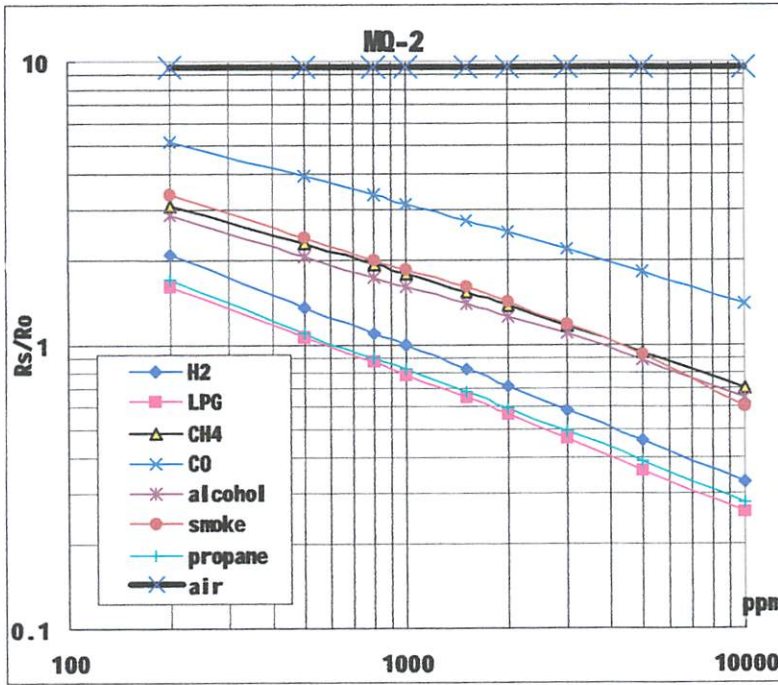


Fig.2 sensitivity characteristics of the MQ-2

Fig.3 shows the typical sensitivity characteristics of the MQ-2 for several gases.

in their: Temp: 20°C、  
Humidity: 65%、  
O<sub>2</sub> concentration 21%  
RL=5k Ω

Ro: sensor resistance at 1000ppm of H<sub>2</sub> in the clean air.

Rs:sensor resistance at various concentrations of gases.

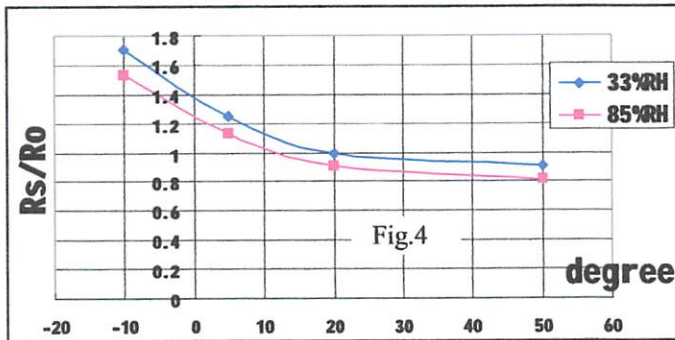


Fig.4 shows the typical dependence of the MQ-2 on temperature and humidity.

Ro: sensor resistance at 1000ppm of H<sub>2</sub> in air at 33%RH and 20 degree.

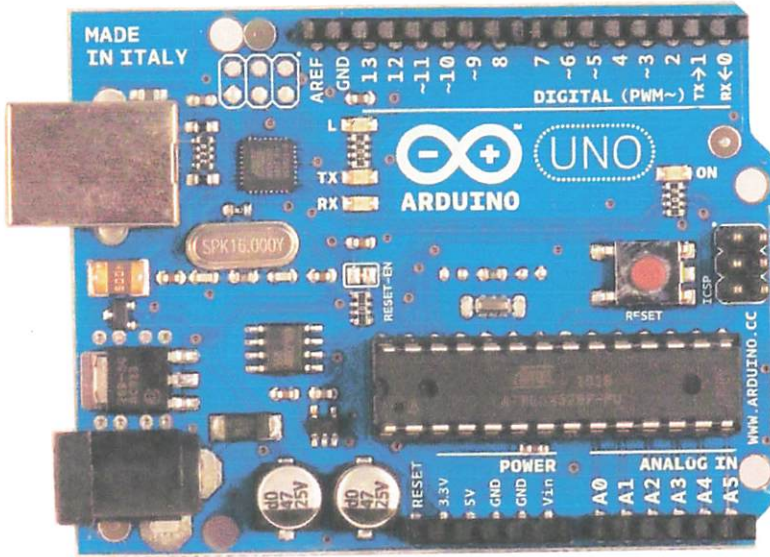
Rs: sensor resistance at 1000ppm of H<sub>2</sub> at different temperatures and humidities.

**SENSITIVITY ADJUSTMENT**

Resistance value of MQ-2 is difference to various kinds and various concentration gases. So,When using this components, sensitivity adjustment is very necessary. we recommend that you calibrate the detector for 1000ppm liquified petroleum gas<LPG>,or 1000ppm iso-butane<i-C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>>concentration in air and use value of load resistance that( R<sub>L</sub>) about 20 K Ω (5K Ω to 47 K Ω).

When accurately measuring, the proper alarm point for the gas detector should be determined after considering the temperature and humidity influence.

# Arduino UNO



## Product Overview

The Arduino Uno is a microcontroller board based on the ATmega328 ([datasheet](#)). It has 14 digital input/output pins (of which 6 can be used as PWM outputs), 6 analog inputs, a 16 MHz crystal oscillator, a USB connection, a power jack, an ICSP header, and a reset button. It contains everything needed to support the microcontroller; simply connect it to a computer with a USB cable or power it with a AC-to-DC adapter or battery to get started. The Uno differs from all preceding boards in that it does not use the FTDI USB-to-serial driver chip. Instead, it features the Atmega8U2 programmed as a USB-to-serial converter.

"Uno" means one in Italian and is named to mark the upcoming release of Arduino 1.0. The Uno and version 1.0 will be the reference versions of Arduino, moving forward. The Uno is the latest in a series of USB Arduino boards, and the reference model for the Arduino platform; for a comparison with previous versions, see the [index of Arduino boards](#).

## Index

Technical Specifications

Page 2

How to use Arduino  
Programming Environment, Basic Tutorials

Page 6

Terms & Conditions

Page 7

Environmental Policies  
half sqm of green via Impatto Zero®

Page 7



radiospares

RADIONICS





# Technical Specification

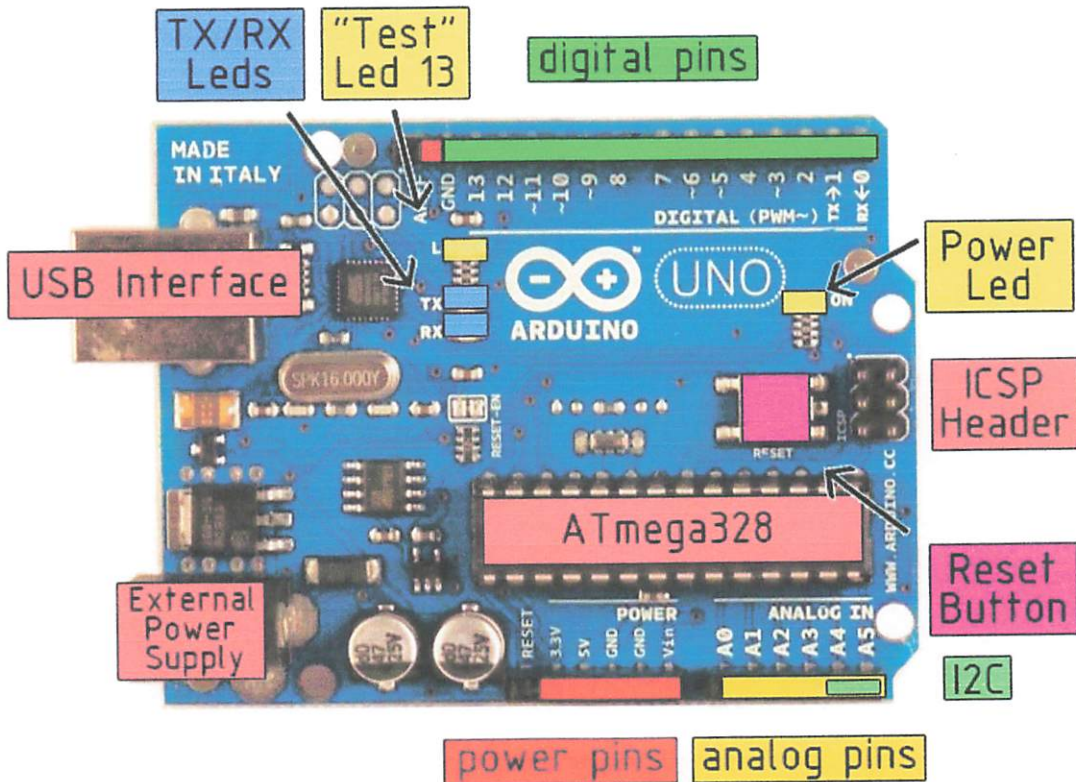


EAGLE files: [arduino-duemilanove-uno-design.zip](#) Schematic: [arduino-uno-schematic.pdf](#)

## Summary

Microcontroller	ATmega328
Operating Voltage	5V
Input Voltage (recommended)	7-12V
Input Voltage (limits)	6-20V
Digital I/O Pins	14 (of which 6 provide PWM output)
Analog Input Pins	6
DC Current per I/O Pin	40 mA
DC Current for 3.3V Pin	50 mA
Flash Memory	32 KB of which 0.5 KB used by bootloader
RAM	2 KB
EEPROM	1 KB
Clock Speed	16 MHz

## the board



*radiospares*

*RADIONICS*



## Power

The Arduino Uno can be powered via the USB connection or with an external power supply. The power source is selected automatically.

External (non-USB) power can come either from an AC-to-DC adapter (wall-wart) or battery. The adapter can be connected by plugging a 2.1mm center-positive plug into the board's power jack. Leads from a battery can be inserted in the Gnd and Vin pin headers of the POWER connector.

The board can operate on an external supply of 6 to 20 volts. If supplied with less than 7V, however, the 5V pin may supply less than five volts and the board may be unstable. If using more than 12V, the voltage regulator may overheat and damage the board. The recommended range is 7 to 12 volts.

The power pins are as follows:

- **VIN.** The input voltage to the Arduino board when it's using an external power source (as opposed to 5 volts from the USB connection or other regulated power source). You can supply voltage through this pin, or, if supplying voltage via the power jack, access it through this pin.
- **5V.** The regulated power supply used to power the microcontroller and other components on the board. This can come either from VIN via an on-board regulator, or be supplied by USB or another regulated 5V supply.
- **3V3.** A 3.3 volt supply generated by the on-board regulator. Maximum current draw is 50 mA.
- **GND.** Ground pins.

## Memory

The Atmega328 has 32 KB of flash memory for storing code (of which 0,5 KB is used for the bootloader); It has also 2 KB of SRAM and 1 KB of EEPROM (which can be read and written with the [EEPROM library](#)).

## Input and Output

Each of the 14 digital pins on the Uno can be used as an input or output, using [pinMode\(\)](#), [digitalWrite\(\)](#), and [digitalRead\(\)](#) functions. They operate at 5 volts. Each pin can provide or receive a maximum of 40 mA and has an internal pull-up resistor (disconnected by default) of 20-50 kOhms. In addition, some pins have specialized functions:

- **Serial: 0 (RX) and 1 (TX).** Used to receive (RX) and transmit (TX) TTL serial data. These pins are connected to the corresponding pins of the ATmega8U2 USB-to-TTL Serial chip .
- **External Interrupts: 2 and 3.** These pins can be configured to trigger an interrupt on a low value, a rising or falling edge, or a change in value. See the [attachInterrupt\(\)](#) function for details.
- **PWM: 3, 5, 6, 9, 10, and 11.** Provide 8-bit PWM output with the [analogWrite\(\)](#) function.
- **SPI: 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO), 13 (SCK).** These pins support SPI communication, which, although provided by the underlying hardware, is not currently included in the Arduino language.
- **LED: 13.** There is a built-in LED connected to digital pin 13. When the pin is HIGH value, the LED is on, when the pin is LOW, it's off.



*radiospares*

*RADIONICS*



The Uno has 6 analog inputs, each of which provide 10 bits of resolution (i.e. 1024 different values). By default they measure from ground to 5 volts, though it is possible to change the upper end of their range using the AREF pin and the [analogReference\(\)](#) function. Additionally, some pins have specialized functionality:

- **I<sup>2</sup>C: 4 (SDA) and 5 (SCL).** Support I<sup>2</sup>C (TWI) communication using the [Wire library](#).

There are a couple of other pins on the board:

- **AREF.** Reference voltage for the analog inputs. Used with [analogReference\(\)](#).
- **Reset.** Bring this line LOW to reset the microcontroller. Typically used to add a reset button to shields which block the one on the board.

See also the [mapping between Arduino pins and Atmega328 ports](#).

## Communication

The Arduino Uno has a number of facilities for communicating with a computer, another Arduino, or other microcontrollers. The ATmega328 provides UART TTL (5V) serial communication, which is available on digital pins 0 (RX) and 1 (TX). An ATmega8U2 on the board channels this serial communication over USB and appears as a virtual com port to software on the computer. The '8U2 firmware uses the standard USB DM drivers, and no external driver is needed. However, on Windows, an \*.inf file is required..

The Arduino software includes a serial monitor which allows simple textual data to be sent to and from the Arduino board. The RX and TX LEDs on the board will flash when data is being transmitted via the USB-to-serial chip and USB connection to the computer (but not for serial communication on pins 0 and 1).

[SoftwareSerial library](#) allows for serial communication on any of the Uno's digital pins.

The ATmega328 also support I2C (TWI) and SPI communication. The Arduino software includes a Wire library to simplify use of the I2C bus; see the [documentation](#) for details. To use the SPI communication, please see the ATmega328 datasheet.

## Programming

The Arduino Uno can be programmed with the Arduino software ([download](#)). Select "Arduino Uno w/ ATmega328" from the **Tools > Board** menu (according to the microcontroller on your board). For details, see the [reference](#) and [tutorials](#).

The ATmega328 on the Arduino Uno comes preburned with a [bootloader](#) that allows you to upload new code without the use of an external hardware programmer. It communicates using the original STK500 protocol ([reference](#), [C header files](#)).

You can also bypass the bootloader and program the microcontroller through the ICSP (In-Circuit Serial Programming) header; see [these instructions](#) for details.

The ATmega8U2 firmware source code is available. The ATmega8U2 is loaded with a DFU bootloader, which can be activated by connecting the solder jumper on the back of the board (near the map of Italy) and then resetting the 8U2. You can then use [Atmel's FLIP software](#) (Windows) or the [DFU programmer](#) (Mac OS X and Linux) to load a new firmware. Or you can use the ISP header with an external programmer (overwriting the DFU bootloader).



radiospares

RADIONICS



## Automatic (Software) Reset

rather than requiring a physical press of the reset button before an upload, the Arduino Uno is designed in a way that allows it to be reset by software running on a connected computer. One of the hardware flow control lines (DTR) of the ATmega8U2 is connected to the reset line of the ATmega328 via a 100 nanofarad capacitor. When this line is asserted (taken low), the reset line drops long enough to reset the chip. The Arduino software uses this capability to allow you to upload code by simply pressing the upload button in the Arduino environment. This means that the bootloader can have a shorter timeout, as the lowering of DTR can be well-coordinated with the start of the upload.

This setup has other implications. When the Uno is connected to either a computer running Mac OS X or Linux, it resets each time a connection is made to it from software (via USB). For the following half-second or so, the bootloader is running on the Uno. While it is programmed to ignore malformed data (i.e. anything besides an upload of new code), it will intercept the first few bytes of data sent to the board after a connection is opened. If a sketch running on the board receives one-time configuration or other data when it first starts, make sure that the software with which it communicates waits a second after opening the connection and before sending this data.

The Uno contains a trace that can be cut to disable the auto-reset. The pads on either side of the trace can be soldered together to re-enable it. It's labeled "RESET-EN". You may also be able to disable the auto-reset by connecting a 110 ohm resistor from 5V to the reset line; see [this forum thread](#) for details.

## USB Overcurrent Protection

The Arduino Uno has a resettable polyfuse that protects your computer's USB ports from shorts and overcurrent. Although most computers provide their own internal protection, the fuse provides an extra layer of protection. If more than 500 mA is applied to the USB port, the fuse will automatically break the connection until the short or overload is removed.

## Physical Characteristics

The maximum length and width of the Uno PCB are 2.7 and 2.1 inches respectively, with the USB connector and power jack extending beyond the former dimension. Three screw holes allow the board to be attached to a surface or case. Note that the distance between digital pins 7 and 8 is 160 mil (0.16"), not an even multiple of the 100 mil spacing of the other pins.



*radiospares*

**RADIONICS**



# How to use Arduino



Arduino can sense the environment by receiving input from a variety of sensors and can affect its surroundings by controlling lights, motors, and other actuators. The microcontroller on the board is programmed using the [Arduino programming language](#) (based on [Wiring](#)) and the Arduino development environment (based on [Processing](#)). Arduino projects can be stand-alone or they can communicate with software on running on a computer (e.g. Flash, Processing, MaxMSP).

Arduino is a cross-platform program. You'll have to follow different instructions for your personal OS. Check on the [Arduino site](#) for the latest instructions. <http://arduino.cc/en/Guide/HomePage>

## Linux Install

## Windows Install

## Mac Install

Once you have downloaded/unzipped the arduino IDE, you can Plug the Arduino to your PC via USB cable.

## Blink led

Now you're actually ready to "burn" your first program on the arduino board. To select "blink led", the physical translation of the well known programming "hello world", select

File>Sketchbook>  
arduino-0017>Examples>  
Digital>Blink

Once you have your sketch you'll see something very close to the screenshot on the right.

Tools>Board select

Now you have to go to  
Tools>SerialPort  
and select the right serial port, the one arduino is attached to.

```
int ledPin = 13; // LED connected to digital pin 13

// The setup() method runs once, when the sketch starts

void setup() {
  // initialize the digital pin as an output:
  pinMode(ledPin, OUTPUT);
}

// the loop() method runs over and over again,
// as long as the Arduino has power

void loop()
{
  digitalWrite(ledPin, HIGH); // set the LED on
  delay(1000);                // wait for a second
  digitalWrite(ledPin, LOW); // set the LED off
  delay(1000);                // wait for a second
}
```

Press Compile button (to check for errors)

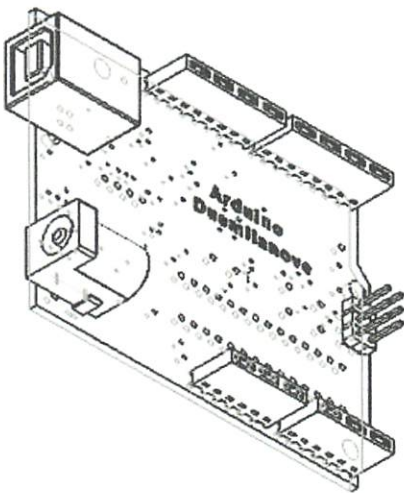
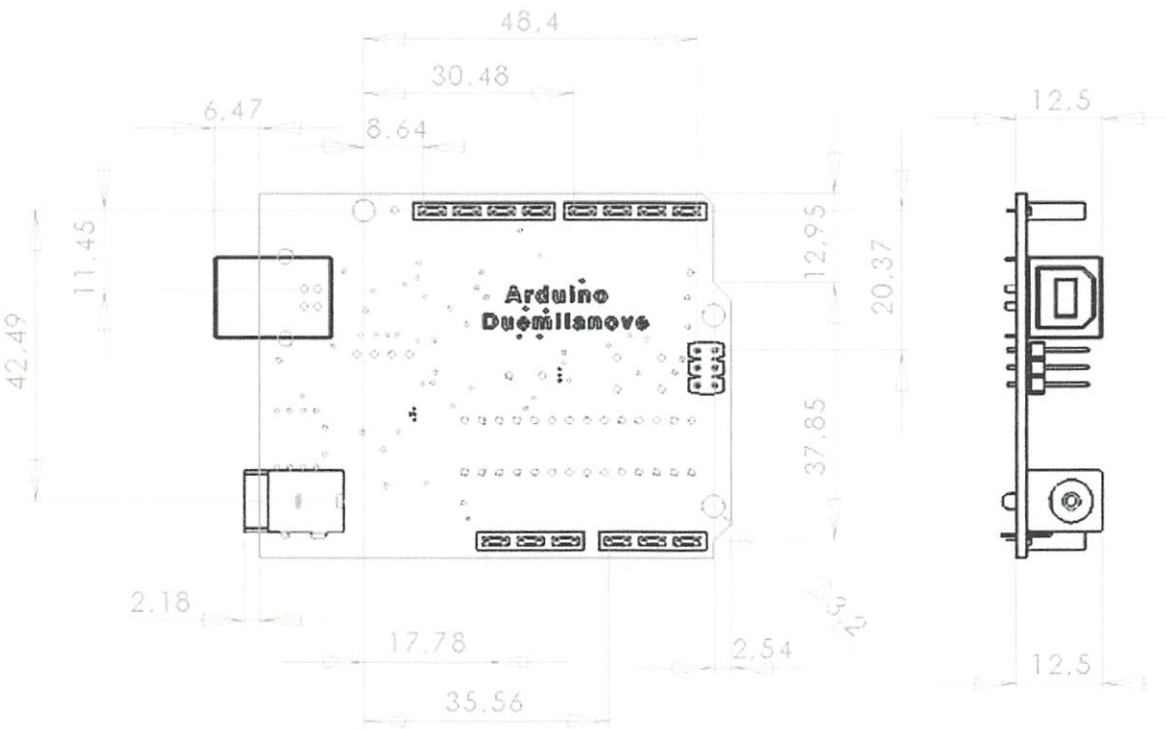
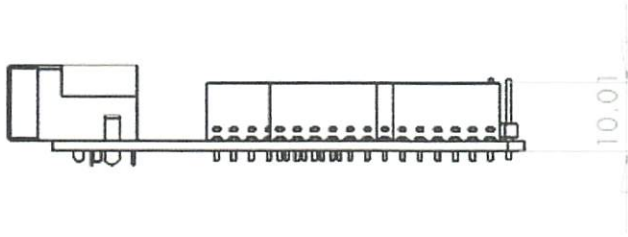
Upload

TX RX Flashing

Blinking Led!



# Dimensioned Drawing



**radiospares**

**RADIONICS**



# Terms & Conditions



## Warranties

- 1 The producer warrants that its products will conform to the Specifications. This warranty lasts for one (1) years from the date of the sale. The producer shall not be liable for any defects that are caused by neglect, misuse or mistreatment by the Customer, including improper installation or testing, for any products that have been altered or modified in any way by a Customer. Moreover, The producer shall not be liable for any defects that result from customer's design, specifications or instructions for such products. Testing and other quality control techniques are used to the extent the producer deems necessary.
- 2 If any products fail to conform to the warranty set forth above, the producer's sole liability shall be to replace such products. The producer's liability shall be limited to products that are determined by the producer not to conform to such warranty. If the producer elects to replace such products, the producer shall have a reasonable time to replacements. Replaced products shall be warranted for a new full warranty period.
- 3 EXCEPT AS SET FORTH ABOVE, PRODUCTS ARE PROVIDED "AS IS" AND "WITH ALL FAULTS." THE PRODUCER DISCLAIMS ALL OTHER WARRANTIES, EXPRESS OR IMPLIED, REGARDING PRODUCTS, INCLUDING BUT NOT LIMITED TO, ANY IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY OR FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE
- 4 Customer agrees that prior to using any systems that include the producer products, Customer will test such systems and the functionality of the products as used in such systems. The producer may provide technical, applications or design advice, quality characterization, reliability data or other services. Customer acknowledges and agrees that providing these services shall not expand or otherwise alter the producer's warranties, as set forth above, and no additional obligations or liabilities shall arise from the producer providing such services.
- 5 The Arduino™ products are not authorized for use in safety-critical applications where a failure of the product would reasonably be expected to cause severe personal injury or death. Safety-Critical Applications include, without limitation, life support devices and systems, equipment or systems for the operation of nuclear facilities and weapons systems. Arduino™ products are neither designed nor intended for use in military or aerospace applications or environments and for automotive applications or environment. Customer acknowledges and agrees that any such use of Arduino™ products which is solely the Customer's risk, and that Customer is solely responsible for compliance with all legal and regulatory requirements in connection with such use.
- 6 Customer acknowledges and agrees that it is solely responsible for compliance with all legal, regulatory and safety-related requirements concerning its products and any use of Arduino™ products in Customer's applications, notwithstanding any applications-related information or support that may be provided by the producer.

## Indemnification

The Customer acknowledges and agrees to defend, indemnify and hold harmless the producer from and against any and all third-party losses, damages, liabilities and expenses it incurs to the extent directly caused by: (i) an actual breach by a Customer of the representation and warranties made under this terms and conditions or (ii) the gross negligence or willful misconduct by the Customer.

## Consequential Damages Waiver

In no event the producer shall be liable to the Customer or any third parties for any special, collateral, indirect, punitive, incidental, consequential or exemplary damages in connection with or arising out of the products provided hereunder, regardless of whether the producer has been advised of the possibility of such damages. This section will survive the termination of the warranty period.

## Changes to specifications

The producer may make changes to specifications and product descriptions at any time, without notice. The Customer must not rely on the absence or characteristics of any features or instructions marked "reserved" or "undefined." The producer reserves these for future definition and shall have no responsibility whatsoever for conflicts or incompatibilities arising from future changes to them. The product information on the Web Site or Materials is subject to change without notice. Do not finalize a design with this information.



## Environmental Policies



The producer of Arduino™ has joined the Impatto Zero® policy of LifeGate.it. For each Arduino board produced is created / looked after half squared Km of Costa Rica's forest's.



*radiospares*

**RADIONICS**



# **PROGRAM**



```

/*****
*****

**

** LVFA_Firmware - Provides Basic Arduino Sketch For Interfacing With LabVIEW.

**

** Written By: Sam Kristoff - National Instruments

** Written On: November 2010

** Last Updated: Dec 2011 - Kevin Fort - National Instruments

**

** This File May Be Modified And Re-Distributed Freely. Original File Content

** Written By Sam Kristoff And Available At www.ni.com/arduino.

**

*****/

/*****
*****

**

** Includes.

**

*****/

// Standard includes. These should always be included.

#include <Wire.h>

#include <SPI.h>

#include <Servo.h>

#include "LabVIEWInterface.h"

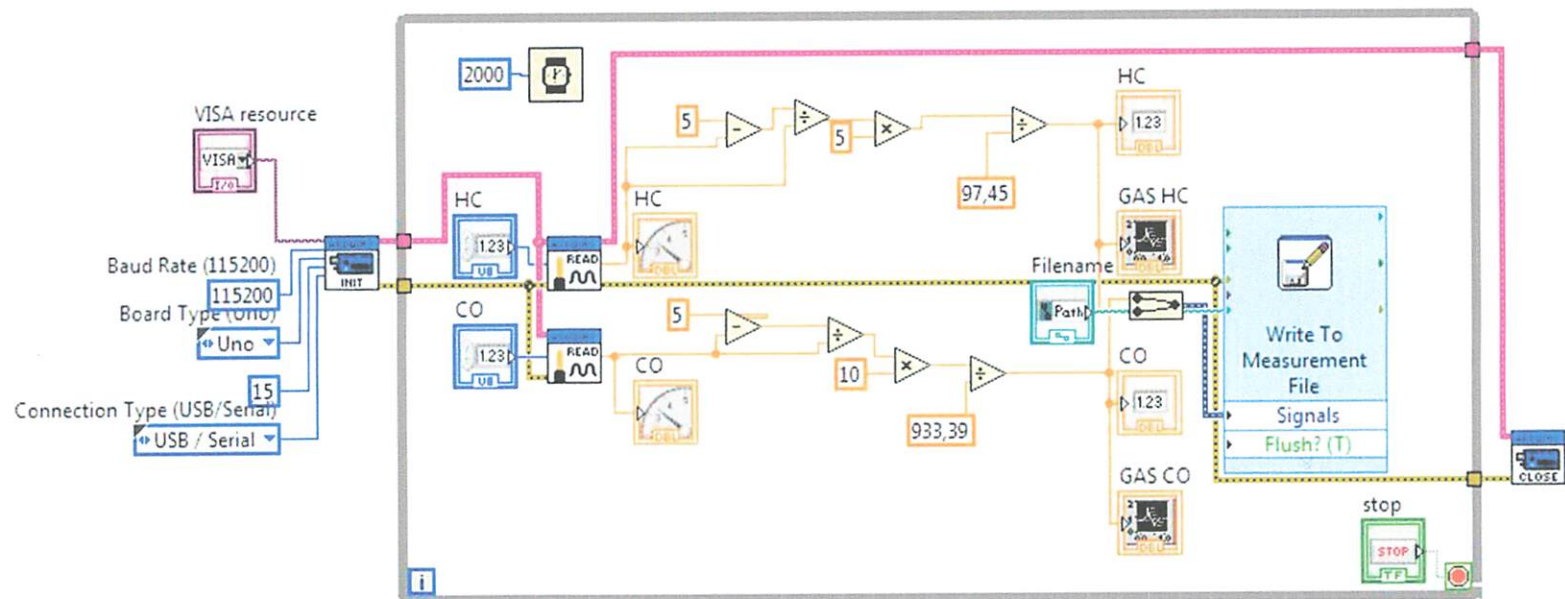
/*****
*****

** setup()

```

```
**  
** Initialize the Arduino and setup serial communication.  
**  
** Input: None  
** Output: None  
  
*****  
*****/  
  
void setup()  
{  
  // Initialize Serial Port With The Default Baud Rate  
  syncLV();  
  
  // Place your custom setup code here  
}  
  
/*****  
*****  
  
** loop()  
**  
** The main loop. This loop runs continuously on the Arduino. It  
** receives and processes serial commands from LabVIEW.  
**  
** Input: None  
** Output: None  
  
*****  
*****/  
  
void loop()  
{
```

```
// Check for commands from LabVIEW and process them.  
checkForCommand();  
  
// Place your custom loop code here (this may slow down communication with  
LabVIEW)  
if(acqMode==1)  
{  
    sampleContinuously();  
}  
  
}
```



## BIOGRAFI PENULIS



**Muhamad Aristyo Rahadian** adalah penulis skripsi ini. Penulis lahir dari orang tua Suminto Edi Purwoko dan Ninik Kartini sebagai anak kedua dari tiga bersaudara. Penulis dilahirkan di Kota Tangerang Banten pada tanggal 26 Maret 1994. Penulis menempuh pendidikan dimulai dari SD Negeri Gebang Raya 1 (lulus tahun 2006), melanjutkan ke SMP Negeri 5 Tangerang (lulus tahun 2009) dan SMK Telkom Sandhy Putra Jakarta (lulus tahun 2012), hingga akhirnya bisa menempuh masa kuliah di Teknik Elektro, Fakultas Teknik Industri Institut Teknologi Nasional Malang.

Penulis juga aktif di organisasi. Penulis terlibat secara aktif di Radio Kampus Elite FM ITN Malang dan juga aktif di Himpuna Mahasiswa Elektro Periode 2014-2015 serta aktif sebagai asisten lab analog dan instrumentasi.

Akhir kata penulis mengucapkan rasa syukur yang sebesar-besarnya atas terselesaikan skripsi ini.

