

TUGAS AKHIR

PENGUJIAN ALAT UKUR EMISI GAS BUANG KENDRAAN BERMOTOR DENGAN PENAMPIL SMARTPHONE ANDROID BERBASIS ARDUINO UNO

*Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik Mesin Pada Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

Disusun Oleh:

MUHAMMAD SUPANDI SOLIN
1307230165



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2019**

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Muhammad Supandi Solin
NPM : 1307230165
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Skripsi : Pengujian Alat Ukur Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor Dengan Penampil Smartphone Android Berbasis Arduino Uno
Bidang ilmu : Kontruksi Dan Teknik Manufaktur

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 10 September 2019

Mengetahui Dan Menyetujui:

Dosen Penguji I

Khairul Umurani S.T.,M.T

Dosen Penguji II

Sudirman Lubis, S.T.,M.T

Dosen Penguji III

H. Muharnif S.T.,M.Sc

Dosen Penguji IV

Chandra A Siregar, S.T.,M.T

Program Studi Teknik Mesin



SURAT KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Muhammad Supandi Solin
Tempat /Tanggal Lahir : Medan, 25 Desember 1994
Npm : 1307230165
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Mesin

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan Tugas Akhir saya yang berjudul:

“Pengujian Alat Ukur Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor Dengan Penampil Smartphone Android Berbasis Arduino Uno”,

Bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material dan non-material, ataupun segala kemungkinan lain, yang pada hakekatnya bukan merupakan karya tulis Tugas Akhir saya secara orisinil dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/kesarjanaan saya.

Demikian Surat Pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik di Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 14 September 2019



Saya yang menyatakan,

Supandi
Muhammad Supandi Solin

ABSTRAK

Emisi adalah gas buang atau komponen yang dihasilkan dari suatu kegiatan yang masuk atau dimasukkannya ke dalam udara yang mempunyai atau tidak mempunyai potensi sebagai unsur pencemar sempurna dalam kehidupan dan lingkungan masyarakat. Untuk mengetahui emisi yang ada pada kendaraan bermotor digunakan alat uji emisi, namun alat yang ada dipasaran memiliki dimensi yang terlalu besar, oleh sebab itu dirancang suatu alat ukur kadar karbon monoksida (CO) dan hidrokarbon (HC) pada emisi gas buang kendaraan bermotor terhadap kinerja mesin bensin menggunakan smartphone android berbasis arduino uno. Tahapan dari pembuatan alat uji emisi ini yaitu melakukan studi literatur dengan melakukan pengajian berdasarkan data yang relevan dari berbagai sumber yang ada, pembuatan alat uji emisi portabel, serta observasi di lapangan untuk melakukan pengujian alat emisi gas buang. Metode penelitian diawali dengan pengujian sensor MQ7 dan MQ2 dengan cara memberikan gas karbon disekitar sensor MQ7 dan MQ2. Dari hasil penelitian ini kita dapat mengetahui emisi gas buang kendaraan bermotor yang telah diuji dengan alat rancangan gas HC dan gas CO. Hasil uji emisi alat rancangan ini dilakukan dalam beberapa variasi waktu yaitu 10 detik pada putaran 1000 Rpm, 20 detik pada putaran 1500 Rpm dan 30 detik pada putaran 2000 Rpm sebagai contoh hasil dari pengujian mobil toyota rush tahun pembuatan 2014 menghasilkan HC sebesar 264ppm, 266ppm, 272ppm dan CO sebesar 1,03%, 1,09%, 1,22%.

Kata kunci : Emisi gas buang, Smartphone android, Arduino uno, Pengujian emisi

ABSTRACT

Emissions are exhaust gases or components that result from activities that enter or enter the air that have or do not have the potential to become perfect pollutants in human life and the environment. To determine the emissions that exist in the vehicle emission test equipment used, but the tools on the market have dimensions that are too large, therefore designed measuring devices for levels of carbon monoxide (CO) and hydrocarbons (HC) on motor vehicles. exhaust emissions on the performance of a gasoline engine using an Android smartphone based on Arduino UNO. The stage of making these emission test equipment is to conduct a literature study by conducting studies based on relevant data from various available sources, making portable emission test kits, and observing in the field to test exhaust emission tools. The research method begins by testing the MQ7 and MQ2 sensors by giving carbon gas around the MQ7 and MQ2 sensors. From the results of this study we can find out the exhaust emissions of motor vehicles that have been tested with HC and CO gas design tools. Emission test results for this design tool were carried out in several time variations, namely 10 seconds at 1000 Rpm rounds, 20 seconds at 1500 Rpm rounds and 30 seconds at 2000 Rpm rounds as an example of the 2014 Toyota Toyota Rush test results that produce HC 264ppm, 266ppm, 272ppm and CO 1.03%, 1.09%, 1.22%.

Keywords: Exhaust emission, Android smartphone, Arduinouno, Emission

KATA PENGANTAR

Dengan Nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah Subhaanahu Wa ta'ala yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul "PENGUJIAN ALAT UKUR EMISI GAS BUANG KENDARAAN BERMOTOR DENGAN PENAMPIL SMARTPHONE ANDROID BERBASIS ARDUINO UNO" sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan.

Banyak pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini, untuk itu penulis menghaturkan rasa terimakasih yang tulus dan dalam kepada:

1. Bapak H.Muharnif,S.T.,M.Sc selaku Dosen Pembimbing I yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Chandra A Siregar, S.T.,M.T selaku Dosen Pembimbing II yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Khairul Umurani,S.T.,M.T selaku Dosen Pembimbing I yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Sudirman Lubis ,S.T.,M.T selaku Dosen Pembimbing II yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
5. Bapak Affandi, S.T.,M.T selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T.,M.T selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
7. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu ke teknik mesin dan motivasi kepada penulis.

8. Orang tua penulis: Bapak Agus Subandi ST dan Ibu sunani, yang telah memberikan semangat dan kasih sayang yang tiada henti-hentinya dan selalu berdoa kepada penulis.
9. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
10. Sahabat-Sahabat penulis: Riki Andrean, S.T. Febry Ramadhan, S.T, serta pasukan bodrex, Kurniawan Eko Putra, Wanda Tirta, Yuda Satria, Husfizar Ramadhani, Bayu Yang Pratama, Yudo Bhaskoro, Jon Hansen, sandi yoga sahaf, riki juliansyah dan lainnya yang tidak mungkin namanya disebut satu persatu.

Laporan Tugas Akhir ini tentunya masih jauh dari kata kesempurnaan, untuk itu penulis berharap kritik dan masukan yang konstruktif untuk menjadi bahan pembelajaran berkesinambungan penulis di masa depan. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi dunia kontruksi teknik mesin.

Medan, 16 Agustus 2019

MUHAMMAD SUPANDI SOLIN

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	ii
SURAT KEASLIAN TUGAS AKHIR	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	
xi	
DAFTAR NOTASI	xiii
BAB 1. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Ruang Lingkup	2
1.4 Tujuan Penelitian	2
1.5 Manfaat Penulisan	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Cara Mengetahui Standard Alat Ukur Emisi Gas Buang	4
2.2 Pembakaran dan emisi Gas Buang	5
2.2.1 Pengertian Emisi	5
2.2.2 Jenis Pembakaran	6
2.3 Alat Uji Emisi Yang Terbaru	7
2.3.1 Macam-macam Alat Ukur Gas Buang	7
2.4 Klasifikasi Motor Bakar	11
2.5 Proses Terbentuknya Gas Buang dan Dampaknya	12
2.5.1 Karbon Monoksida	12
2.5.2 Nitrogen Oksida	13
2.5.3 Hidro Karbon Dan Oksidan Fotokimia	13
2.5.4 Sulfur Oksida	14
2.5.5 Dampak gas buang terhadap kesehatan	14
2.5.6 Standard nilai uji emisi gas buang di Indonesia	15
2.6 Sensor MQ2	16
2.7 Sensor MQ7	17
2.8 Arduino Uno	19
2.9 Modul Bluetooth HC-05	20
2.10 Pertamina	21
2.11 Torsi dan Daya	23
2.12 Teori Pembakaran	24
BAB 3. METODE PENELITIAN	

3.1 Waktu dan Tempat	27
3.1.1 Waktu Penelitian	27
3.1.2 tempat Penelitian	27
3.2 Set Up Alat Uji	27
3.2.1 Pengujian Sensor MQ-7 dan MQ-2	27
3.2.2 Pengujian Bluetooth dengan Smartphone Android	28
3.2.3 Tampilan Aplikasi pada Smartphone Android	29
3.3 Tahap Pengujian	30
3.4 Bahan Dan Alat	30
3.4.1. Bahan yang digunakan	30
3.4.2. Alat yang digunakan	34
3.5 Spesifikasi Sukeyong SY- Ga 401	35
3.6 Diagram alir pengujian emisi gas buang	37
3.7 Metode Pengumpulan Data	38
3.8 Pengamatan Penelitian	38
3.9 Rangkaian Keseluruhan Sistem	38
3.10 Pengambilan Data	39

BAB 4. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian	40
----------------------	----

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan	47
5.2 Saran	47

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

LEMBAR ASISTENSI

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Ambang batas emisi gas buang kendaraan bermotor peraturan menteri Negara lingkungan hidup nomor 05 tahun 20017	15
Tabel 2.2 Spesifikasi Arduino Uno	20
Tabel 2.3 Spesifikasi bahan bakar Pertamina	22
Tabel 3.1 Timeline Kegiatan	27
Tabel 4.1 Data alat rancangan dengan alat standart gas analyzer pada pengukuran mobil toyota rush tahun 2014	40
Tabel 4.2 Data Alat Rancangan dengan Gas Analyzer pada pengukuran Mobil Toyota Sienta tahun 2017	42
Tabel 4.3 Data Alat Rancangan dengan Gas Analyzer pada pengukuran Mobil Etios Valco tahun 2013	44
Tabel 4.4 Hasil pengukuran alat rancangan setelah diralat pada pengukuran mobil toyota rush tahun 2014	46
Tabel 4.5 Hasil pengukuran alat rancangan setelah diralat pada pengukuran mobil etios valco 2013	46
Tabel 4.6 Hasil pengukuran alat rancangan setelah diralat pada pengukuran Mobil toyota Sien tahun 2017	46

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Alat ukur emisi gas buang yang memenuhi standar	4
Gambar 2.2	Skema /gambaran pembakaran sempurna pada mesin bensin	6
Gambar 2.3	Exhaust Emission	8
Gambar 2.4	Unimetas Gaz	8
Gambar 2.5	Smoke Opacimeter	9
Gambar 2.6	Texa Multipegaso	10
Gambar 2.7	Autocheck GAS	10
Gambar 2.8	Sensor MQ2	17
Gambar 2.9	Sensor MQ7	18
Gambar 2.10	Struktur dan Konfigurasi Sensor Gas MQ 7	19
Gambar 2.11	Arduino Uno	20
Gambar 2.12	Bluetooth HC-05	21
Gambar 2.13	Proses Pembakaran	25
Gambar 3.1	Android Sedang Men-scan Modul Bluetooth	28
Gambar 3.2	Bluetooth Meminta PIN Untuk Pemasangan perangkat	29
Gambar 3.3	Bluetooth Sudah Terpasang dengan perangkat Android	29
Gambar 3.4	Tampilan aplikasi alat uji emisi gas buang portable	29
Gambar 3.5	Mobil Toyota Rush	30
Gambar 3.6	Mobil Toyota Etios Valco	31
Gambar 3.7	Mobil Toyota Sienta	32
Gambar 3.8	Arduino Uno	33
Gambar 3.9	Module Bluetooth	34
Gambar 3.10	Sensor MQ-2	34
Gambar 3.11	Sensor MQ-7	34
Gambar 3.12	Gas Analyzers standar milik Toyota	35
Gambar 3.13	Alat Rancangan Emisi Gas buang portable	35
Gambar 3.14	Gas Analyzer Sukeyoung SY – GA 401	35
Gambar 3.15	Diagram alir pengujian emisi gas buang	37
Gambar 3.16	Tabel standar emisi gas buang pada kendaraan bermotor	38
Gambar 3.17	Rangkaian keseluruhan kerja sistem	39
Gambar 4.1	Grafik HC Alat dan HC Standar Toyota Rush	40
Gambar 4.2	Grafik CO alat dan CO standar Toyota Rush	41
Gambar 4.3	Grafik HC Alat dan HC Standar Toyota Sienta	42
Gambar 4.4	Grafik CO alat dan CO standar Toyota Sienta	43
Gambar 4.5	Grafik HC Alat dan HC Standar Toyota Etios Valco	44
Gambar 4.6	Grafik CO Alat dan CO Standar Toyota Etios Valco	45

DARTAR NOTASI

Simbol	Keterangan	Satuan
CO ²	Karbon dioksida	
O ²	Oksigen	
CO	Karbonmonoksida	
HC	Hidrokarbon	
NO _x	Nitrogen	
V	Tegangan	Volt
VC	Tegangan Rangkaian	Volt
TH(h)	Waktu Pemanasan (tinggi)	s
T	Waktu	s
τ	Torsi	Nm
n	Putaran Mesin	RPM

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Alat uji emisi ini adalah sebuah alat uji untuk menganalisa dan mengetahui tingkat konsentrasi dari nilai HC, CO, dan OZ yang mengikat berubah di dalam zat gas. Pengujian juga dapat dilakukan untuk mennguji perubahan kandungan gas berlebih. Kegiatan pengujian ini baik dilakukan pengapliasiannya pada mesin-mesin industri maupun mesin-mesin kendaraan.

Instrument alat uji ini sangat mudah di gunakan. Alat uji emisi kendaraan bermotor untuk pengukuran bahan bakar bensin,LPG, CNG dan SOLAR/DIESEL dengan kemampuan ukur: CO,CO₂,HC,0₂ Nox, Lamda/AFR,RPM/Oil Temp dan Opacity. Dilengkapi dengan memori internal *personal computer (PC) software* pendukung untuk memudahkan menyimpan data baik alat uji emisi maupun pada sisitem komputerisasi. Emisi gas buang adalah sisa hasil pembakaran bahan bakar didalam mesin pembakaran dalam, mesin pembakaran luar, mesin jet yang dikeluarkan melalui sistem pembuangan mesin, sisa hasil pembakaran berupa air (H₂O), Gas CO atau disebut jug karbon dioksida yang merupakan gas rumah kaca, Nox senyawa nitrogen oksida, HC berupa senyawa hidrat arang sebagai akibat ketidak sempurnaan proses pembakaran serta partikel lepas.

Oleh karena itu pentingnya pengukuran akan kadar CO pada kendaraan dan dampak negatif yang ditimbulkan dari gas CO sangat besar pengaruhnya bagi manusia dan mesin, maka diperlukan suatu sisitem pengukuran tingkat polusi udara untuk mengetahui konsentrasi gas polutan khususnya CO. Dengan rancangan yang akan dibuat diharapkan dapat memberikan keunggulan yaitu berupa kemudahan bagi pemilik kendaraan ataupun mekanik dalam melakukan pengujian pengecekan dan analisa mengenai kerusakan ataupun masalah yang terjadi pada sistem emisi gas buang kendaraan secara digitalisasi, alat ini memberikan kemudahan untuk *user* untuk pengukuran gas CO dengan kadar 0 serta dilengkapi fitur indikasi dan solusi keruskan atau masalah yang berhubungan dengan sistem emisi kendaraan

Alat ini dapat memberikan solusi untuk mengembaliakan konsentrasi CO sesuiian standar yang telah ditentukan , alat yang ada dipasaran hanya memberikan

data pengukuran kadar emisi sedangkan untuk analisa gangguan harus dilakukan oleh mekanik ahli dengan tindakan secara langsung terhadap kendaraan. Keunggulan yang lain adalah alat ini didesain agar lebih ekonomis dan praktis karena berbentuk *portable* tetapi memiliki kemampuan yang tidak kalah dengan alat pengujian gas buang standar pabrikan.

Berdasarkan uraian diatas, penulis ingin membuat perangkat pengukuran konsentrasi gas CO pada gas buang khususnya mobil berbahan bakar bensin, keluaran dari alat akan menampilkan jumlah kadar gas CO (karbon monoksida) dan menampilkan deteksi dini serta solusi permasalahan dan emisi gas buang pada mobil yang ditampilkan pada LCD . Alat ini menggunakan sensor MQ2 dan MQ7 serta Atmega 8535 sebagai tempat pemrosesan data serta program bahasa C+ yang dapat mengendalikan alat tersebut.

1.2 Rumusan Masalah

Bagaimana mengevaluasi hasil pengujian dari alat ukur emisi gas buang kendaraan bermotor dengan penampil smartphone berbasis arduino uno ?

1.3 Ruang lingkup

Mengingat keterbatasan waktu dan untuk menghindari topic yang tidak perlu maka penulis membatasi pembahasan pembuatan alat ini. Adapun permasalahan ini dibatasi pada;

1. Pengujian hanya dilakukan pada kendaraan mobil yang berbahan bakar bensin
2. Aplikasi smartphone android terhubung dengan media komunikasi seperti bluetooth
3. Merk kendaraan bermotor yang dilakukan dalam pengujian adalah merk Toyota.

1.4 Tujuan penelitian

Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah:

1. Untuk menguji alat emisi gas buang standar dan alat emisi gas buang rancangan
2. Untuk menguji hanya mengukur kadar emisi karbon monoksida (CO) dan (HC).

3. Untuk mengembangkan alat uji emisi gas buang berbasis arduino uno menjadi alat dengan biaya lebih terjangkau

1.5 Manfaat Penulisan

1. Memudahkan masyarakat dalam menguji emisi kendaraan karena alat uji emisi ini mudah digunakan
2. Memberi sumbangan ide dan sumber wawasan untuk perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi (IPTEK)
3. Memberi informasi kepada masyarakat tentang rata-rata perubahan kandungan emisi gas buang karbon monoksida (CO) dan hidro karbon (HC) pada kendaraan
4. Meningkatkan efisiensi dan efektivitas waktu dalam mengukur tingkat polusu dari kendaraan bermotor
5. Menciptakan alat uji emisi gas buang yang lebih ekonomis dari harga pabrik

BAB2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Cara Mengetahui Standard Alat Ukur Emisi Gas Buang

Alat uji emisi adalah sebuah alat uji untuk menganalisa dan mengetahui tingkat konsentrasi dari nilai HC,CO dan O₂ yang mengikat berubah didalam zat gas. Pengujian juga dapat dilakukan untuk menguji perubahan kandungan gas berlebih, kegiatan pengujian ini baik dilakukan pengaplikasiannya pada mesin-mesin industri maupun mesin-mesin kendaraan.

Instrumen alat uji sangat mudah digunakan, alat uji emisi kendaraan bermotor untuk pengukuran bahan bakar bensin,LPG,CNG dan SOLAR/DIESEL dengan kemampuan ukur : CO,CO₂,HC,O₂ Nox,Lambda/AFR,RPM/OIL Temp dan opacity. Untuk mencari alat uji emisi tidaklah sulit, namun untuk memilih alat uji emisi yang sesuai dengan kriteria standar pengukuran di indonesia tidaklah mudah, berikut standar alat uji emisi yang layak. Dapat di lihat pada gambar 2.1.



Gambar 2.1 Alat ukur emisi gas buang yang memenuhi standar

- Dapat mencetak pada hasil uji : Hasil uji real time
- Dapat mencetak pada hasil uji : Tanggal dan jam
- Dapat mencetak pada hasil uji : No kendaraan, jenis kendaraan, tahun kendaraan
- Dapat mencetak pada hasil uji : Jenis bahan bakar yang diuji
- Dapat mencetak pada hasil uji : Hasil uji lulus atau tidak

- Dapat mencetak pada hasil uji : Nama Penguji
- Dapat mencetak pada hasil uji : Nama institusi, alamat, telp
- Dapat mencetak pada hasil uji baku mutu pada emisi gas buang
- Tampilan layar LCD untuk memudahkan operator untuk pengoperasian
- Menggunakan tegangan 220VAC dan 12VDC
- Dimensi tidak terlalu kecil dan besar
- Memiliki system *report maintenance* dan lain-lain.

Kriteria diatas sangatlah penting dalam menentukan standar alat uji emisi, karena kriteria tersebut dapat digunakan baik didalam ruangan maupun di luar ruangan.

2.2 Pembakaran dan emisi Gas Buang

2.2.1 Pengertian Emisi

Emisi gas buang adalah sisa hasil pembakaran bahan bakar di dalam mesin pembakaran dalam, mesin pembakaran luar, mesin jet yang dikeluarkan melalui sistem pembuangan mesin. Sisa hasil pembakaran berupa air (H₂O), gas CO atau disebut juga karbon monoksida yang beracun, CO₂ atau disebut juga karbon monoksida yang merupakan gas rumah kaca, Nox senyawa nitrogen oksida, HC berupa senyawa hidratarang sebagai akibat ketidak sempurnaan proses pembakaran serta partikel lepas (Krisna, 2015).

Proses pembakaran merupakan suatu proses, dimana reaksi kimia antara bahan bakar dengan oksigen sehingga menghasilkan CO₂, H₂O dan energi. Proses pembakaran yang sempurna memerlukan gas yang ideal untuk dibakar pada waktu yang tepat. Maka dari itu, jika proses pembakaran bahan bakar tidak berlangsung dengan baik, maka proses pembakaran tidak akan mencapai efisiensi yang maksimum. Setelah langkah usaha, gas buang terbentuk, sehingga dapat dilihat bagaimana unjuk kerja mesin.

Sejatinya emisi gas buang sangat bergantung pada perbandingan bahan bakar udara yang digunakan. Pada motor bensin yang konvensional dengan perbandingan bahan bakar udara yang kaya, kadar Nox dalam gas buang turun, akan tetapi kadar CO dan HC naik

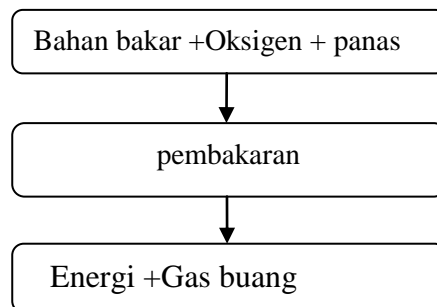
2.2.2 Jenis Pembakaran

Berbagai emisi yang keluar dari ujung knalpot merupakan zat yang sangat berbahaya bagi lingkungan manusia dan sekitarnya. Senyawa aseton / bensin dengan rumus (CH_3COCH_3) merupakan ikatan kovalen non polar. Proses pembakaran sempurna senyawa hidro karbon akan membentuk karbon monoksida (CO) dan uap air (H_2O).

a. Pembakaran sempurna

Pada proses pembakaran sempurna akan menghasilkan karbon dioksida dan uap air. Dimana C_8H_{18} adalah bahan bakar yang digunakan adalah bensin kemudian O_2 adalah oksigen dari udara setelah pembakaran berlangsung maka terbentuklah yang namanya gas buang yaitu karbon dioksida (CO_2) yang lepas ke udara dan air (H_2O).

Pembakaran terjadi karena ada tiga komponen yang beraksi, yaitu bahan bakar, oksigen dan panas, jika salah satu komponen tersebut tidak ada maka tidak akan timbul reaksi pembakaran. pada gambar 2.2.



Gambar 2.2 Skema /gambaran pembakaran sempurna Pada mesin bensin

Gambar di atas merupakan reaksi pembakaran sempurna, dimana diasumsikan semua bensin terbakar dengan sempurna perbandingan udara 14,7 :1

b. Pembakaran tak sempurna

Semakin tak sempurna pembakaran, semakin sempurna banyak karbon monoksida yang dihasilkan. Selain itu, pada pembakaran tak sempurna saja.

Perlu juga diketahui bahwa pada umumnya jika dilihat pada prakteknya pembakaran dalam mesin sebenarnya tidak pernah terjadi pembakaran dengan sempurna meskipun mesin dilengkapi dengan system control yang canggih. Dalam mesin bensin terbakar ada tiga hal yaitu ; bensin dan udara bercampur

homogen dengan perbandingan 1:14,7 campuran tersebut dimampatkan oleh gerakan piston hingga tekanan dalam silinder 12 bar sehingga menimbulkan panas, kemudian campuran tersebut bereaksi dengan panas yang dihasilkan oleh percikan bunga api busi, dan terjadilah pembakaran pada tekanan tinggi sehingga timbul ledakan. Proses pembakaran mesin bensin tidak terjadi dengan sempurna dikarenakan:

- Waktu pembakaran singkat
- Overlapping katup
- Udara yang masuk tidak murni
- Kompresi tidak terjamin rapat sempurna
- Bahan bakar yang masuk tidak murni

Pembakaran yang tidak sempurna itu menghasilkan gas buang beracun, misalnya CO, HC, NO_x, Pb, SO_x, CO₂ dan juga masih menyisakan disaluran gas buang.

2.3 Alat Uji Emisi Yang Terbaru

2.3.1 Macam-macam Alat Ukur Gas Buang

1. Exhaust emission

Exhaust emission analyser 4/5 parameters design portable dapat digunakan sebagai unit yang berdiri sendiri atau sebagai bagian terpadu dari kendaraan uji fitur alat uji emisi ini adalah kemampuan untuk mengukur CO, HC, CO₂, O₂ dan NO_x (opsional) isi bensin, CNG, LPG dan Diesel knalpot kendaraan. Fasilitas pengukuran RPM menggunakan baterai kendaraan atau menggunakan accelerometer opsional dan induktif metode pick-up kompatibel dengan operasi berbasis PC sesuai dengan OIML R99 (ISO 3930) Kelas spesifikasi portabel, desain ringan dapat dilihat pada gambar 2.3 .



Gambar 2.3 Exhaust Emission

2. .Unimetal Gas

Alat uji emisi bensin ini berfungsi untuk mengukur gas buang kendaraan bensin, LPG dan metanol, Hasil pengukuran meliputi pengukuran HC,CO,CO₂,NOX, dan H₂O. Alat ini juga dilengkapi dengan troley tablet, tablet (gas mobile), *software* dan didesain khusus menyerupai koper agar sifatnya mobile dan flexibel digunakan.

Alat uji emisi berbahan bakar solar, difungsikan untuk mengukur partikel-partikel gas buang kendaraan berbahan bakar solar sangat berbahaya bagi kesehatan manusia. Alat ini juga dilengkapi dengan troley, tablet (gas mobile), *software* dan didesain khusus khusus menyerupai koper agar sifatnya mobile.seperti pada gamabar 2.4.



Gambar 2.4 Unimetas Gaz

3. .Smoke Opacimeter KYD-602

Alat uji emisi gas buang solar kendaraan dengan tampilan LED indikator menggusung teknologi terkini, alat ini berfungsi untuk mengukur dengan kemampuan opasitas 0-100% seperti gambar 2.5

- Struktur split dipisahkan megukur satuan dan unit kontrol
- Kemampuan ukur N% dan Km-1
- Layar LED indikator dengan membaca opasitas dan penyerapan pembacaan cahaya koefisien, sederhana, secara langsung dan mudah pengoperasiannya
- Dengan fungsi percepatan bebas tes dan pengukuran transien, proses otomatis data uji dan menampilkan hasil pengukuran
- Dengan fungsi entri data kendaraan nomor plate, menyimpan, tampilan data
- Waktu pemanasan kurang dari 10 menit (70°C), otomatis zero calibration.
- Memenuhi standart ISO
- Built-in thermal printer



Gambar 2.5 Smoke Opacimeter

4. .Texa Multipegaso

Multipegaso adalah solusi terlengkap dan terpercaya saat ini, dan menggabungkan analisis gas buang dan sumber diagnostik tingkat lanjut di dalam satu unit. Work station lengkap ini hadir lengkap dengan printer warna dan teknologi *bluetooth*. Dapat melakukan komunikasi jarak jauh dengan semua alat TEXA dan sekaligus mengendalikan semua perangkat TEXA, multipegaso

dikembangkan untuk memudahkan pekerjaan di bengkel modern, bagian bawah unit menampung dua kompartaiment yang berisi konektor untuk mengisi modul auto power gasbox autopower dan opabox autopower. Seperti gamabar 2.6.



Gambar 2.6 Texa Multipegaso

5. . Autocheck GAS

Adalah alat analisa gas buang mobil portable yang menggunakan balok tunggal, inframerah non dispersif (NDIR) menentukan konsentrasi CO, CO₂ dan HC, O₂ dan NOX yang didiektesi oleh sensor elektrokimia. Autocheck GAS juga menghi/.tung LAMBDA dan AFR (Air Fuel Ratio) dan melebihi persyaratan kinerja ASM/BAR 97 dan OILM Class 1dan 0. Dan kita menggerakan RPM Gasoline Engine/ meter temperatur RPM oleh ACCU dan mesin *Oil*.seperti pada gambar 2.7.



Gambar 2.7 Autocheck GAS

2.4. Klasifikasi Motor Bakar

Motor bakar adalah suatu perangkat / mesin yang mengubah energi termal/ panas menjadi energi mekanik. Motor bakar merupakan salah satu jenis mesin kalor yang proses pembakarannya terjadi dalam motor bakar itu sendiri sehingga gas pembakaran yang terjadi sekaligus sebagai fluida kerjanya. Motor bakar dapat diklasifikasikan menjadi 2 (dua) macam. Adapun pengklasifikasian motor bakar adalah sebagai berikut :

A. Berdasarkan Sistem Pembakarannya

1. Mesin pembakaran dalam

Mesin pembakaran dalam atau sering disebut sebagai *internal Combustion Engine (ICE)*, yaitu dimana proses pembakarannya berlangsung di dalam motor bakar itu sendiri sehingga gas pembakaran yang terjadi sekaligus berfungsi sebagai fluida kerja.

2. Mesin bakar luar

Mesin pembakaran luar atau sering disebut sebagai *Eksternal Combustion Engine (ECE)* yaitu dimana proses pembakarannya terjadi di luar mesin, energi termal dari gas hasil pembakaran dipindahkan ke fluida kerja mesin.

B. Berdasarkan Sistem penyalaan

1. Motor Bensin

Motor bensin dapat juga disebut sebagai motor otto. Motor tersebut dilengkapi dengan busi dan karburator. Busi menghasilkan loncatan bunga api listrik yang membakar campuran bahan bakar dan udara karena motor ini cenderung disebut *spark ignition engine*. Pembakaran bahan bakar dengan udara ini menghasilkan daya. Di dalam siklus otto (siklus ideal) pembakaran tersebut dimisalkan sebagai pemasukan panas pada volume konstan.

2. Motor Diesel

Motor diesel adalah motor bakar torak yang berbeda dengan motor bensin. Proses penyalaannya bukan menggunakan loncatan bunga api listrik. Pada waktu torak hampir mencapai titik TMA bahan bakar disemprotkan ke dalam ruang bakar.

Terjadilah pembakaran pada ruang bakar pada saat udara dalam silinder sudah bertemperatur tinggi. Persyaratan ini dapat terpenuhi apabila perbandingan kompresi yang digunakan cukup tinggi.

2.5. Proses Terbentuknya Gas Buang dan Dampaknya

2.5.1 Karbon Monoksida

Karbon monoksida (CO) adalah suatu komponen tidak berwarna dan tidak berbau dan tidak mempunyai rasa yang terdapat dalam bentuk gas pada suhu di atas -192°C . Komponen ini mempunyai berat sebesar 96.5% dari berat air dan tidak larut didalam air. Karbon monoksida yang terdapat di alam terbentuk dari salah satu proses sebagai berikut :

1. Pembakaran tidak sempurna terhadap karbon atau komponen yang mengandung karbon.
2. Reaksi antara karbon dioksida dan komponen yang mengandung karbon pada suhu tinggi.
3. Pada suhu tinggi, karbon dioksida terurai menjadi karbon monoksida dan Oksigen.

Transportasi menghasilkan paling banyak CO diantara sumber –sumber CO lainnya, Terutama dari kendaraan –kendaraan yang menggunakan bensin sebagai bahan bakar.

Bila karbon dalam bahan bakar terbakar dengan sempurna, akan terjadi reaksi yang menghasilkan CO_2 sebagai berikut :



Apabila unsur oksigen udara tidak cukup, pembakaran tidak sempurna sehingga karbon didalam bahan bakar terbakar dengan sebagai berikut :



Emisi CO dari kendaraan banyak dipengaruhi oleh perbandingan campuran udara dengan bahan bakar yang masuk keruang bakar (AFR). Jadi untuk mengurangi CO, perbandingan campuran harus dikurangi atau dibuat kurus. Namun akibatnya HC dan Nox lebih mudah timbul serta output mesin menjadi berkurang.

2.5.2 Nitrogen Oksida

Nitrogen Oksida (NO_x) adalah kelompok gas yang terdapat di atmosfer yang terdiri dari gas nitrik oksida (NO) dan Nitrogen dioksida (NO₂). Walaupun bentuk nitrogen oksida lainnya ada, tetapi kedua gas ini yang paling banyak ditemui sebagai polutan udara. Nitrik Oksida merupakan gas yang tidak berwarna dan tidak berbau, sebaliknya nitrogen dioksida mempunyai warna coklat kemerahan dan berbau tajam. Pembentukan NO dan NO₂ mencakup reaksi antara nitrogen dan oksigen di udara sehingga membentuk NO, kemudian reaksi selanjutnya antara NO dengan lebih banyak oksigen membentuk NO₂.

2.5.3 Hidro Karbon Dan Oksidan Fotokimia.

Sumber hidrokarbon dan oksidan fotokimia merupakan komponen polutan udara yang berbeda tetapi mempunyai hubungan satu samalain. Hidrokarbon (HC) merupakan polutan primer karena dilepaskan ke udara secara langsung. Hidro karbon dapat dibedakan menjadi tiga kelompok berdasarkan struktur molekulnya yaitu hidrokarbon alifatik, aromatik, dan alisiklis. Jumlah hidro karbon yang dihasilkan manusia terbanyak berasal dari transportasi, sedangkan sumber lainnya misalnya dari pembakaran gas, minyak, arang, kayu, proses industri, pembuangan dan sebagainya. Seperti halnya polutan CO dan Nox, transportasi merupakan sumber polutan utama buatan manusia. Bensin yang merupakan suatu campuran kompleks antara hidrokarbon – hidrokarbon sederhana dengan sejumlah kecil bahan tambahan hidrokarbon, bersifat sangat volatil dan segera menguap dan terlepas di udara. Pelepasan hidrokarbon dari kendaraan bermotor juga disebabkan oleh emisi minyak bakar yang belum terbakar di dalam buangan.

Sumber emisi HC dapat dibagi menjadi dua bagian sebagai berikut:

- Bahan bakar yang tidak terbakar dan keluar menjadi gas mentah
- Bahan bakar terpecah karena reaksi panas berubah menjadi gugusan HC lain yang keluar bersama gas buang

Sebab utama timbulnya HC sebagai berikut :

- Sekitar dinding–dinding ruang bakar bertemperatur rendah, dimana temperatur itu tidak mampu melakukan pembakaran
- Missing (missifire)

- Adanya overlapping katup (kedua katup bersama-sama terbuka) sehingga merupakan gas pembilas/pembersih.

Oksidan Foto kimia adalah komponen atmosfer yang diproduksi oleh proses foto kimia, yaitu suatu proses kimia yang membutuhkan sinar yang akan mengoksidasi komponen-komponen yang tidak segera dapat dioksidasi oleh gasoksigen. Senyawa yang terbentuk merupakan polutan sekunder yang diproduksi karena interaksi antara polutan primer dengan sinar.

2.5.4 Sulfur Oksida.

Polusi oleh sulfur oksida terutama disebabkan oleh dua komponen gas yang tidak berwarna, yaitu sulfur dioksida (SO₂) dan sulfur trioksida (SO₃), dan keduanya disebut sebagai SO_x. Sulfur dioksida mempunyai karakteristik bau yang tajam dan tidak terbakar di udara, sedangkan sulfur trioksida merupakan komponen yang tidak reaktif. Transportasi bukan merupakan sumber utama polutan SO_x, tetapi pembakaran bahan bakar pada sumbernya merupakan sumber utama polutan SO_x misalnya pembakaran batu arang, minyak bakar, gas, kayu.

2.5.5 Dampak gas buang terhadap kesehatan

Dampak masing –masing senyawa di dalam gas buang terhadap kesehatan adalah sebagai berikut :

- CO (Karbonmonoksida) dapat mengurangi jumlah oksigen dalam darah, sehingga bisa mengganggu dalam berfikir, penurunan refleks dan gangguan jantung, dan apabila terkonsumsi dalam jumlah besar bisa mengakibatkan kematian
- HC (Hidro karbon) dapat mengakibatkan iritasi pada mata , batuk , rasa ngantuk , bercak kulit dan perubahan pada genetik.
- PM 10 (Partikulat) jika masuk dalam sistem pernapasan sampai bagian paru- paru dapat menimbulkan infeksi saluran pernapasan atas , bronchitis, asma
- Pb (Timbal) dapat meracuni sistem pembentukan darah merah, sehingga mengakibatkan gangguan pembentukan sel darah merah, anemia, tekanan darah tinggi dan mengurangi fungsi pada ginjal, pengaruh pada anak- anak adalah penurunan kemampuan otak dan kecerdasan

- SO_x (Oksida Belerang) dapat menimbulkan efek iritasi pada saluran nafas, sehinggga menimbulkan batuk sesak nafas

2.5.6. Standard nilai uji emisi gas buang di Indonesia

Baku mutu emisi terbagi menjadi dua macam, yaitu: Baku mutu emisi sumber tidak bergerak dan ambang batas emisi gas buang kendaraan bermotor (emisi sumber bergerak). Baku mutu emisi sumber tidak bergerak adalah batas kadar maksimum atau beban emisi maksimum yang di perbolehkan masuk atau dimasukkan kedalam udara ambient (pasal 1 angka 16 peraturan pemerintah Republik Indonesia nomor 41 tahun 1999 tentang pengendalian pencemaran udara).

Sementara itu, ambang batas emisi gas buang kendaraan bermotor adalah batas maksimum zat atau bahan pencemar yang boleh dikeluarkan langsung dari pipa gas buang kendaraan bermotor. Baku mutu emisi sumber tidak bergerak yang merupakan baku tingkat gangguan terdiri atas baku tingkat kebisingan, baku tingkat getaran dan baku tingkat kebauan. Sedangkan baku mutu sumber emisi bergerak berasal dari asap kendaraan bermotor. Untuk penanggulangan pencemaran udara dari sumber bergerak meliputi pengawasan terhadap penataan ambang batas emisi gas bauang, pemeriksaan emisi gas buang untuk kendaraan bermotor tipe baru dan kendaraan bermotor lama, pemantauan mutu udara ambien di sekitar jalan, pemeriksaan emisi gas buang kendaraan bermotor di jalan dan pengadaan bahan bakar minyak bebas timbale serta solar berkadar belerang rendah sesuai standar internasional.

Mengenai kendaraan bermotor diatur dalam peraturan menteri Negara lingkungan hidup nomor 05 tahun 2006 tentang ambang batas emisi gas buang kendaraan bermotor.

Tabel 2.1 Ambang batas emisi gas buang kendaraan bermotor peraturan menteri Negara lingkungan hidup nomor 05 tahun 2017 kategori L

Kategori	TahunPembuatan	Parameter		Metode Uji
		CO (%)	HC (ppm)	
Sepeda motor 2 langkah	<2010	4.5	12000	Idle

Sepeda motor 4 langkah	<2010	5.5	2400	Idle
<hr/>				
Sepeda motor (2 langkah				
>2010 dan 4 langkah)	>2010	4.5	2000	Idle
<hr/>				
Sumber: Dinas lingkungan hidup Sumatera Utara				

2.6. Sensor MQ2

Module Gas Sensor MQ-2 adalah sensor gas yang digunakan untuk mendeteksi konsentrasi gas hidrokarbon (HC) yang mudah terbakar seperti iso butana (C₄H₁₀ /isobutane), propana (C₃H₈ / propane), metana (CH₄ / methane), etanol (ethanol alcohol, CH₃CH₂OH), hidrogen (H₂ / hydrogen), asap (smoke), dan LPG (liquid petroleum gas).

Sensor gas MQ-2 mengandung bahan sensitif Timah Oksida (SnO₂) yang didalam udara bersih (normal) memiliki konduktifitas yang rendah. Pada saat lingkungan sekitar mengandung gas yang mudah terbakar, konduktifitas sensor akan meningkat seiring dengan bertambahnya konsentrasi gas mudah terbakar didalam udara. Dengan menggunakan rangkaian sederhana untuk mendeteksi terjadinya perubahan dalam konduktifitas akibat konsentrasi gas di udara, maka didapatkan sinyal output.

Spesifikasi :

1. Menggunakan desain dual panel berkualitas dengan lampu indikator dan instruksi berupa sinyal *output* TTL
2. Sinyal *output* dapat berupa DO (TTL) dan analog AO.
3. Sinyal *output* TTL rendah (sinyal rendah dapat dihubungkan langsung dengan *microcontroller* atau *relay*)
4. *Output analog* berupa tegangan tinggi saat konsentrasi tinggi
5. Lebih sensitif dengan gas alam yang dipakai di perkotaan
6. Terdapat 4 lubang baut untuk kemudahan instalasi
7. Ukuran produk: 32 (L) x 20 (W) x 22 (H)
8. Memiliki stabilitas dan daya tahan yang lama
9. Mampu merespon dan kembali normal secara cepat

Struktur dan konfigurasi sensor gas MQ-7 adalah material sensor yaitu *tindioxide* (SnO_2). MQ-2 memiliki 6pin, 4 pin yang digunakan untuk mengambil sinyal, dan 2 pin digunakan untuk memberikan pemanasan material sensor.

Sensor MQ-2 bekerja pada kondisi berikut :

- VC / Tegangan Rangkaian = $5V \pm 0.1$
- VH(H) / Tegangan Pemanas (Tinggi) = $5V \pm 0.1$
- VH(L) / Tegangan Pemanas (Rendah) = 1.4 ± 0.1
- RL / Resistansi Beban (dapat disesuaikan)
- RH / Resistansi Pemanas = $33\Omega \pm 5\%$
- TH(H) / Waktu Pemanasan (Tinggi) = 60 ± 1 seconds
- TH(L) / Waktu Pemanasan (Rendah) = 90 ± 1 seconds
- PH / Konsumsi Pemanasan = Sekitar 350mW

Struktur dan konfigurasi MQ-2 sensor gas ditunjukkan pada gambar 2.8 (Konfigurasi A atau B) di bawah, sensor disusun oleh mikro Al_2O_3 tabung keramik, Tin dioksida (SnO_2) lapisan sensitif, elektroda pengukuran dan pemanas dibuat dari plastik dan stainless steel bersih. Pemanas menyediakan kondisi kerja yang diperlukan untuk komponen kerja sensitif. MQ-2 di buat dengan 6 pin, 4 pin yang digunakan untuk mengambil sinyal, dan 2 pin digunakan untuk memberikan pemanasan material sensor, Dapat dilihat pada gambar 2.8 di bawah ini



Gambar 2.8 sensor gas MQ 2

2.7 Sensor MQ 7

Gas Sensor MQ-7 adalah sensor gas yang digunakan dalam peralatan untuk mendeteksi gas karbon monoksida (CO) dalam kehidupan sehari-hari,

industri, atau mobil. Fitur dalam sensor gas MQ7 ini yaitu mempunyai sensitivitas yang tinggi terhadap karbon monoksida (CO), stabil, dan tahan lama tidak mudah rusak. Sensor ini menggunakan satu daya rangkaian : 5VDC untuk *heater coil* menambahkan resistansi beban(RL), jarak pengukuran : 10 – 10000 rpm untuk mampu mengukur gas karbon monoksida. Nuzul Fahmi (2014),Dapat dilihat pada gambar 2.9 dibawah ini.



Gambar 2.9 Modul sensor gas MQ 7

Spesifikasi :

1. Signal keluaran indikator;
2. Sinyal keluaran ganda (output analog dan output TTL);
3. sinyal *output* TTL rendah(sinyal rendah dapat dihubungkan langsung dengan microcontroller atau *relay*);
4. Analog Output 0 ~ 5V tegangan;
5. sensitivitas tinggi;
6. kinerja yang stabil ;
7. Cepat respon dan pemulihan.

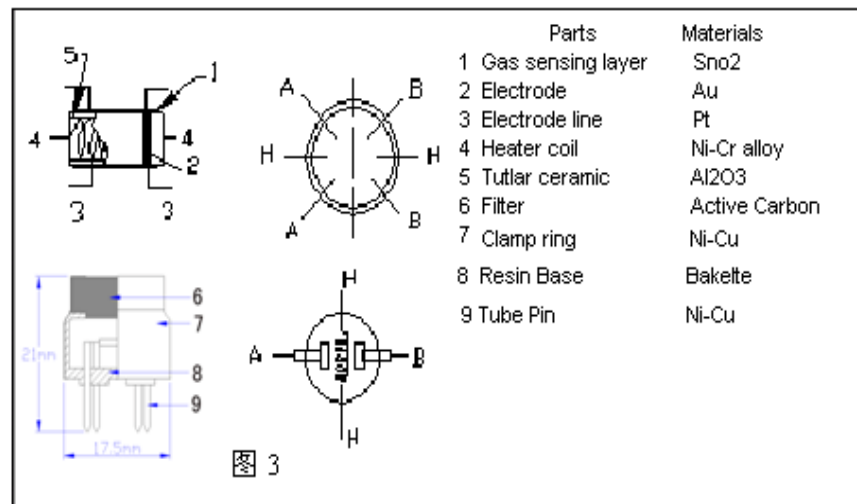
Struktur dan konfigurasi sensor gas MQ-7 adalah material sensor yaitu *tin dioxide* (SnO_2). MQ-7 memiliki 6 pin, 4 pin yang digunakan untuk mengambil sinyal dan 2 pin digunakan untuk memberikan pemanasan material sensor.

Sensor MQ-7 bekerja pada kondisi berikut :

- VC / Tegangan Rangkaian = $5V \pm 0.1$
- VH(H) / Tegangan Pemanas (Tinggi) = $5V \pm 0.1$
- VH(L) / Tegangan Pemanas (Rendah) = 1.4 ± 0.1
- RL / Resistansi Beban (dapat disesuaikan)
- RH / Resistansi Pemanas = $33\Omega \pm 5\%$

- TH(H) / Waktu Pemanasan (Tinggi) = 60 ± 1 seconds
- TH(L) / Waktu Pemanasan (Rendah) = 90 ± 1 seconds
- PH / Konsumsi Pemanasan = Sekitar 350mW

Struktur, Konfigurasi, dan Dasar Rangkaian Pengukuran Struktur dan konfigurasi MQ-7 sensor gas ditunjukkan pada gambar 2.4 (Konfigurasi A atau B) di bawah, sensor disusun oleh mikro Al_2O_3 tabung keramik, Tin dioksida (SnO_2) lapisan sensitif, elektroda pengukuran dan pemanas dibuat dari plastik dan stainless steel bersih. Pemanas menyediakan kondisi kerja yang diperlukan untuk komponen kerja sensitif. MQ-7 dibuat dengan 6 pin, 4 pin yang digunakan untuk mengambil sinyal, dan 2 pin digunakan untuk memberikan pemanasan material sensor. Dapat dilihat pada gambar 2.10



Gambar 2.10 Struktur dan konfigurasi sensor gas MQ 7

2.8. Arduino Uno

Arduino uno adalah sebuah board mikrokontroler yang berbasis Atmega328. Arduino memiliki 14 pin input atau output yang mana 6 pin dapat digunakan sebagai output PWM, 6 analog input, crystal osilator 16MHz, koneksi USB, jack power, kepala ICSP, dan tombol reset. Arduino mampu men-support mikrokontroler; dapat dikoneksikan dengan komputer menggunakan kabel USB.



Gambar 2.11 Arduino Uno

Menurut (FeriDjuandi,2011) Arduino adalah merupakan sebuah board minimum system mikrokontroller yang bersifat open source. Didalam rangkaian board arduino terdapat mikrokontroller AVR seri ATmega 328 yang merupakan produk Atmel. 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.

Bahasa pemrograman arduino merupakan bahasa C yang sudah disederhanakan syntax bahasa pemrogramannya sehingga mempermudah kita dalam mempelajari dan mendalami mikrokontroler. Berikut Spesifikasi tabel Arduino Uno:

Tabel 2.2 Spesifikasi Arduino Uno

Mikrokontroller	ATmega328
Tegangan Pengoperasian	5V
Tegangan input yang disarankan	7-12V
Batas tegangan input	6-20V
Jumlah pin I/O digital	14 pin digital (6 diantaranya menyediakan keluaran PMW)
Jumlah pin input analog	6 pin
Arus DC tiap pin I/O	40Ma
Arus DC untuk pin 3,3V	50Ma
<i>Memori Flash</i>	32 KB (Atmega 328) sekitar 0,5 KB digunakan oleh bootloader
SRAM	2KB (Atmega 328)
EPROM	1KB (Atmega 328)
<i>Clock Speed</i>	16MHz

2.9 Modul Bluetooth HC-05

Bluetooth Module HC-05 merupakan module komunikasi nirkabel pada frekuensi 2.4GHZ dengan default koneksi hanya sebagai SLAVE. Sangat mudah

digunakan dengan mikrokontroler untuk membuat aplikasi wireless. Interface yang digunakan adalah RXD, TXD, VCC dan GND. Built in LED sebagai indikator koneksi bluetooth.



Gambar 2.12 Bluetooth HC-05

Tegangan input antara 3.6 – 6V. Arus saat unpaired sekitar 30mA, dan saat paired (terhubung) sebesar 10mA. 4 pin interface 3.3V dapat langsung dihunungkan ke berbagai macam mikrikontroler (khusus arduino, 8051, 8535, AVR, PIC, ARM,MSP430,etc). Jarak efektif jangkauan sebesar 10meter, meskipun dapat mencapai lebih dari 10 meter, namun kualitas koneksi makin berkurang.

Spesifikasi	:
Bluetooth protocol	: Bluetooth specification v2.0+EDR
Frekuensi	: 2.4GHz ISM band
Modulasi	: GFSK (Gaussian frequency shift keying)
Sensitivitas	: -84dBm at 0.1% BER
Keamanan	: Authentication and encryption
Profiels	: Bluetooth serial port
Power Supply	: +3.3 VDC50 Ma
Bekerja pada suhu	: -20~+75 Centigrade
Dimensi	: 3.57 cm x 1.52 cm

2.10 Pertamax

Pertamax merupakan jenis bahan bakar dengan angka oktan 92 Pertamax dianjurkan digunakan untuk kendaraan bahan bakar bensin yang mempunyai perbandingan kompresi tinggi (9,1:1 sampai 10,0:1). Bensin dengan bilangan

oktan tinggi mempunyai periode penundaan yang panjang. Pada bahan bakar pertamax ditambahkan aditi sehingga mampu membersihkan mesin dari timbunan deposit pada *Fuel injector* dan ruang pembakaran. Bahan bakar pertamax sudah tidak menggunakan campurantimbale sehingga dapat mengurangi racun gas buang kendaraan bermotor seperti nitrogen oksida karbon monoksida, bensin pertamax berwarna kebiruan dan memiliki kandungan maksimum sulfur (S) 0,1%, timbal (Pb) 0,013% (jenis tanpa timbal) dan Pb 0,3% (jenis dengan timbal), oksigen (O) 2,72%, pewarna 0,13 gr/100 l, titik didih 205 C, serta massa jenis (suhu 15C). Pertamax juga direkomendasikan untuk kendaraan yang diproduksi diatas tahun 1990, terutama yang telah menggunakan teknologi setara dengan *electronic fuel injection* dan *xatalytic converters*, pertamax seperti halnya Premium adalah produk BBM dari pengolahan minyak bumi.

Tabel 2.3 Spesifikasi bahan bakar Pertamax

No	Karakteristik	Satuan	Min	Maks	ASTM	LAIN
1	Bilangan oktana Riset	RON	92.0	-	D 2699	
2	Stabilitas oksidasi	Menit	480	-	D 255	
3	Kandungan sulfur	% m/m	-	0.05	D 7039	
4	Kandungan timbal (Pb)	Gr/liter	-	0.013	D 3237	UOP 391
5	Kandungan fosfor	Mg/l	-	-	D 3231	
6	Kandungan logam (Mn, Fe)	Mg/l	-	-	D 3831	
7	Kandungan silicon	Mg/kg	-	-	-	
8	Kandungan oksigen	%m/m	-	2.7	D 4815	
9	Kandungan olefin	%v/v	-	-	D 1319	
10	Kandungan aromatic	%v/v	-	50.0	D 1319	
11	Kandungan benzene	%v/v	-	5.0	D 4420	
12	Destilasi :				D 86	
	10% vol. penguapan	Celcius		70		
	50% vol. penguapan	Celcius	77	110		
	90% vol. penguapan	Celcius	130	180		
	Titik didih akhir	Celcius	-	215		
	Residu	%v/v	-	2.0		
13	Sedimen	Mg/l	-	1	D 5452	
14	Uwashed gum	Mg/100 ml	-	70	D 381	
15	Washed gum	Mg/100 ml	-	5	D 381	
16	Tekanan uap	Kpa	45	60	D 323	

17	Berat jenis (pada suhu 15 celcius)	Kg/m ³	715	770	D 1298	
18	Korosi bilah tembaga	Menit	Kelas 1	Kelas 1	D 130	
19	Uji Doctor	-	Negative	Negative		IP 30
20	Belerang mercaptan	%massa	-	Biru	D 3227	
21	Penampil visual	-	Jernih dan terang	Jernih dan terang		
22	Warna	-	Biru	Biru		
23	Kandungan pewarna	Gr/100 I	-	0.13		

Sumber www.pertamina.com

Keunggulan pertamax :

1. Bebas timbale TEL (aditif penaik oktan yang mengandung lead atau timbal hitam yang tidak sehat)
2. Oktan atau *Research Octane Number* (RON) yang lebih tinggi dari Premium. Karena memiliki oktan tinggi, maka Pertamax bisa menerima tekanan pada mesin berkompresi tinggi, sehingga dapat bekerja dengan optimal pada gerakan piston.

2.11 Torsi dan Daya

Dynamometer digunakan untuk mengukur Torsi sebuah mesin. Pada dasarnya ada tiga jenis alat pengukur daya atau torsi, yaitu dinamometer penggerak, dynamometer transmisi dan dynamometer absorpsi. *Dynamometer* penggerak digunakan untuk mengukur beberapa peralatan seperti turbin dan pompa serta mensuplai energy untuk menggerakkan peralatan yang diukur. *Dynamometer* trasnmisi adalah peralatan pasif yang ditempatkan di lokasi tertentu pada suatu mesin dengan tujuan untuk mengukur torsi yang diukur pada lokasi tertentu. *Dynamometer* absorpsi mengubah energy mekanik sebagai torsi yang diukur, sehingga sengat berguna untuk mengukur daya atau torsi yang dihasilkan sumber daya seperti motor bakar atau motor listrik. (Epirints.undip.ac.id)

Dynamometer yang digunakan dalam penelitian ini adalah *dynamometer* jenis hidraulik yang termasuk dynamometer jenis absorpsi. *Dynamometer* hidraulik adalah dynamometer yang menggunakan system hidrolis atau fluida untuk menyerap energy mekanis yang dikeluarkan mesin. Fluida yang digunakan adalah air, dimana air berfungsi sebagai media pendingin dan media gesek

perantara. *Dynamometer* hidraulik ini memiliki dua komponen penting yaitu sudu gerak (rotor) dan dua sudu tetap (stator). Rotor terhubung dengan poros dari mesin yang akan diukur, dimana putaran dari mesin tersebut memutar rotor *dynamometer*, sehingga air akan terlempar menghasilkan tahanan terhadap putaran mesin dan menghasilkan panas. Aliran air secara kontinyu melalui rumah (*casing*) sangat penting untuk menurunkan temperature dan juga untuk melumasi *seal* pada poros. Sedangkan pada stator terletak berhadapan dengan rotor dan terhubung tetap pada *casing*. Pada *casing* dipasang lengan, dimana pada ujung lengan terdapat alat ukur pembebanan sehingga torsi yang terjadi dapat diukur.

Pada saat *dynamometer* ini di jalankan, mesin dihidupkan dan putaran mesin diatur pada putaran tertentu. Air masuk kedalam *casing* melalui selang dari penampungan air sehingga rongga antara rotor dan stator selalu terisi air. Air yang masuk kedalam *casing* berfungsi sebagai media gesek perantara dan sebagai pendingin karena proses yang terjadi menimbulkan panas. Air yang keluar dari *dynamometer* tidak boleh melebihi 80° Celsius, jika sudah mendekati temperature tersebut dibuka katup keluar yang lebih besar dari penampungan air. Agar air yang dialirkan oleh pompa lebih banyak. Suplai air harus lebih bersih, dingin, dan konstan.

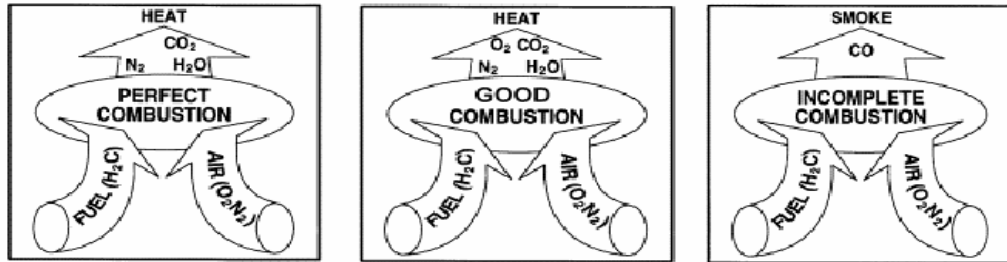
Kedudukan alat ukur harus menunjukkan pada angka nol (*dynamometer* dalam keadaan seimbang) pada waktu berhenti dan pada waktu air mengalir masuk stator tetapi mesin belum bekerja. Pengukuran kecepatan putar poros perlu dilakukan untuk mendapatkan perhitungan daya dan juga untuk menghindari kelebihan kecepatan putar yang dapat mengakibatkan kerusakan pada *dynamometer*.

2.12 Teori Pembakaran

Pada kendaraan bermotor proses pembakaran merupakan reaksi kimia yang berlangsung sangat cepat antara bahan bakar dengan oksigen yang menimbulkan panas sehingga mengakibatkan tekanan dan temperatur yang tinggi. Kebutuhan oksigen untuk pembakaran diperoleh dari udara yang memerlukan campuran antara oksigen dan nitrogen, serta beberapa lain dengan persentase yang relatif kecil dan dapat diabaikan. Reaksi kimia antara bahan

bakar dan oksigen yang diperoleh dari udara akan menghasilkan produk hasil pembakaran yang komposisinya tergantung dari kualitas pembakaran yang terjadi.

Dalam pembakaran proses yang terjadi adalah oksidasi dengan reaksi sebagai berikut dapat dilihat pada gambar 2.13



Gambar 2.13 Proses pembakaran

Karbon + Oksigen = Karbondioksida + panas

Hidrogen + Oksigen = Uap Air + panas

Sulfur + Oksigen = Sulfurdioksida + panas

Reaksinya :



Pembakaran pada gambar 2.13. dikatakan sempurna bila campuran bahan bakar dan oksigen (dari udara) mempunyai perbandingan yang tepat, hingga tidak diperoleh sisa. Bila oksigen terlalu banyak, dikatakan campuran “lean”, pembakaran ini menghasilkan api oksidasi. Sebaiknya, bila bahan bakarnya terlalu banyak (atau tidak cukup oksigen), dikatakan campuran “rich”, pembakaran ini menghasilkan api reduksi.

Dalam pembakaran, ada pengertian udara primer yaitu udara yang dicampurkan dengan bahan bakar di dalam *burner* (sebelum pembakaran) dan udara sekunder yaitu udara yang dimasukkan dalam ruang pembakaran setelah *burner*, melalui ruang sekitar ujung *burner* atau melalui tempat lain pada dinding dapur. Dapat dilihat pada gambar 2.14.



Gambar 2.14 Skema sistem penyaluran bahan bakar sampai menjadi gas buang
 Berat massa bahan yang masuk ruang pembakaran = berat massa bahan yang keluar.

$$(a + b) = (c + d + e) \quad (2.4)$$

a = berat bahan kering + air (kelembaban).

b = berat udara + uap air yang terkandung dalam udara.

Air dalam d dan e = (air yang terkandung dalam bahan bakar) + (air dari kelembaban udara) + (air yang terbentuk dari reaksi pembakaran).

Supaya dihasilkan pembakaran yang baik, maka diperlukan syarat – syarat sebagai berikut:

- a. Jumlah udara yang sesuai
- b. Temperatur yang sesuai dengan penyalaan bahan bahan bakar
- c. Waktu pembakaran yang cukup
- d. Kerapatan yang cukup untuk merambatkan api dalam silinder.

BAB 3 METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

3.1.1 Waktu

Waktu pelaksanaan penelitian dan kegiatan uji coba dilakukan selama 6 bulan dimulai dari pengesahan judul sampai dengan penelitian sekarang.

3.1.2 Tempat

Tempat pengujian dilakukan dibengkel Toyota Auto 2000 jl. Pancing No. 10-Medan

Tabel 3.1: Timeline Kegiatan

No	Kegiatan	April 2019	Mei 2019	Juni 2019	Juli 2019	Agu 2019	Sep 2019
1	Pengajuan Judul						
2	Studi Literatur						
3	Menyiapkan alat Pengujian						
4	Pelaksanaan Pengujian						
5	Penyimpulan Hasil Pengujian						
6	Penyelesaian Skripsi						

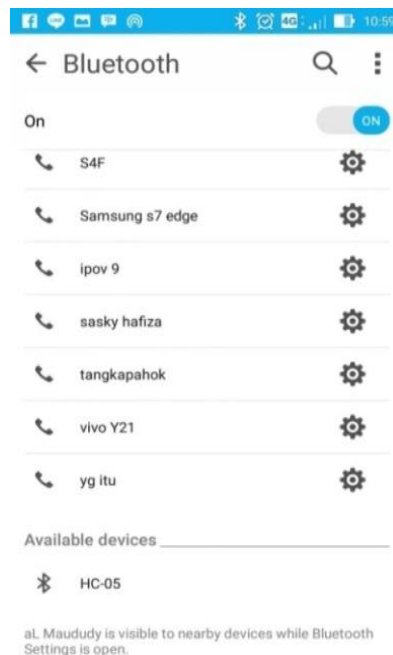
3.2 Set – Up alat uji

3.2.1 Pengujian Sensor MQ-7 dan MQ-2

Pengujian sensor MQ-7 dan MQ-2 dengan cara memberikan gas karbon disekitar sensor MQ-7 dan MQ-2. Ketika gas karbon diberikan disekitar sensor, maka sensor akan langsung mendeteksi keberadaan gas karbon monoksida dan Hidrocarbon tersebut. Sensor ini akan mempunyai resistansi yang akan berubah bila terkena gas karbon monoksida dan Hidro karbon.

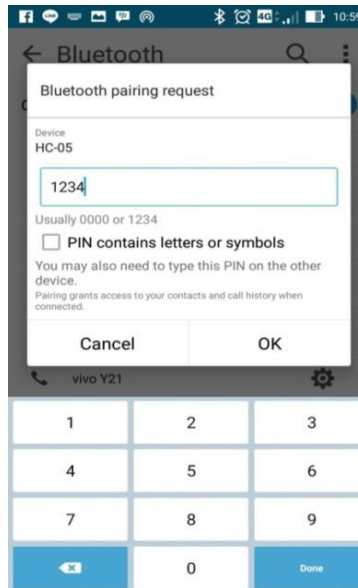
3.2.2 Pengujian Bluetooth dengan Smartphone Android

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah Modul *Bluetooth* HC-05 ini dapat berkomunikasi dengan Android atau tidak. Pengujian ini dilakukan dengan memberikan tegangan 5V pada modul *Bluetooth* yang kemudian keberadaannya dideteksi oleh Android dengan men-scan *Bluetooth*. Seperti pada gambar 3.1.

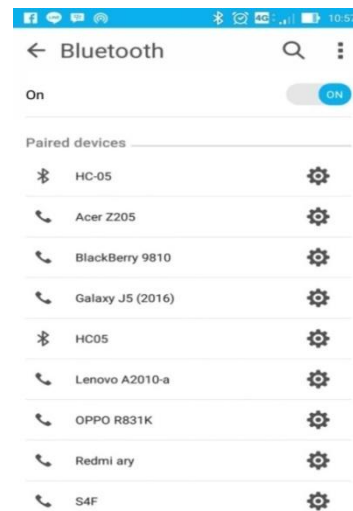


Gambar 3.1. Android Sedang Men-scan Modul *Bluetooth*

Setelah Android selesai men-scan, pada bagian *available device* terdapat *device* yang terdeteksi oleh Android yaitu modul *Bluetooth* HC-05. Pilih, kemudian muncul kotak dialog Perangkat yang tersedia yang meminta PIN (*default* : 1234) untuk menyambungkan dengan Android. seperti pada gambar 3.2 dan 3.3.



Gambar 3.2 *Bluetooth* Meminta PIN Untuk Pemasangan perangkat



Gambar 3.3 *Bluetooth* Sudah Terpasang dengan perangkat Android

3.2.3 Tampilan Aplikasi pada Smartphone Android seperti gambar 3.4



Alat Ukur Emisi Gas Buang Kendaraan

HC : Nilai HC

CO : Nilai CO

Select BT Module

Gambar3.4 Tampilan aplikasi alat uji emisi gas buang portable

3.3 Tahap pengujian

1. Siapkan Mobil yang hendak di tes uji emisi kendaraan nya
2. Pastikan alat uji dalam kondisi terkalibrasi
3. Hidupkan sesuai prosedur pengoprasian (sesuai rekomendasi)
4. Naikan (akselerasi) putaran mesin hingga mencapai 2.900 rpm sampai dengan 3.100 rpm kemudian tahan selama 60 detik dan selanjutnya kembalikan pada kondisi idle
5. Masukkan prob alat uji gas buang kedalam lubang knalpot kendaraan bermotor sedalam 30 cm, bila kurang dari 30 cm maka pasang pipa tambahan
6. Injak pedal gas maksimum secepatnya hingga mencapai putaran mesin maksimum, selanjutnya tahan 1 sampai 4 detik lepas pedal gas dan tunggu hingga putaran mesin kembali stationer. Catat nilai opasitas asap
7. Ulangi proses ini minimal sampai 3 kali
8. Catat nilai presentase rata rata opasitas asap dari langkah

3.4 Bahan dan Alat

3.4.1 Bahan

Bahan yang digunakan dalam pengujian ini adalah:

1. Mobil Merk Toyota Rush Tahun 2014 pada gambar 3.5



Gambar3.5 Mobil Toyota Rush

Spesifikasi Mobil toyota Rush

Tipe mesin	: 2NR-VE 4 Cylinder in Line 16 Dual VVT-I
Kapasitas	: 1.496 cc
Diameter x	: 72.5 Ps / 90.6 mm
Langkah Torsi Maksimum	: 13.9 Kgm / 4.200 rpm
System Bahan Bakar	: Electronic Full Injection
Steering	: Electronic Power Steering
Transmisi	: Manual
Panjang	: 4.435 mm
Lebar	: 1.695 mm
Tinggi	: 1.705 mm
Jarak Sumbu Roda	: 2.685 mm
Jarak Pijak Depan	: 1.450 mm
Jarak Pijak Belakang	: 1.450 mm

2. Mobil Merk Toyota Etios Valco Tahun 2013 pada gambar 3.6



Gambar 3.6 Mobil Toyota Etios Valco

Spesifikasi Mobil Toyota Etios Valco

Seri Mobil	: 3 NR – FE
Tipe Mesin	: 4 cylinder, 16 Valve DOHC
Isi Silinder (cc)	: 1197
Diameter x	: 72.5 x 72.5
Langkah Daya	: 80 / 5.600 (Ps/rpm)
Torsi Maksimum	: 10.6 / 3.100 (Kgm/rpm)

System Bahan Bakar	: EFIB
Power Steering	: EPS
Jarak Poros Roda	: 2.46 Roda (mm)
P x L x T (mm)	: 3.775 x 1.695 x 1.510
Jarak Pijak Depan	: 1.468 Depan
Jarak Pijak Belakang	: 1.474
Transmisi	: Manual
Suspensi Depan	: MacPherson Strut with Stabilizer
Suspensi Belakang	: Torsion Beam with Stabilizer
Rem Depan	: 14" Ventilated Disk
Rem Belakang	: Drum
Ukuran Ban	: 185 / 60 / R15 Alloy – 175/65 R14 Steel Wheel cap (type JX)

3. Mobil Merk Toyota Sienta Tahun 2017 pada gambar 3,7



Gambar 3.7 Mobil Toyota Sienta Tahun 2017

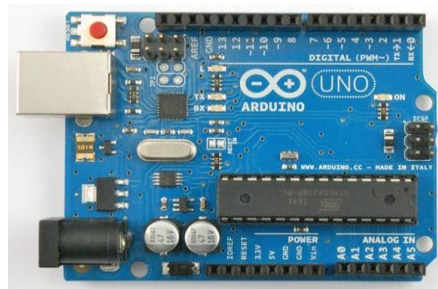
Spesifikasi Mobil Toyota Sienta

P x L x T	: 4.235 x 1.695 x 1.675
Tipe	: L4 DOHC 16-Valve VVT-Ie Engine with Start Stop System (Sienta) L4 DOHC 16-Valve VVT-I Engine with Start Stop

	System (Sienta Hybrid)
Daya maksimal	: 80 (109) / 6.00 (Sienta) 54 (74) / 4.800 (Sienta Hybrid)
Torsi Maksimal	: 136 (13.9) / 4.400 (Sienta) 111 (11.3) / 4.400 (Sienta Hybrid)
Tipe Transmisi	: Super CVT-I (Sienta) Electronically Controlled CVT (Sienta Hybrid)
Konsumsi bahan	: 20.2 km / L (JC08 Mode)
Bakar	: 27.9 km / L (JC08 Mode)
Ban	: 195 / 50 R16 Alloy Wheel

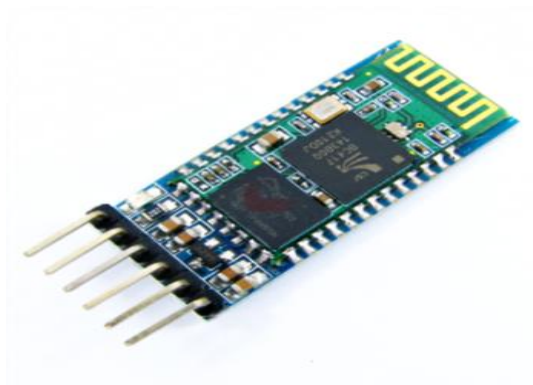
3.4.2 Alat yang di gunakan

1. Arduino Uno berfungsi sebagai arena *prototyping* sirkuit *mikrokontroller* seperti pada gambar 3.8



Gambar 3.8 Arduino Uno

2. Bluetooth berfungsi sebagai alat komunikasi nirkabel seperti pada gambar 3.9



Gambar 3.9 Module Bluetooth

3. MQ-2 berfungsi sebagai pendeteksi kandungan gas hidrokarbon (HC) seperti pada gambar 3.10



Gambar3.10 Sensor MQ-2

4. Sensor MQ-7 berfungsi sebagai pendeteksi kadar Karbon Monoksida (CO) seperti pada gambar 3.11



Gambar 3.11 Sensor MQ-7

5. Gas analyzers standart milik toyota seperti pada gambar 3.12



Gambar 3.12 Gas Analyzers standart milik Toyota

6. Alat rancangan emisi gas buang portable seperti pada gambar 3.13



Gambar 3.13 Alat Rancangan Emisi Gas buang portable

- 3.5 Spesifikasi Sukyoung SY – GA 401 seperti pada gambar 3.14



Gambar 3.14 Gas Analyzer Sukyoung SY – GA 401

Spesifikasi;

Measuring method: CO,HC,CO₂,NDIRMethodO₂, NOX: *Electrochemical Cell*

Measuring range: CO 0.0-9.99% / HC 0-9999 ppm

Resolution: 0.01% / 1 ppm

Display: 4 digits 7 segments LED / 4 digits 7 segments LED

Measuring range: CO₂ 0.0-20.0% / O₂ 0.00-25.00%

Resolution: 0.1% / 0.01%

Display: 4 digits 7 segments LED / 4 digits 7 segments LED

Measuring range: CO₂ 0-2.000 / AFR 0.0-99.00

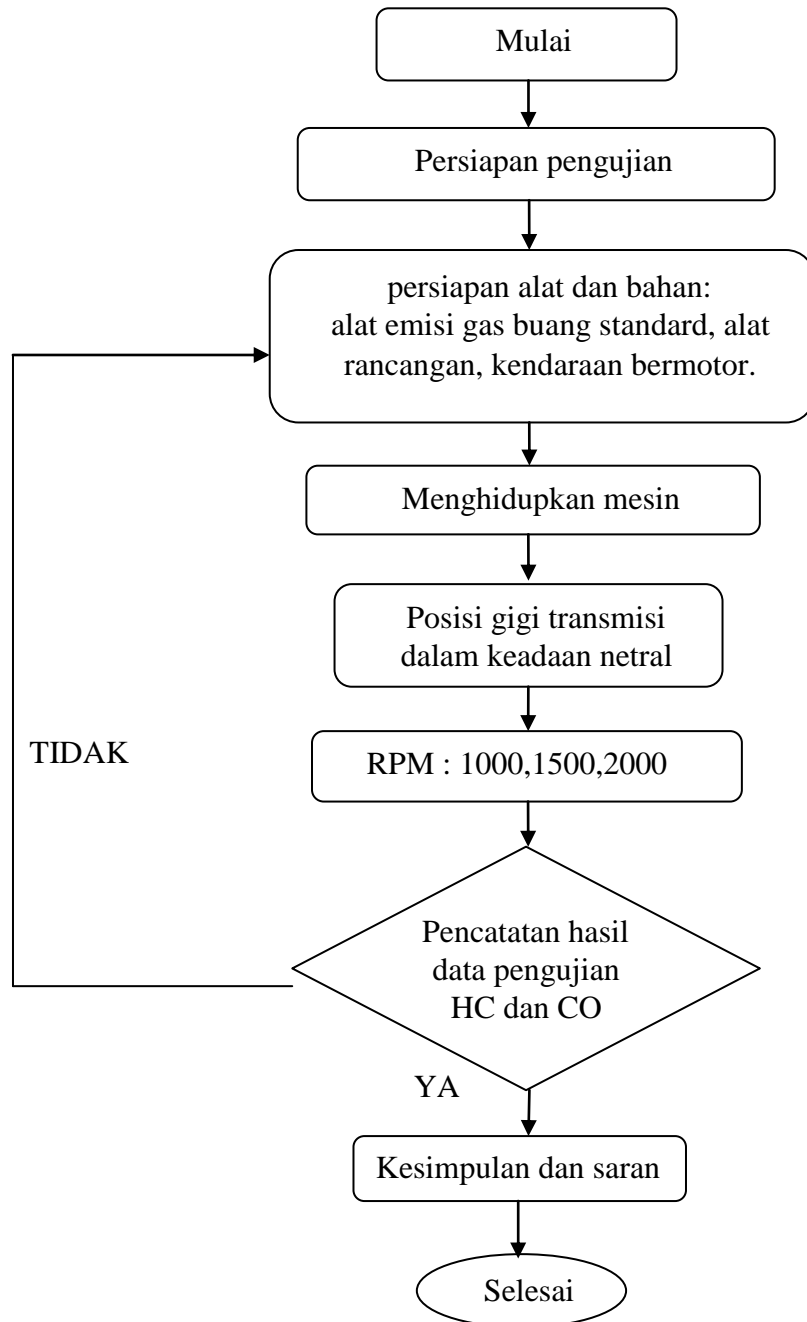
Resolution: 0.001 / 0.1

Display: 4 digits 7 segments LED / 4 digits 7 segments LED

Repeatability: Less than $\pm 2\%$ FS

Response time: Within 10 seconds (more than 90%)

3.6 Diagram alir pengujian emisi gas buang pada gambar 3.15



Gambar 3. 15 Diagram alir pengujian

3.7 Metode Pengumpulan Data

Data yang diperoleh dari data alat milik Toyota dengan data alat uji emisi gas buang diolah ke dalam rumus exponential, kemudian data perhitungan disajikan dalam bentuk tabel dan grafik.

3.8 Pengamatan Penelitian

Pada penelitian ini yang akan diamati adalah :

1. Hidrocarbon HC
2. Carbon Monoksida CO

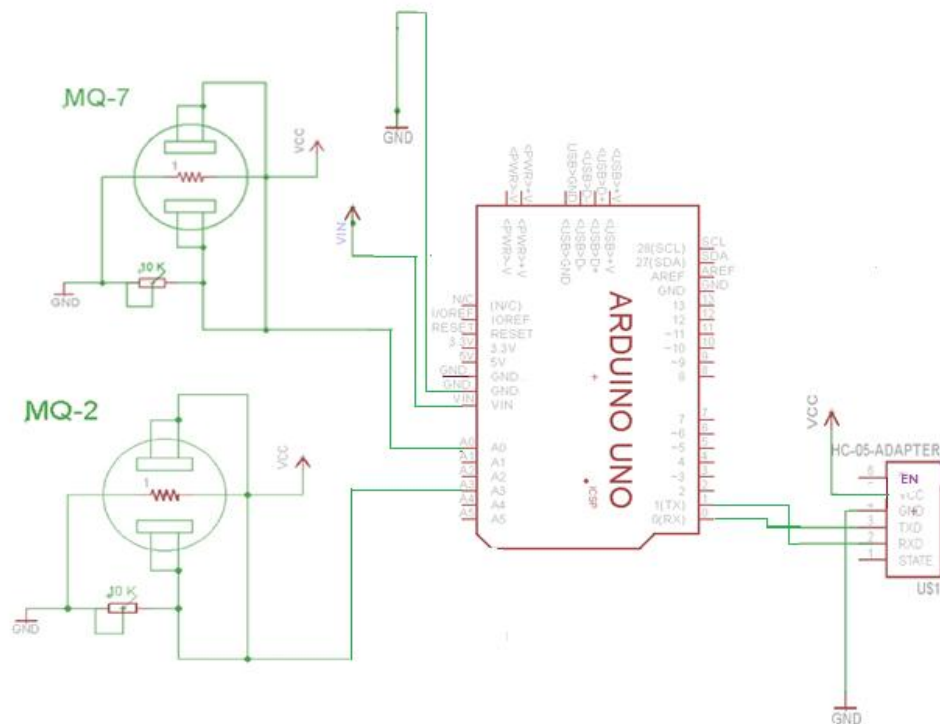
EMISI GAS BUANG PADA KENDARAAN BERMOTOR GASOLINE						
NO	NAMA	STANDART	PENGERTIAN	PEMERAB	EFEK BAGI KESEHATAN	FETERANGAN
1	CO (CARBON MONOKSIDA)	2%	Sisa bensin yang tidak terbakar dan ikut terbuang keluar lewat knalpot	Saringan pada motor injektor tidak mengabsorpsi Kesalahan sensor	Mengganggu cara berfikir Penurunan refleks Gangguan jantung	Semakin kecil nilai CO semakin efisien proses pembakaran di mesin
2	HC (HORO CARBON)	Catalitic Conv 50 ppm, non st. 500 ppm	Sisa bensin yang tidak terbakar dan ikut terbuang keluar lewat knalpot	Tekanan kompres lemah Timing tidak tepat Busi tidak	Iritasi pada mata Batuk Berak tidak	Semakin kecil nilai HC semakin efisien proses pembakaran di mesin
3	CO2 (CARBON MONOKSIDA)	12% s/d 16 %	Homogenitas pencampuran udara dan bahan bakar serta efisiensi pembakaran	Kelecekan pada exhaust system	Peningkatan suhu bumi Efek rumah kaca	Jika knalpot bocor, maka nilai CO2 tidak bisa dipapari sebagai petunjuk
4	O2 (OKSIGEN)	1 %/0 2%	Campuran udara dan bahan bakar yang homogenitas sehingga mudah dibakar	Kelecekan pada intake Kegagalan sistem pengapian		Semakin kecil nilai O2 semakin bagus
5	LAMBDA	0,95 s/d 1,05	Proses pembakaran yang terjadi di mesin			Jika < 0,95 campuran terlalu kaya jika > 1,05 campuran terlalu kurus
6	AIR (AIR FUEL RATIO)	14,5 s/d 15,5	Jumlah bagian udara yang terjadi di ruang pembakaran mesin			Jika < 14,5 campuran terlalu kaya jika > 15,5 campuran terlalu kurus

EMISI GAS BUANG PADA KENDARAAN BERMOTOR DIESEL					
Kepatuhan dinyatakan terlalu tinggi bila melampaui ambang batas yang ditentukan oleh pemerintah sebesar 50 % atau nilai koefisien (1/3 faktor) ± 1,5.					
Walaupun terdapat disebabkan oleh:					
a. Motor udara tertambat		f. Terdapat kotoran pada lubang penyempit injektor		g. Tekanan pembakaran injektor tidak sama atau dengan lainnya	
b. Tekanan pembakaran injektor terlalu rendah		h. Terdapat kotoran pada injektor tidak menyala atau injektor satu dengan lainnya		i. Terdapat kotoran pada katup dan dudukannya	
c. Terdapat kotoran pada sensor / injektor mati/tertutup		j. Volume penyempitan tidak memadai antara injektor satu dengan lainnya			
d. Tekanan kompresi rendah		k. Terdapat kotoran pada katup dan dudukannya			
e. Sifat penyempitan / injeksi tertambat					

Gambar 3.16 Tabel standart emisi gas buang pada kendaraan bermotor

3.9 Rangkaian Keseluruhan Sistem

Rangkaian ini merupakan pernyataan hubunganyang berurutan dari satuatau lebih komponen yang memiliki kesatuan kerja tersendiri,dan setiap rangkaian komponen mempengaruhi komponenyang lainnya. Rangkaian keseluruhan system merupakan salah satu cara yang paling sederhana untuk menjelaskan cara kerja dari suatu system.Dengan rangkaian ini kita dapat menganalisa cara kerja rangkaian dan merancang *hardware* yang akan dibuat secara umum.Adapun rangkaian system yang dirancang seperti yang diperlihatkan pada gambar 3.17



Gambar 3.17 Rangkaian keseluruhan kerja system

Berdasarkan rangkaian pada gambar 3.17 terdapat sensor MQ2 dan MQ7 yang berfungsi untuk mendeteksi dan memperkirakan kandungan senyawa hidrokarbon (HC) dan senyawa karbon monoksida (CO) dengan cara mendeteksi kadar gas pada pipa pembuangan kendaraan bermotor. Mikrokontroler Arduino adalah komponen utama yang berfungsi sebagai pusat pengolahan data yang akan diproses sebelum dikirimkan ke penampil (smartphone android) melalui bluetooth. Smartphone android berfungsi sebagai penampil data yang diperoleh dari sensor agar dapat langsung dilihat hasilnya secara visual.

3.10 Pengambilan data

Pengambilan data hanya Hidro Carbon HC dan Carbon Monoksida CO, dan setiap kali percobaan yang telah di tetapkan yaitu 10 detik (1000 rpm), 20 detik (1500 rpm), dan 30 detik (2000 rpm),

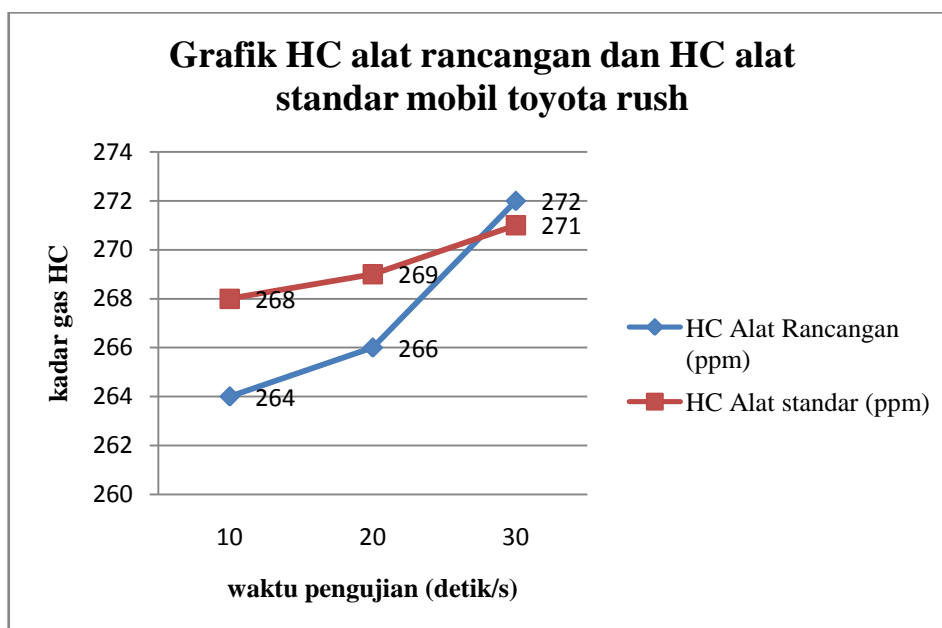
BAB 4 HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

Hasil penelitian diambil dari alat rancangan dan alat standart milik Toyota dengan menggunakan mobil yang ada di bengkel auto 2000. Parameter penelitian adalah HC dan CO, dengan menggunakan variasi alat rancangan dan alat standart milik Toyota. Pengambilan data dilakukan dalam beberapa variasi waktu yaitu 10 (1000 rpm) detik dan 20 (1500 rpm) detik sampai dengan 30 (2000 rpm) detik, maka akan diketahui seberapa besar perbedaan data yang dihasilkan dari tiap-tiap variasi waktuyang digunakan pada saat pengujianyang dilakukan 3 kali setiap mobil, Setelah itu dirata-ratakan/ralat kemudian diperoleh hasil. Data hasil penelitian HC dan CO alat rancangan, dan HC, CO alat standart milik Toyota disajikan pada tabel 4.1

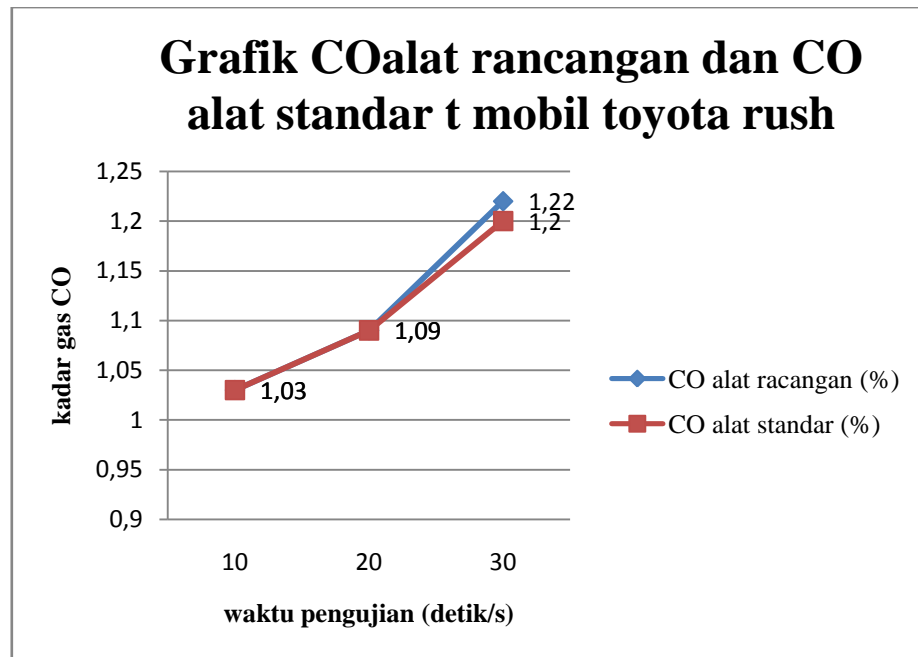
Tabel 4.1. Data Alat Rancangan dengan alat standard Gas Analyzer pada pengukuran Mobil Toyota Rush Tahun 2014

Detik	Rpm	Alat rancangan		alat standard	
		HC (ppm)	CO (%)	HC (ppm)	CO (%)
10	1000	264	1,03	268	1,03
20	1500	266	1,09	269	1,09
30	2000	272	1,22	271	1,20



Gambar 4.1 Grafik HC Alat dan HC Standart toyota rush

Berdasarkan Grafik dari gambar 4.1 tersebut hasil dari pengujian Kadar HC alat dan HC Standart pada detik ke 10(1000 rpm) adalah hc alat 264, hc standart 268 ppm, 20 (1500 rpm)hc alat 266, hc standart 269 ppm dan 30 detik (2000 rpm) hc alat 272, hc standart 271 ppm, menunjukkan hasil Kadar gas HC alat maksimum (272ppm) pada saat 2000 rpm sedangkan pada HC standart menunjukkan hasil gas HC (271ppm). Menunjukkan bahwa adanya perbedaan antara Kadar Gas HCalat dan HC Standart pada detik ke 10 (1000 rpm), 20 (1500 rpm) dan 30 detik (2000 rpm) Kadar Gas HC maximum yang dihasilkan sebesar 272ppm. Kesimpulan dari grafik diatas perbedaan dari HC Alat dan HC Standart semangkin tinggi putaran mesin (detik) maka semangkin tinggi pula HC yang dihasilkan seperti pada gambar 4.2



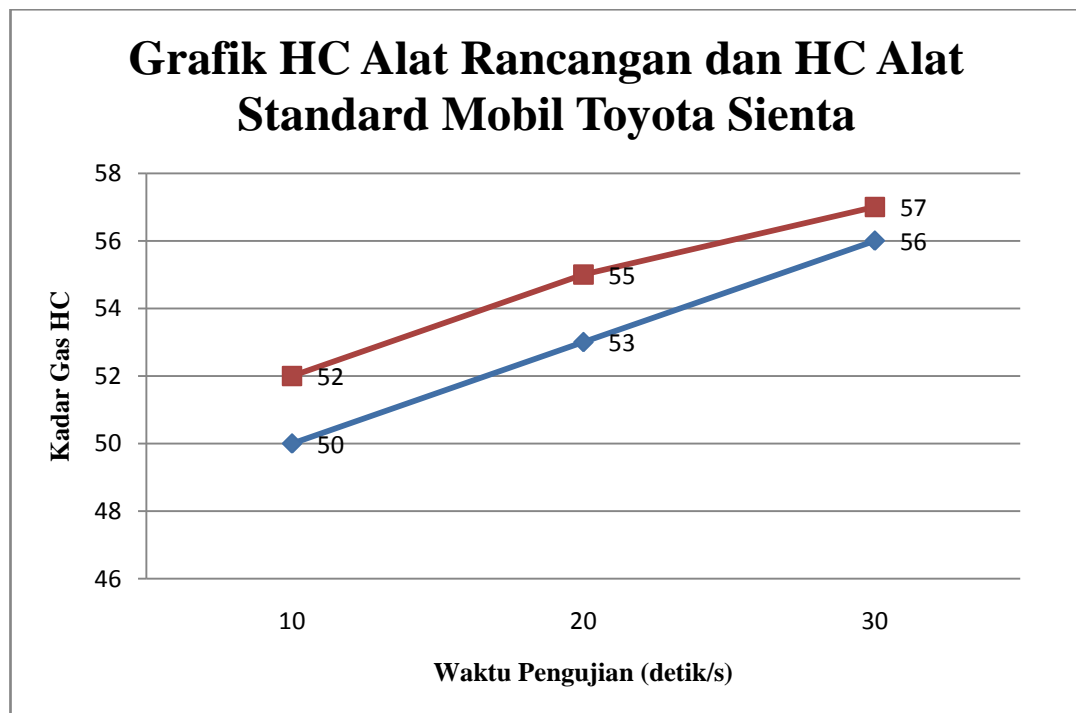
Gambar 4.2 Grafiik CO alat dan CO standart

Berdasarkan Grafik dari gambar 4.2 tersebut hasil dari pengujian Kadar CO alat dan CO Standart pada detik ke 10(1000 rpm) adalah CO alat 1.03, CO standart 1.03%, 20 (1500 rpm) CO alat 1.09, CO standart 1.09 % dan 30 detik (2000 rpm) CO alat 1.22%, CO standart 1.20%, menunjukkan hasil Kadar gas CO alat maksimum (1.22%) pada saat 2000 rpm sedangkan pada CO standart menunjukkan hasil gas CO (1.20%). Menunjukkan bahwa adanya perbedaan antara Kadar Gas COalat dan CO Standart pada detik ke 10 (1000

rpm), 20 (1500 rpm) dan 30 detik (2000 rpm) Kadar Gas CO maximum yang dihasilkan sebesar 1.22%. Kesimpulan dari grafik diatas perbedaan dari CO Alat dan CO Standart semangkin tinggi putaran mesin (detik) maka semangkin tinggi pula CO yang dihasilkan.Seperti pada tabel 4.2

Tabel 4.2.Data Alat Rancangan dengan Gas Analyzer pada pengukuran Mobil Toyota Sienta tahun 2017

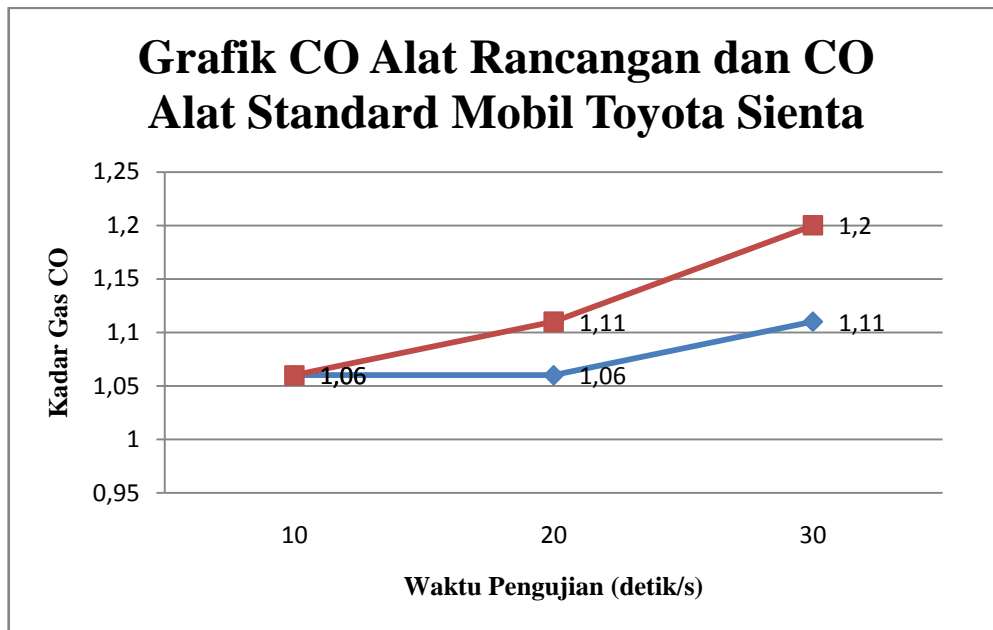
Detik	Rpm	Alat rancangan		alat standard	
		HC (ppm)	CO (%)	HC (ppm)	CO (%)
10	1000	50	1,06	52	1,06
20	1500	53	1,06	55	1,11
30	2000	56	1,11	57	1,2



Gambar 4.3 Grafik HC rancangan dan HC alat standard toyota sienta

Berdasarkan Grafik dari gambar 4.3 tersebut hasil dari pengujian Kadar HC alat dan HC Standart pada detik ke 10(1000 rpm) adalah hc alat 50 ppm, hc standart 52 ppm, 20 (1500 rpm) hc alat 53 ppm, hc standart 55 ppm, dan 30 detik (2000 rpm) hc alat 56 ppm, hc standart 57 ppm, menunjukkan hasil Kadar gas HC alat maksimum (56ppm) pada saat 2000 rpm sedangkan pada HC standart menunjukkan hasil gas HC (57ppm). Menunjukkan bahwa adanya

perbedaan antara Kadar Gas HCalat dan HC Standart pada detik ke 10 (1000 rpm), 20 (1500 rpm) dan 30 detik (2000 rpm) Kadar Gas HC maximum yang dihasilkan sebesar 57 ppm. Kesimpulan dari grafik diatas perbedaan dari HC Alat dan HC Standart semangkin tinggi putaran mesin (detik) maka semangkin tinggi pula HC yang dihasilkan seperti pada gambar 4.4

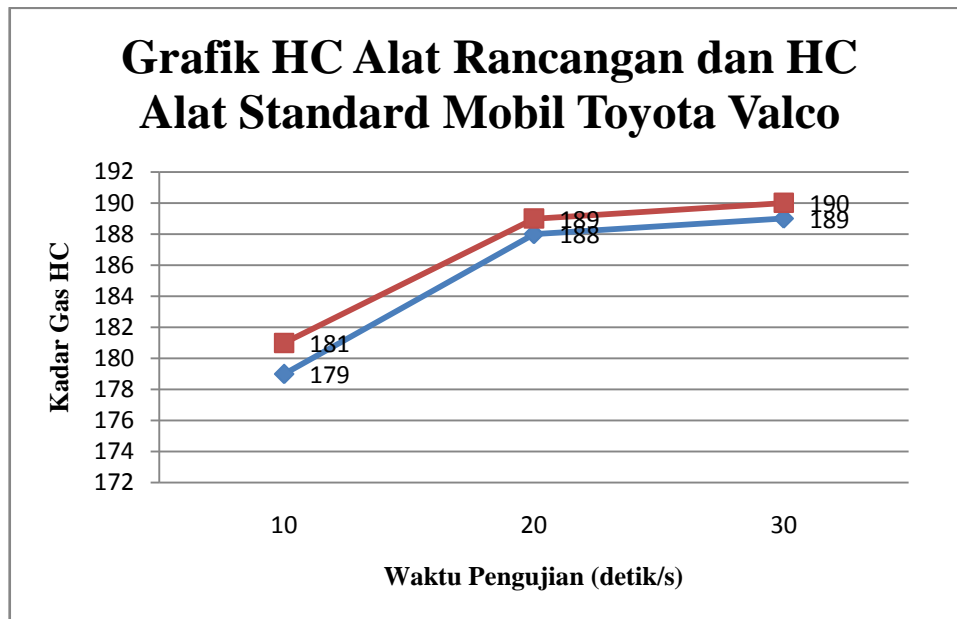


Gambar 4.4 Grafik CO Alat dan CO Standart

Berdasarkan Grafik dari gambar 4.4 tersebut hasil dari pengujian Kadar CO alat dan CO Standart pada detik ke 10(1000 rpm) adalah CO alat 1.06%, CO standart 1.06%, 20 (1500 rpm) CO alat 1.11%, CO standart 1.11 % dan 30 detik (2000 rpm) CO alat 1.22%, CO standart 1.20%, menunjukkan hasil Kadar gas CO alat maksimum (1.22%) pada saat 2000 rpm sedangkan pada CO standart menunjukkan hasil gas CO (1.20%). Menunjukkan bahwa adanya perbedaan antara Kadar Gas COalat dan CO Standart pada detik ke 10 (1000 rpm), 20 (1500 rpm) dan 30 detik (2000 rpm) Kadar Gas CO maximum yang dihasilkan sebesar 1.22%. Kesimpulan dari grafik diatas perbedaan dari CO Alat dan CO Standart semangkin tinggi putaran mesin (detik) maka semangkin tinggi pula CO yang dihasilkan

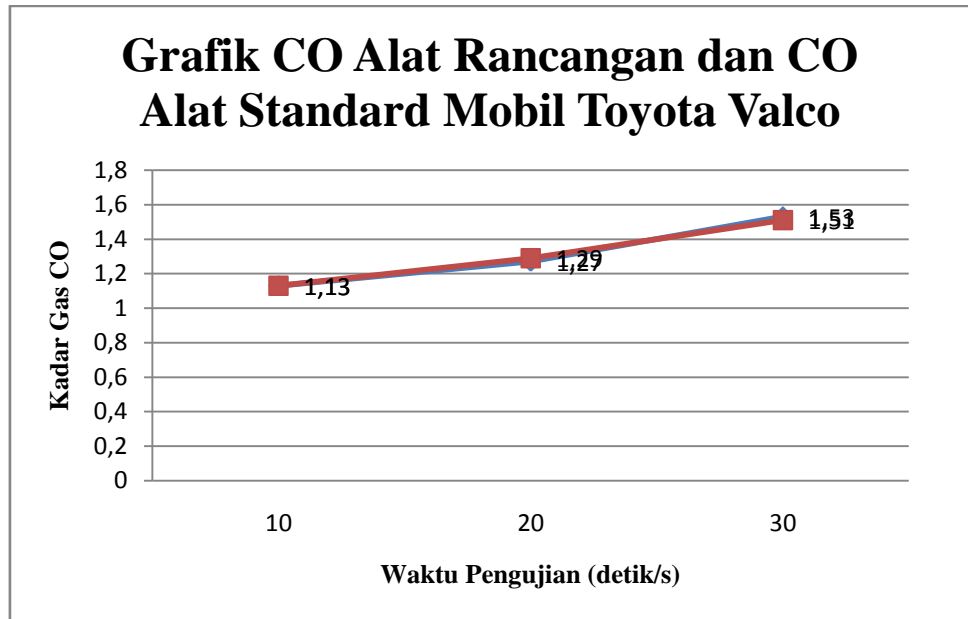
Tabel 4.3. Data alat rancangan gas analyzer pada pengukuran mobil etios valco tahun 2013

Waktu	Rpm	Alat rancangan		alat standard	
		HC (ppm)	CO (%)	HC (ppm)	CO (%)
10	1000	179	1,13	181	1,13
20	1500	188	1,27	189	1,29
30	2000	189	1,53	190	1,51



Gambar 4.5 Grafik HC Alat HC Standart

Berdasarkan Grafik dari gambar 4.5 tersebut hasil dari pengujian Kadar HC alat dan HC Standart pada detik ke 10(1000 rpm) adalah hc alat 179 ppm, hc standart 181 ppm, 20 (1500 rpm) hc alat 188 ppm, hc standart 189 ppm, dan 30 detik (2000 rpm) hc alat 189 ppm, hc standart 190 ppm, menunjukkan hasil Kadar gas HC alat maksimum (189 ppm) pada saat 2000 rpm sedangkan pada HC standart menunjukkan hasil gas HC (190 ppm). Menunjukkan bahwa adanya perbedaan antara Kadar Gas HCalat dan HC Standart pada detik ke 10 (1000 rpm), 20 (1500 rpm) dan 30 detik (2000 rpm) Kadar Gas HC maximum yang dihasilkan sebesar 190 ppm. Kesimpulan dari grafik diatas perbedaan dari HC Alat dan HC Standart semangkin tinggi putaran mesin (detik) maka semangkin tinggi pula HC yang dihasilkan.



Gambar 4.6 Grafik CO Alat dan CO Standart

Berdasarkan Grafik dari gambar 4.6 tersebut hasil dari pengujian Kadar CO alat dan CO Standart pada detik ke 10(1000 rpm) adalah CO alat 1.13%, CO standart 1.13%, 20 (1500 rpm) CO alat 1.27%, CO standart 1.29% dan 30 detik (2000 rpm) CO alat 1.53%, CO standart 1.51%, menunjukkan hasil Kadar gas CO. Alat maksimum (1.53%) pada saat 2000 rpm sedangkan pada CO standart menunjukkan hasil gas CO (1.51%). Menunjukkan bahwa adanya perbedaan antara Kadar Gas CO alat dan CO Standart pada detik ke 10 (1000 rpm), 20 (1500 rpm) dan 30 detik (2000 rpm) Kadar Gas CO maximum yang dihasilkan sebesar 1.53%. Kesimpulan dari grafik diatas perbedaan dari CO Alat dan CO Standart semakin tinggi putaran mesin (detik) maka semakin tinggi pula CO yang dihasilkan.

Untuk mengetahui %ralat dapat dihitung dengan cara berikut :

$$\% \text{ galat} = \frac{\text{nilai alat STANDARD} - \text{nilai alat rancangan}}{\text{nilai alat STANDARD}} \times 100\% \quad 4.1$$

Contoh :

$$\% \text{ galat} = \frac{179 - 181}{181} \times 100\% = 1,1\% \quad 4.2$$

Dari keseleruhan datatabel hasil pengukuran alat rancangan dengan alat standard tersebut, maka dapat dihitung rata-rata % ralat dari pengukuran alat rancangan yaitu :

$$\begin{aligned} \% \text{ galat untuk gas HC} &= \frac{\text{total \% error}}{\text{banyaknya pengukuran}} = \frac{14,45}{9} && 4.3 \\ &= 1,6\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \% \text{ galat untuk gas CO} &= \frac{\text{total \% error}}{\text{banyaknya pengukuran}} = \frac{16}{9} && 4.4 \\ &= 1,7\% \end{aligned}$$

Jadi, rata-rata% galat untuk gas HC adalah 1,6%, sedangkan untuk gas CO adalah 1,7%

Tabel 4.4 Hasil pengukuran alat rancangan setelah diralat pada pengukuran mobil toyota rush tahun 2014

Pengukuran Alat rancangan	
HC (ppm)	CO (%)
1.5	0
1.1	0
0.3	1.6

Tabel 4.5 Hasil pengukuran alat rancangan setelah diralat pada pengukuran mobil etios valco 2013

Pengukuran Alat rancangan	
HC (ppm)	CO (%)
1.1	0
0.53	1.5
0.52	13

Tabel 4.6 Hasil pengukuran alat rancangan setelah diralat pada pengukuran mobil toyota Sienta tahun 2017

Pengukuran Alat rancangan	
HC (ppm)	CO (%)
4	0
3.7	0
1.7	11.6

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan alat dan pengujian alat yang telah dilakukan, dapat di ambil kesimpulan sebagai berikut.

1. Berdasarkan hasil rancang bangun pegujian alat yang telah dilakukan, dapat di ambil kesimpulan bahwa alat uji emisi ini sangatlah murah dan efisien dan dapat dijangkau bagi kalangan bengkel – bengkel kecil maupun sedang tapi alat ini hanya memiliki dua sensor MQ-2 dan MQ-7 yang mendeteksi karbonmonoksida(CO) dan hidrokarbon(HC).
2. Dengan mengirimkan data dari alat rancangan melalui media komunikasi bluetooth ke smartphone android, diyakini mampu mempermudah pengukuran emisi gas buang kendaraan dan menjadi alternatif untuk mengukur emisi gas buang kendaraan bermotor

5.2. Saran

Dari hasil alat rancangan ini maka didapatkan beberapa saran untuk penyempurnaan alat ini, Untuk pengembangan selanjutnya dapat ditambahkan lagi sensor yang lebih bagus lagi dengan harga jutaan rupiah agar lebih efisien dalam pengukuran emisi gas HC dan juga dapat ditambahkan sensor gas CO_2 , O_2 dan NOx , dan ditambahkan lagi wifi, agar terkoneksi dan terhubung jarak jauh Supaya mempermudah dalam mengukur emisi gas buang dalam kendaraan bermotor.

DAFTAR PUSTAKA

- Djukarna. 2014. *Arduino Nano* <https://djukarna4arduino.wordpress.com>
- Feri Djuandi. 2011. *Pengenalan Arduino Uno Jakarta: Penerbit Elexmedia*
- Fardiaz, Srikandi. 1992. *Polusi air dan udara. Penerbit kanisius: Yogyakarta*
- Hidayat Wahyu. 2015. *Rancang Bangun Alat Uji Emisi Portabel Gas CO, NOx, dan HC Pada Kendaraan Bermotor. Semarang*
- Keputusan Direktur Jendral minyak dan Gas Bumi No. 3674 Tahun 2006.
- Krisna, 2015. *Pengertian emisi gas buang.* <http://duniaworkshop.blogspot.com>
- Kristiana Ervin. 2011. *Rancang Bangun Alat Pendeteksi Gas Buang Karbon Monoksida (Co) Pada Kendaraan Bermotor. Semarang*
- Muhammad Muzaky Al-Maududdy. 2017. *Rancang Bangun Alat Ukur Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor Dengan Penampil Smartphone Android Berbasis Arduino Uno. Medan*
- NuzulFahmi. 2014 *Sensor Gas CO MQ7.* <https://jagoanelektronikanu.blogspot.com>
- Saeful Bahri. 2016. *Rancang Bangun Alat Ukur Emisi Pada Gas Buang Kendaraan Bermotor Berbasis Mikrokontroller. Jakarta*
- Sasongko. 2014. *Emisi Gas Buang Dan Permasalahannya. Malang*
- Trian Hermawan. 2017. *Mengenal Sensor MQ2 Sebagai Pendeteksi Asap*

LAMPIRAN

**DAFTAR HADIR SEMINAR
TUGAS AKHIR TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK – UMSU
TAHUN AKADEMIK 2018 – 2019**


Peserta Seminar
 Nama : Muhammiad Supandi Solin
 NPM : 1307230165
 Judul Tugas Akhir : Pengujian Alat Ukur Emisi Gas Buang Kendaraan Ber –
 Motor Dengan Penampang Smartphone Android Berbasis
 Arduino Uno.

DAFTAR HADIR			TANDA TANGAN
Pembimbing – I	:	H.Muharnif.S.i.M.Sc	:
Pembimbing – II	:	Chandra A Siregar.S.T.M.T	:
Pemanding – I	:	Khairul Umurani.S.T.M.T	:
Pemanding – II	:	Sudirman Lubis.S.T.M.T	:

No	NPM	Nama Mahasiswa	Tanda Tangan
1	1307230124	M. Supandi Solin	
2	1307230100	Riki Juliansyah	
3	1307230112	Wanda Tirto	
4	1307230173	SANDI YOGA SAHAF	
5	1407230209	Aldino ALJiando	
6			
7			
8			
9			
10			

Medan, 11 Muharram 1440 H
11 September 2019 M

Ketua Prodi. T.Mesin


 Affandi.S.T.M.T

**DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

NAMA : Muhammad Supandi Solin
NPM : 1307230165
Judul T.Akhir : Pengujian Alat Ukur Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor Dengan Penampil Smartphone Android Berbasis Arduino Uno.

Dosen Pembimbing - I : H. Muhiarnif.S.T.M.Sc
Dosen Pembimbing - II : Chandra A Siregar.S.T.M.T
Dosen Pemanding - I : Khairul Umurani.S.T.M.T
Dosen Pemanding - II : Sudirman Lubis.S.T.M.T

KEPUTUSAN

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana (collogium)
2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :


.....
.....
.....
.....
.....
.....

3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :

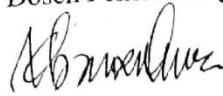
.....
.....
.....
.....

Medan 11 Muharram 1440H
11 September 2019 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T.Mesin


Affandi.S.T.M.T

Dosen Pemanding- I


Khairul Umurani.S.T.M.T

**PENGUJIAN ALAT UKUR EMISI GAS BUANG KENDARAAN BERMOTOR
DENGAN PENAMPIL SMARTPHONE ANDROID BERBASIS ARDUINO UNO**

NAMA : Muhammad Supandi Solin

NPM : 1307230165

PEMBIMBING I : H. Muharnif, S.T., M.Sc

PEMBIMBING II : Chandra A Siregar, S.T., M.T

NO	Hari / Tanggal	Uraian	Paraf
	Kamis 29/3 . 2018.	- Perbaiki BAB 1 dan 2. - Sesuaikan dengan format tulisan T.A yang sudah ada.	f
	Jumat 4/1 . 2019	- Tambahkan gambar macam - macam alat emisi gas buang - Lanjutkan BAB 3.	f
	Rabu 10/4 . 2019	- Perbaiki BAB 3 dan lanjutkan BAB 4 - Diskusikan dan konsultasi dengan pembimbing	f
	Selasa 30/7 . 2019	- Perbaiki BAB 4 - Perbaiki hasil dan pembahasan. - Lanjutkan.	f
	1/8 - 2019	- perbaiki format	f
	6/8 - 2019	- Tambahkan sub bab literatur	f
	13/8 - 2019	- perbaiki bab IV	f
	14/8 - 2019	- ke seminar kembali ke pembimbing I	f
		ACC, Seminar	f

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



DATA PRIBADI

Nama : MUHAMMAD SUPANDI SOLIN
NPM : 1307230165
Tempat/Tanggal lahir : MEDAN, 25 DESEMBER 1994
Agama : ISLAM
Alamat : JLN PANCING SUASA TENGAH PASAR 4 LING 8
KELURAHAN MABAR HILIR
Jenis Kelamin : LAKI – LAKI
Anak Ke : 1 DARI 3 BERSAUDARA
No. HP : 0821 - 6622 - 0692
Telp : -
Status Perkawinan : BELUM MENIKAH
Email : muhammadsupandi94@gmail.com
Nama Orang Tua :
Ayah : ISKANDAR SOLIN
Ibu : SUTINAH

PENDIDIKAN FORMAL

2001 – 2007 : SD NEGERI 067953 MEDAN
2007 – 2010 : SMP SWASTA Y.P PELITA
2010 – 2013 : SMK SWASTA AL-FATTAH MEDAN
2013 – 2019 : UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA
UTARA