

TUGAS SARJANA
KONVERSI ENERGI
ANALISA GAS BUANG KENDARAAN BERMOTOR
BERBAHAN BAKAR PERTAMAX DENGAN VARIASI
CAMPURAN BAHAN BAKAR DAN UDARA

*Diajukan Sebagai Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik (S.T)
Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

Disusun oleh :

RIZKY MAULANA SIREGAR
1307230268



PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2017

LEMBAR PENGESAHAN - I
TUGAS SARJANA
KONVERSI ENERGI
ANALISA GAS BUANG KENDARAAN BERMOTOR
BERBAHAN BAKAR PERTAMAX DENGAN VARIASI
CAMPURAN BAHAN BAKAR DAN UDARA

Disusun Oleh :

RIZKY MAULANA SIREGAR
1307230268

Diperiksa dan Disetujui Oleh :

Pembimbing – I

Pembimbing – II



(H. Muharnif M, S.T.,M.Sc)



(Khairul Umurani, S.T.,M.T)

Diketahui oleh :

Ka. Program Studi Teknik Mesin


(Affandi, S.T)

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2017

LEMBAR PENGESAHAN - II
TUGAS SARJANA
KONVERSI ENERGI
ANALISA GAS BUANG KENDARAAN BERMOTOR
BERBAHAN BAKAR PERTAMAX DENGAN VARIASI
CAMPURAN BAHAN BAKAR DAN UDARA

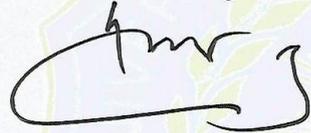
Disusun Oleh :

RIZKY MAULANA SIREGAR
1307230268

Telah diperiksa dan diperbaiki
Pada seminar tanggal 19 Oktober 2017

Disetujui Oleh :

Pembanding - I



(Munawar A Siregar, S.T., M.T)

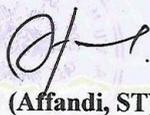
Pembanding - II



(Sudirman Lubis, S.T., M.T)

Diketahui oleh :

Ka. Program Studi Teknik Mesin



(Affandi, ST)

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2017



MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI MUHAMMADIYAH
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

Pusat Administrasi: Jalan Kapten Mukhtar Basri No.3 Telp. (061) 6611233 – 6624567 –
6622400 – 6610450 – 6619056 Fax. (061) 6625474 Medan 20238
Website : <http://www.umsu.ac.id>

Menjawab surat ini agar disebutkan
tanggalnya

DAFTAR SPESIFIKASI

TUGAS SARJANA

Nama Mahasiswa : Rizky Maulana Siregar
NPM : 1307230268
Semester : IX
SPESIFIKASI :

Analisa Gas Buang Kendaraan Bermotor Berbahan Bakar

Pertamax Dengan Variasi Bahan Bakar dan Udara

Diberikan Tanggal : 20 Juli 2017
Selesai Tanggal : 10 Oktober 2017
Asistensi : seminggu sekali
Tempat Asistensi : Fakultas Teknik UMSU

Diketahui oleh :
Ka. Program Studi Teknik Mesin

Medan, 12 Oktober 2017
Dosen Pembimbing – I

(Affandi, S.T.)

(H. Muharnif M, S.T., M.sc.)



MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI MUHAMMADIYAH
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

Pusat Administrasi: Jalan Kapten Mukhtar Basri No.3 Telp. (061) 6611233 - 6624567 -
6622400 - 6610450 - 6619056 Fax. (061) 6625474 Medan 20238
Website : <http://www.umsu.ac.id>

Isi web surat ini agar disebutkan
tanggalnya

DAFTAR HADIR ASISTENSI

TUGAS SARJANA

NAMA : Rizky Maulana Siregar PEMBIMBING - I : H. Muharnif M, S.T.,M.Sc

NPM : 1307230268

PEMBIMBING - II : Khairul Umurani, S.T.,M.T

| NO | Hari / Tanggal | Uraian | Paraf |
|----|---------------------|--------------------------------------|-------|
| 1. | 20 - Juli 2017 | - Perbarui batasan masukan | |
| 2. | 2. Agustus 2017 | - Perbarui Bab 2 | |
| 3. | 6 - September 2017 | - perbarui Grafis | |
| | 7 - september 2017 | - Perbarui Metode | |
| | 19 - September 2017 | - Perbarui perhitungan Analisa | |
| | 27 - September 2017 | - Perbarui komputer | |
| | 3 - Oktober 2017 | - Perbarui ke pembimbing I | |
| | 10 - oktober 2017 | Acc Seminar | |

**DAFTAR HADIR SEMINAR
TUGAS AKHIR TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK – UMSU
TAHUN AKADEMIK 2017 – 2018**

Peserta Seminar

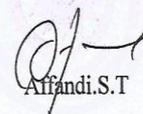
Nama : Rizky Maulana Siregar
 NPM : 1307230268
 Judul Tugas Akhir : Analisa Gas Buang Kendaraan Bermotor Berbahan Bakar Pertamax Dengan Variasi Campuran Bahan Bakar Dan Udara.

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

| No | NPM | Nama Mahasiswa | Tanda Tangan |
|----|--------------|------------------------|--------------|
| 1 | 1207230209 | SUGIANTO | |
| 2 | 1207230098 | Abdullah Fawad Alhazad | |
| 3 | 1207230282P | Rizki Perdana Ibrahim | |
| 4 | 1207230043 | ARIFIN H-YAS | |
| 5 | 1107230246-P | Rizka Indra Syahputra | |
| 6 | 1107230215 | ZUL FANIZI | |
| 7 | 1307230291 | HENDRA SAPUTRA | |
| 8 | 1307230224 | MHO. TOTO HUSOOD | |
| 9 | 1207230181 | SYAMPA AZAS | |
| 10 | 1207230258 | Dedi Ansondi Lubis | |

Medan, 29 Muharram 1439 H
19 Oktober 2017 M

Ketua Prodi. T Mesin


Affandi.S.T

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

NAMA : Rizky Maulana Siregar
NPM : L307230268
Judul T.Akhir : Analisa Gas Buang Kendaraan Bermotor Berbahan Bakar Per –
Tamax Dengan Variasi Campuran Bahan Bakar Dan Udara.

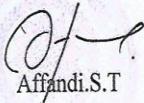
Dosen Pembimbing – I : H.Muharnif.S.T.M.Sc
Dosen Pembimbing – II : Khairul Umurani.S.T.M.T
Dosen Pemanding - I : Munawar A Siregar.S.T.M.T
Dosen Pemanding - II : Sudirman Lubis.S.T.M.T

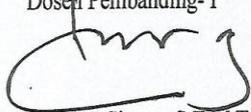
KEPUTUSAN

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana (collogium)
2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :
*perbaikan cover belakang, kroyan sesuai judul
fabrikasi kapal BB yg di gunakan
- sama adanya jurnal sbg pembeding antar perbandingan*
3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :
.....
.....
.....
.....

Medan 29 Muharram 1439H
19 Oktober 2017 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T.Mesin


Affandi.S.T

Dosen Pemanding- I

Munawar A Siregar.S.T.M.T

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

NAMA : Rizky Maulana Siregar
NPM : 1307230268
Judul T.Akhir : Analisa Gas Buang Kendaraan Bermotor Berbahan Bakar Per –
Tamax Dengan Variasi Campuran Bahan Bakar Dan Udara.

Dosen Pembimbing – I : H.Muharnif.S.T.M.Sc
Dosen Pembimbing – II : Khairul Umurani.S.T.M.T
Dosen Pembanding - I : Munawar A Siregar.S.T.M.T
Dosen Pembanding - 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 :

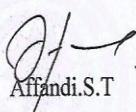
.....
Perbaikan grille, spasi
.....
.....

3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :

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

Medan 29 Muharram 1439H
19 Oktober 2017 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T.Mesin


Affandi.S.T

Dosen Pembanding- II


Sudirman Lubis.S.T.M.T

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS SARJANA

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Rizky Maulana Siregar
Tempat/Tgl Lahir : Klumpang, 31 Oktober 1995
NPM : 1307230268
Bidang Keahlian : Konversi Energi
Program Studi : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
(UMSU)

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan tugas sarjana (skripsi) saya ini yang berjudul :

ANALISA GAS BUANG KENDARAAN BERMOTOR BERBAHAN BAKAR PERTAMAX DENGAN VARIASI CAMPURAN BAHAN BAKAR DAN UDARA

Bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material maupun non material, ataupun segala kemungkinan yang lain, yang pada hakekatnya bukan merupakan karya tulis tugas akhir saya secara originil dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidak sesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh tim Fakultas yang dibentuk untuk 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,2017

Saya yang menyatakan,



RIZKY MAULANA SIREGAR

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa emisi gas buang dengan variasi campuran bahan bakar dan udara pada sepeda motor berbahan bakar pertamax. Pengujian yang dilakukan untuk menganalisa emisi gas buang yang terjadi setelah proses pembakaran dengan campuran bahan bakar dan udara dengan putaran motor rpm 1000, 1500, 2000, 2500, 3000. Adapun alat yang digunakan dalam pengujian emisi gas buang adalah F1 diagnostic tool, stopwatch, gas analyzer dan probe. Hasil penelitian menunjukkan emisi gas CO dan HC tertinggi pada putaran 1000 rpm, sedangkan emisi gas CO₂ tertinggi pada putaran motor rpm 1500. Dari pengujian dapat disimpulkan bahwa semakin kaya campuran bahan bakar, maka kadar emisi gas CO dan HC semakin tinggi.

Kata kunci : emisi gas, bahan bakar, variasi campuran

KATA PENGANTAR



Assalamu'Alaikum Wr. Wb.

Alhamdulillahil'alamin, segala puji kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat, taufik serta hidayah-Nya kepada penulis, sehingga atas barokah dan ridho-Nya, penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini sebagai mana yang diharapkan.

Adapun judul dari Tugas Akhir ini adalah “**Analisa Gas Buang Kendaraan Bermotor Berbahan Bakar Pertamina Dengan Variasi Campuran Bahan Bakar Dan Udara**” yang diselesaikan selama kurang lebih 7 BULAN. Tugas Akhir ini disusun untuk melengkapi syarat menyelesaikan jenjang kesarjanaan Strata 1 pada Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Selama menyelesaikan Tugas Akhir ini, penulis telah banyak mendapat bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak, untuk itu dalam kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Kepada kedua Orang Tua yang tersayang (Mansur Siregar dan Jamilah) sebagaimana mereka telah memberikan dorongan semangat, nasihat serta doa atas perjuangan untuk menyelesaikan Tugas Sarjana ini.
2. Kepada Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T., M.T, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
3. Kepada Bapak H. Muharnif, S.T., M.sc selaku Dosen Pembimbing-I dalam penulisan Tugas Akhir ini, sekaligus Sekretaris Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Kepada Bapak Khairul umurani, S.T., M.T, selaku Wakil Dekan 3 Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara sekaligus pembimbing-II dalam penulisan Tugas Akhir ini.
5. Kepada Bapak Affandi S.T, selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Kepada Bapak dan Ibu Dosen dan staf pegawai Tata Usaha di Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah memberikan bekal pengetahuan dan bantuan hingga akhir studi.
7. Kepada Seluruh Asisten Laboratorium Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah membantu dan memberikan arahan untuk saya menyelesaikan pengujian.
8. Kepada teman Seperjuangan Sudomo, Azmi Hakim , Rizal, Tri dan teman – teman mesin angkatan 2013 yang masih banyak namanya tidak tersebutkan yang telah membantu, memberi semangat, saran dan kritik hingga tugas akhir

saya ini selesai pada waktunya dalam perkuliahan dan penyusunan Tugas Akhir saya ini.

Akhir kata penulis mengucapkan terima kasih dan rasa hormat yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian Tugas Akhir ini. Semoga Tugas Akhir ini bisa memberikan manfaat bagi kita semua terutama bagi saya dan juga bagi teman-teman mahasiswa Teknik Mesin khususnya. Amin.

Wassalamu'Alaikum Wr. Wb

Medan, Oktober 2017

Penulis

Rizky Maulana Siregar
1307230268

DAFTAR ISI

| | |
|---|-------------|
| LEMBAR PENGESAHAN 1 | |
| LEMBAR PENGESAHAN II | |
| LEMBAR SPESIFIKASI TUGAS SARJANA | |
| ABSTRAK | i |
| KATA PENGANTAR | ii |
| DAFTAR ISI | iv |
| DAFTAR GAMBAR | vi |
| DAFTAR TABEL | vii |
| DAFTAR NOTASI | viii |
| | |
| BAB 1. PENDAHULUAN | |
| 1.1 Latar Belakang Masalah | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah | 2 |
| 1.3 Batasan Masalah | 2 |
| 1.4 Tujuan | 3 |
| 1.4.1 Tujuan Umum | 3 |
| 1.4.2 Tujuan Khusus | 3 |
| 1.5 Manfaat | 3 |
| 1.6 Sistematika Penulisan | 3 |
| | |
| BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA | |
| 2.1 Teori Dasar | 6 |
| 2.1.1 Proses Pembakaran | 9 |
| 2.1.2 Penyebab Terjadinya Gas Buang | 11 |
| 2.1.3 Dampak Gas Buang Kendaraan Bermotor | 12 |
| 2.1.4 Alat Uji Emisi | 13 |
| 2.1.5 Gas Analyzer | 13 |
| 2.1.6 Diagnostic Tools | 15 |
| 2.1.7 Standar Ambang Batas Emisi di Indonesia | 15 |
| 2.2 Bahan Bakar | 16 |
| 2.2.1 Pertamax | 16 |
| 2.3 Campuran Bahan Bakar dan Udara | 22 |
| 2.3.1 Campuran Ideal | 25 |
| 2.3.2 Campuran Miskin | 25 |
| 2.3.3 Campuran Kaya | 26 |
| | |
| BAB 3. METODE PENELITIAN | |
| 3.1 Tempat Dan Waktu | 27 |
| 3.1.1 Tempat | 27 |
| 3.1.2 Waktu | 27 |
| 3.2 Bahan dan Alat | 27 |
| 3.2.1 Bahan | 27 |
| 3.2.2 Alat | 30 |
| 3.3 Diagram Alir | 33 |

| | | |
|-----|---------------------------|----|
| 3.4 | Langkah-langkah Pengujian | 34 |
| 3.5 | Penjelasan Perhitungan | 36 |

BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

| | | |
|-----|------------------|----|
| 4.1 | Hasil Pengujian | 37 |
| 4.2 | Perhitungan Data | 47 |

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

| | | |
|-----|------------|----|
| 5.1 | Kesimpulan | 61 |
| 5.2 | Saran | 61 |

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

| | | |
|------------|---|----|
| Gambar 2.1 | Grafik Emisi Dengan AFR | 24 |
| Gambar 3.1 | Sepeda Motor | 29 |
| Gambar 3.2 | Pertamax | 29 |
| Gambar 3.3 | Diagnostic tool | 30 |
| Gambar 3.4 | Stopwatch | 30 |
| Gambar 3.5 | Gas analyzer | 31 |
| Gambar 3.6 | Probe | 32 |
| Gambar 3.7 | Diagram Alir | 33 |
| Gambar 4.1 | Grafik emisi hasil pengujian pada putaran 1000 rpm | 37 |
| Gambar 4.2 | Grafik emisi hasil pengujian pada putaran 1500 rpm | 39 |
| Gambar 4.3 | Grafik emisi hasil pengujian pada putaran 2000 rpm | 40 |
| Gambar 4.4 | Grafik emisi hasil pengujian pada putaran 2500 rpm | 42 |
| Gambar 4.5 | Grafik emisi hasil pengujian pada putaran 3000 rpm | 43 |
| Gambar 4.6 | Grafik perbandingan nilai zat emisi setiap putaran rpm pada AFR standar | 45 |
| Gambar 4.7 | Grafik perbandingan nilai zat emisi setiap putaran rpm pada AFR kaya | 46 |
| Gambar 4.8 | Grafik perbandingan nilai zat emisi setiap putaran rpm pada AFR miskin | 47 |

DAFTAR TABEL

| | | |
|-----------|---|----|
| Tabel 2.1 | Ambang Batas Emisi Kendaraan Bermotor Tipe L | 16 |
| Tabel 2.2 | Spesifikasi Pertamina | 18 |
| Tabel 3.1 | Spesifikasi Gas Analyzer | 31 |
| Tabel 4.1 | Data hasil pengujian emisi gas buang pada putaran 1000 rpm | 37 |
| Tabel 4.2 | Data hasil pengujian emisi gas buang pada putaran 1500 rpm | 38 |
| Tabel 4.3 | Data hasil pengujian emisi gas buang pada putaran 2000 rpm | 40 |
| Tabel 4.4 | Data hasil pengujian emisi gas buang pada putaran 2500 rpm | 41 |
| Tabel 4.5 | Data hasil pengujian emisi gas buang pada putaran 3000 rpm | 43 |
| Tabel 4.6 | Hasil Zat emisi sepeda motor 150cc pada AFR standar berdasarkan rpm | 44 |
| Tabel 4.7 | Hasil Zat emisi sepeda motor 150cc pada AFR kaya berdasarkan rpm | 45 |
| Tabel 4.8 | Hasil Zat emisi sepeda motor 150cc pada AFR miskin berdasarkan rpm | 46 |

DAFTAR NOTASI

| NO | SIMBOL | BESARAN |
|-----------|-----------------|------------------|
| 1. | C | Carbon |
| 2. | CO | Carbon Monoksida |
| 3. | CO ₂ | Carbon Dioksida |
| 4. | H | Hydrogen |
| 5. | HC | Hidrocarbon |
| 6. | O ₂ | Oksigen |
| 7. | N ₂ | Nitrogen |
| 8. | Λ | Lambda |

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Bahan bakar yang dijual di pasaran merupakan campuran sejumlah produk yang dihasilkan dari berbagai proses. Salah satu sifat yang harus dimiliki dari bahan bakar adalah *Octane Number*. Pertamax memiliki angka oktan 92, pertamax dihasilkan dengan penambahan zat aditif dalam proses pengolahannya di kilang minyak. Pertamax ditujukan untuk kendaraan yang mensyaratkan penggunaan bahan bakar beroktan tinggi tanpa timbal (unleaded). Pertamax juga direkomendasikan untuk kendaraan yang diproduksi di atas tahun 1990, terutama yang telah menggunakan teknologi setara dengan electronic fuel injection (EFI) dan xatalytic converters (pengubah katalitik). Pertamax pertama kali diluncurkan pada tahun 1999 sebagai pengganti Premix 98. Sejumlah kendaraan bermotor banyak menggunakan pertamax sebagai bahan bakar karena keunggulan yang ada pada bahan bakar pertamax, salah satunya adalah meminimalisir kadar gas buang.

Kendaraan bermotor telah lama menjadi salah satu sumber pencemar udara di banyak kota besar di dunia, gas-gas beracun dari jutaan kendaraan bermotor setiap harinya menimbulkan masalah serius di banyak Negara. Indonesia merupakan salah satu negara dengan tingkat polusi udara tertinggi.

Kontribusi emisi gas buang kendaraan bermotor sebagai sumber polusi udara terbesar mencapai 60% - 70% dibanding dengan industri yang hanya berkisar antara 10% - 15%, sedangkan sisanya berasal dari rumah tangga,

pembakaran sampah, kebakaran hutan atau ladang. Gas buang kendaraan bermotor mengandung zat-zat yang berbahaya antara lain karbon monoksida (CO), hidrokarbon (HC), nitrogen oksida (NO_x).

Berdasarkan uraian diatas, peneliti ingin mengajukan penelitian dengan judul “Analisa Gas Buang Kendaraan Bermotor Berbahan Bakar Pertamina Dengan Variasi Campuran Bahan Bakar Dan Udara”

1.2. Rumusan Masalah

Dengan melakukan pengujian analisa emisi gas buang kendaraan bermotor menggunakan bahan bakar pertamax dengan variasi campuran bahan bakar udara dapat dikemukakan rumusan masalah sebagai berikut :

1. Mengetahui hasil emisi gas buang kendaraan bermotor berbahan bakar pertamax
2. Bagaimana hasil pengaruh gas buang dengan variasi campuran bahan bakar dengan udara.

1.3. Batasan Masalah

Untuk menghindari meluasnya masalah yang akan di uji, maka penulis akan membahas masalah yang berkaitan dengan pengujian, antara lain :

1. Pengujian hanya dilakukan untuk mencari hasil dari analisa gas buang kendaraan bermotor 150cc berbahan bakar pertamax dengan variasi campuran bahan bakar kaya, miskin, standar dan udara dengan tingkatan rpm 1000, 1500, 2000, 2500, dan 3000.

1.4. Tujuan

1.4.1. Tujuan Umum

Secara umum tujuan dari penelitian yang saya lakukan adalah menganalisa emisi gas buang dengan variasi campuran bahan bakar dan udara pada sepeda motor berbahan bakar pertamax.

1.4.2. Tujuan Khusus

Adapun tujuan khusus pada penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui kadar emisi gas buang yang dihasilkan pada bahan bakar pertamax.
2. Untuk mengetahui kadar emisi gas buang yang dihasilkan pada saat variasi campuran bahan bakar dan udara.

1.5. Manfaat

Adapun manfaat yang diperoleh dari penelitian emisi gas buang ini adalah:

1. Menambah pengetahuan dan wawasan tentang emisi gas buang.
2. Untuk mengetahui emisi gas buang yang terjadi pada motor bakar berbahan bakar pertamax.

1.6. Sistematika penulisan

Untuk mencapai tujuan penelitian ini dilakukan beberapa tahapan yang dianggap perlu. Metode dan prosedur pelaksanaannya secara garis besar adalah sebagai berikut:

BAB 1 : PENDAHULUAN

Bab ini berisikan tentang latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, manfaat, dan sistematika penulisan. Dalam bab ini diuraikan secara jelas latar belakang penulisan melakukan penelitian, serta maksud dan tujuan penelitian tersebut untuk dijadikan landasan dalam penulisan tugas akhir ini.

BAB 2 : TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini meliputi pengambilan teori-teori serta rumus-rumus dari beberapa sumber bacaan yang mendukung analisa permasalahan yang berkaitan dengan tugas akhir ini. Bab ini juga berisi teori-teori yang didapat dari sumber lainnya seperti internet yang berkaitan dengan permasalahan yang akan diteliti.

BAB 3 : METODE PENELITIAN

Bab ini akan membahas tentang langkah-langkah kerja yang akan dilakukan dan cara memperoleh data yang relevan dengan penelitian ini. Dalam bab ini juga diterangkan secara jelas pengambilan data, pengolahan data, dan analisa data.

Data yang dibutuhkan sebagai berikut:

1. Data primer, yaitu data-data yang berhubungan langsung dari penelitian yang dilakukan.
2. Data sekunder, yaitu data-data yang bersumber dari instansi yang terkait, dan teori-teori yang di peroleh dari buku-buku literature, internet dan sumber lainnya.

BAB 4 : ANALISA DATA EMISI GAS BUANG

Bab ini merupakan sajian data penerapann teknis analisa yang sesuai dengan objek studi. Kemudian data-data tersebut dibahas dan dianalisa guna mencapai tujuan dan sarana studi yang dimaksud.

BAB 5 : KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisikan kesimpulan logis berdasarkan analisa data dan bukti yang disajikan sebelumnya, yang menjadi dasar untuk menyusun suatu saran sebagai suatu usulan.

Daftar Pustaka

Bagian ini berisikan tentang sumber atau buku yang penulis baca yang membahas dalam Tugas Akhir ini.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Teori Dasar

Menurut Gorys Keraf, analisa adalah sebuah proses untuk memecahkan sesuatu ke dalam bagian-bagian yang saling berkaitan satu sama lainnya. Bentuk dari kegiatan analisa salah satunya adalah merangkum data mentah menjadi sebuah informasi. Analisa juga bisa diartikan sebagai suatu penyelidikan pada suatu peristiwa dengan tujuan untuk mengetahui keadaan yang sebenarnya.

Gas buang adalah sisa hasil pembakaran yang dihasilkan oleh pembakaran di dalam mesin kendaraan bermotor. Setelah campuran bahan bakar dengan udara yang berada di dalam silinder di bakar dengan nyala api dari busi dan telah menghasilkan tenaga, maka gas tersebut harus dikeluarkan dari dalam silinder untuk dibuang. Untuk membuang gas bekas pembakaran ini tidak sekedar dibuang saja ke udara luar tanpa memperhatikan keamanan dan kenyamanan manusia. Artinya pembuangan gas bekas ini harus tidak merugikan baik pengendara motor itu sendiri maupun orang lain. Kerugian dari pengendara itu sendiri misalnya karena pembuangan gas bekas yang asal buang saja, mungkin tenaga yang dihasilkan motor akan menurun sedangkan kerugian yang berhubungan dengan orang lain ialah timbulnya suara yang bising maupun timbulnya polusi udara yang dapat meracuni orang.

Analisa gas buang merupakan penelitian yang bertujuan untuk mendapatkan hasil dari pembuangan yang di hasilkan dari sisa pembakaran pada

sepeda motor menggunakan alat gas analyzer yang dapat mengetahui kandungan-kandungan yang terdapat pada gas buang.

Adapun karakteristik dari emisi gas buang adalah :

1. HC atau Hidrokarbon

Hidrokarbon (HC) merupakan unsur senyawa bahan bakar. HC yang ada pada gas buang adalah dari senyawa bahan bakar yang tidak terbakar habis dalam proses pembakaran motor, HC diukur dalam satuan ppm (part permillion) (Robert, 1993. Weller, 1989. Spuller, 1987.). Dengan standart gas limit adalah 800 ppm. HC merupakan ikatan hidrogen berupa senyawa hidrat arang yang dihasilkan akibat proses pembakaran yang tidak sempurna dan sisa pembakaran yang tidak terbang. Selain itu, akibat proses pembakaran pada HC yang tidak sempurna, akan menghasilkan gas buang yang berbahaya. HC ini hanya akan bereaksi dengan oksigen pada pembakaran sempurna dan akan menghasilkan gas buang yang berbahaya.

2. CO atau Carbon Monoksida

Merupakan senyawa gas beracun yang terbentuk akibat pembakaran yang tidak sempurna dalam proses kerja motor, CO diukur dalam satuan % volume (Spuller, 1987. Weller, 1989. Robert, 1993, Anonymoys, 1994). Standart gas limit CO adalah 4,50%. Gas CO ini timbul akibat berkurangnya campuran udara dalam proses pembakaran pada HC yang tidak sempurna. Emisi CO pada kendaraan dapat dikurangi dengan mengubah ke CO₂ dengan bantuan sedikit tambahan oksigen dan panas pada mesin. Biasanya gas CO berupa asap hitam yang dikeluarkan melalui knalpot kendaraan.

3. NO_x

Unsur dari Nitrogen Oksida (NO) dan Nitrogen Dioksida (NO₂) tetapi sering dinyatakan dalam NO_x saja. NO_x juga merupakan senyawa gas beracun yang ditimbulkan dari proses pembakaran yang tidak sempurna. Senyawa ini dihasilkan karena tingginya konsentrasi oksigen dan suhu diruang bakar. Nitrogen adalah gas inert yang amat stabil yang tidak akan berikatan dengan unsur lain. Tetapi, dalam kondisi suhu tinggi dan tekanan tinggi dalam ruang bakar, nitrogen akan memecah ikatannya dan berikatan dengan oksigen. Emisi senyawa NO_x ini sangat tidak stabil dan bila terlepas ke udara bebas, akan berikatan dengan oksigen dan membentuk NO₂, senyawa inilah yang sangat berbahaya karena beracun dan bila terkena air akan membentuk senyawa nitrat.

4. Pb atau Timah Hitam

Adalah senyawa beracun yang terkandung dalam bahan bakar bensin dengan tujuan untuk menaikkan angka Oktan bensin sehingga pada waktu pembakaran dalam proses kerja motor tidak mudah terjadi Detonasi atau Knocking.

5. CO₂ atau Carbon Dioksida

Senyawa yang tidak beracun hasil pembakaran motor, tetapi efek dari CO₂ ini adalah membawa dampak terhadap efek rumah kaca/ pemanasan global. Standart gas limit CO₂ adalah 0,00%. Konsentrasi CO₂ semakin tinggi maka akan semakin baik, hal ini menunjukkan secara langsung status proses pembakaran.

2.1.1. Proses Pembakaran

Proses pembakaran merupakan reaksi kimia yang berlangsung sangat cepat antara bahan bakar dengan oksigen yang menimbulkan panas sehingga mengakibatkan tekanan dan temperatur gas yang tinggi. Oksigen untuk keperluan pembakaran di peroleh oleh udara yang merupakan campuran antara oksigen dan nitrogen serta beberapa gas lain dengan persentase yang relatif kecil dan dapat diabaikan.

Terdapat dua macam fenomena pembakaran yaitu :

1. Pembakaran normal

Pembakaran ini terjadi apabila penyalaan campuran udara dan bahan bakar semata-mata diakibatkan oleh percikan bunga api yang berasal dari busi. Adapun nyala api akan menyebar secara merata dalam ruang bakar dengan kecepatan normal sehingga campuran udara dan bahan bakar terbakar pada suatu periode yang sama (ref:*heywood,hal375*).

2. Pembakaran abnormal

Terjadi sebagian campuran bahan bakar mengalami penyalaan sendiri yang biasanya tidak disebabkan oleh percikan bunga api dari busi. Hal ini di karenakan temperatur campuran bahan bakar udara terlalu tinggi yang salah satunya disebabkan hasil dari langkah kompresi hingga mencapai titik nyalanya sehingga menyebabkan campuran tersebut akan menyala dengan sendirinya. Ataupun titik panas pada permukaan ruang bakar yang menimbulkan percikan api dengan sendirinya baik sebelum ataupun sesudah penyalaan.

Campuran bahan bakar dan udara di dalam silinder mula-mula terbakar ketika busi mengeluarkan api listrik, yaitu pada saat beberapa derajat engkol

sebelum torak mencapai TMA. Kemudian nyala api merambat ke segala arah dengan kecepatan yang sangat tinggi (25-50 m/det), sementara itu campuran dibagian yang terjauh dari busi masih menunggu giliran untuk terbakar. Akan tetapi ada kemungkinan bagian campuran tersebut terakhir, karena terdesak oleh penekanan torak maupun oleh gerakan nyala api pembakaran yang merambat dengan cepat itu temperaturnya dapat melampaui temperatur penyalaan sendiri sehingga akan terbakar dengan cepat (meledak). Proses terbakar sendiri dari bagian campuran yang terakhir (terjauh dari busi).

Hasil yang di dapat dari reaksi pembakaran dapat di bedakan menjadi beberapa jenis berdasarkan jenis pembakaran nya, yaitu :

1. Pembakaran Sempurna

Setiap pembakaran sempurna pasti akan menghasilkan karbondioksida dan H₂O. Reaksi pembakaran sempurna ini hanya dapat berlangsung jika campuran udara dan bahan bakar sesuai dengan kebutuhan dan campuran stokiometris (nilai stokiometris 14,7) dan cukup waktu untuk pembakaran campuran bahan bakar dan udara.

2. Pembakaran Tidak Sempurna

Pembakaran tidak sempurna terjadi apabila kebutuhan oksigen untuk pembakaran tidak cukup ($AFR = \text{udara} < 14,7$). Yang dihasilkan dari proses pembakaran ini adalah hidrokarbon yang tidak terbakar dan apabila sebagian dari hidrokarbon yang tidak terbakar maka karbon monoksida akan menjadi polusi dalam gas buang.

3. Pembakaran Dengan Udara Berlebih

Pada kondisi temperatur yang tinggi, nitrogen dan oksigen yang terdapat dalam udara pembakaran akan bereaksi dan akan membentuk oksida nitrogen (NO dan NO₂) > 14,7.

2.1.2. Penyebab Terjadinya Gas Buang

Penyebab terjadinya gas buang ialah karena pembakaran yang terjadi pada ruang bakar tidak sempurna. Berikut ini adalah penyebab dan ciri-ciri pembakaran yang tidak sempurna :

1. Gas buang berwarna hitam

Bahan bakar yang tidak terbakar secara sempurna berubah menjadi carbon dan bercampur dengan gas buang sehingga gas buang menjadi hitam. Umumnya kehitaman gas buang meningkat secara dengan meningkatnya beban mesin kendaraan. Penyebab gas buang berwarna hitam adalah :

- Efisiensi hisapan udara rendah
- Kebocoran udara
- Penyemprotan bahan bakar yang kurang baik

2. Gas buang berwarna kebiru-biruan

Dalam kondisi normal sejumlah oli ikut terbakar dengan bahan bakar terutama yang membentuk lapisan film pada dinding linner.

3. Gas buang berwarna putih

Biasanya sering terjadi pada dinding linner yang retak sehingga air masuk keruang bakar, jika ini terjadi maka gas buang akan berwarna putih tebal dan tidak pedih dimata.

2.1.3. Dampak Gas Buang Kendaraan Bermotor

Dampak gas buang kendaraan bermotor secara sederhana bisa diartikan sebagai pengaruh atau akibat. Terdapat beberapa golongan dampak bahan pencemar yang terkandung di dalam gas buang kendaraan bermotor berdasarkan sifat kimia dan perilaku lingkungan (Tugaswati 2009) sebagai berikut :

1. Bahan-bahan pencemar yang terutama mengganggu saluran pernafasan. Yang termasuk dalam golongan ini adalah oksida sulfur, partikulat, oksida nitrogen, ozon dan oksida lainnya.
2. Bahan bahan pencemar yang menimbulkan pengaruh racun sistemik, seperti hidrokarbon monoksida dan timbel/timah hitam.
3. Bahan-bahan pencemar yang di curigai menimbulkan kanker seperti hidrokarbon.

Dari senyawa yang berada dalam gas buang mempunyai dampak bagi kesehatan (Anonim 2011) sebagai berikut :

1. CO (karbon monoksida) dapat mengurangi jumlah oksigen dalam darah sehingga bisa mengganggu cara berfikir, penurunan refleks dan gangguan jantung, dan akan mengakibatkan kematian apabila terhirup terlalu banyak.
2. HC (hidrokarbon) dapat mengakibatkan iritasi pada mata, batuk, bercak kulit dan perubahan kode genetik.
3. PM 10 (partikulat) jika masuk dalam pernafasan sampai ke bagian paru-paru terdalam sehingga menimbulkan infeksi saluran pernafasan atas, jantung, bronchiti, asma.
4. 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.

5. Sox (oksida belerang) dapat menimbulkan efek iritasi pada saluran nafas, sehingga menimbulkan batuk sampai sesak nafas, meningkatkan kasus asma.

6. Nox (oksida nitrogen) bisa menimbulkan gangguan jaringan paru-paru seperti melemahkan sistem pertahanan paru, asma, infeksi saluran nafas.

2.1.4. Alat Uji Emisi

Menurut kementerian lingkungan hidup (dalam warju, 2009:124) persyaratan alat uji emisi kendaraan berbahan bakar bensin adalah sebagai berikut:

1. Alat uji harus memenuhi standart ISO 3930/OIML R-99 tentang standart alat uji emisi kendaraan bermotor
2. Alat uji harus mampu mengukur konsentrasi CO, CO₂, HC, O₂ dan lamda (λ) pada putaran stasioner (*idle*)
3. Pastikan alat uji emisi memiliki sertifikat kalibrasi yang masih berlaku.
4. Peralatan uji harus mendapatkan perawatan rutin 6 bulan sekali.

2.1.5. Gas Analyzer

Gas analyzer adalah Alat Uji Emisi Kendaraan Bensin dan Solar yang dapat mengukur kadar polusi kendaraan berbahan bakar Bensin, LPG/CNG yang dikeluarkan dari kenalpot hasil pembakaran mesin.

Fungsi Alat Uji Emisi

1. Untuk mengetahui efektivitas proses pembakaran bahan bakar pada mesin dengan cara menganalisis kandungan karbon monoksida (CO) dan hidrokarbon (HC) yang terkandung di dalam gas buang.

2. Untuk membantu saat melakukan penyetelan campuran udara dan bahan bakar dengan tepat.

3. Agar mengetahui kepastian mengenai kinerja mesin kendaraan yang digunakan apakah dalam kondisi prima dan dapat diandalkan. Selain itu, uji emisi bisa mengirit bahan bakar, namun tenaga tetap optimal serta bisa menciptakan lingkungan sehat dengan udara yang bersih.

4. Untuk mengetahui adanya kerusakan pada bagian-bagian mesin kendaraan.

5. Kerusakan kendaraan bisa terdeteksi dari hasil uji emisi, dengan cara melihat tingginya kandungan hidrokarbon (HC). Hal itu terjadi bisa karena berbagai faktor, seperti :

- Kebocoran pada sistem vakum
- Sistem pengapian yang tidak bekerja dengan baik
- Kerusakan pada *engine control unit*
- Kerusakan pada oksigen sensor
- Gangguan pada sistem pasokan udara
- Adanya kerusakan pada *catalytic converter*
- Kerusakan mekanis pada bagian dalam mesin seperti klep, mesin, ring, atau silinder.

6. Untuk mengetahui tingginya kandungan Karbon Monoksida (CO) mampu mendeteksi kerusakan kendaraan. Hal itu juga terjadi karena berbagai faktor,

- Bisa karena karburator tidak bekerja dengan baik
- Filter udara kotor
- Kerusakan pada sistem *choke* karburator
- Kerusakan pada sistem *Thermostatic Air Cleaner*

7. Pada prinsipnya, setiap pembakaran kendaraan akan menghasilkan CO₂ (sebagai sampah) dan O₂ terpakai (sebagai pembakar). Dalam pembakaran yang sempurna, CO₂ harus tinggi dan O₂ rendah

2.1.6 Diagnostic Tools

Scanner Motor yang berfungsi untuk mendeteksi kerusakan pada system injeksi sepeda motor. Selain itu alat ini juga berfungsi untuk mencoba sensor sensor pada motor, apakah masih normal atau sudah ada tanda-tanda abnormal. Alat ini juga dapat digunakan untuk mengatur CO, irit atau borosnya bahan bakar yang di konsumsi.

2.1.7. Standar Ambang Batas Emisi di Indonesia

Sesuai dengan peraturan menteri negara lingkungan hidup nomor 05 Tahun 2006 tentang ambang batas emisi gas buang kendaraan bermotor lama, batas maksimum emisi gas buang berbahaya dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 2.1 Ambang Batas Emisi Kendaraan Bermotor Tipe L

| Kategori | Tahun Pembuatan | Parameter | | Metode Uji |
|--|--------------------|------------|----------|---------------|
| | | CO (% Vol) | HC (ppm) | |
| Sepeda motor 2 langkah | < 2010 | 4.5 | 12000 | Idle |
| Sepeda motor 4 langkah | < 2010 | 5.5 | 2400 | Idle |
| Sepeda motor (2 langkah dan 4 langkah) | ≥ 2010 | 4.5 | 2000 | Idle |

Sumber : kemen LH No.05 tahun 2006

2.2. Bahan Bakar

Bahan bakar merupakan suatu materi yang bisa diubah menjadi energy. Biasanya bahan bakar mengandung energy panas yang dapat dilepaskan.

Menurut supraptono, bahan bakar adalah bahan – bahan yang digunakan dalam proses pembakaran. Tanpa adanya bahan bakar proses pembakaran tidak mungkin berlangsung. Menurut asalnya bahan bakar dibagi menjadi tiga golongan, yaitu bahan bakar nabati, bahan bakar mineral dan bahan bakar fosil. Sedangkan ditinjau menurut bentuknya bahan bakar dibagi menjadi tiga jenis yaitu, bahan bakar berbentuk padat, cair dan gas.

Menurut Arismunandar dalam pratama (2010:8), nilai oktan suatu bahan bakar merupakan suatu bilangan yang menyatakan persen volume iso - oktana dan heptana normal yang mempunyai kecenderungan berdetonasi sama dengan bahan bakar tersebut.

2.2.1. Pertamax

Pertamax (RON 92), Pertamax ditujukan untuk kendaraan yang mensyaratkan penggunaan bahan bakar beroktan tinggi tanpa timbel (unleaded).

Pertamax juga direkomendasikan untuk kendaraan yang diproduksi diatas

tahun 1990, terutama yang telah menggunakan teknologi setara dengan electronic fuel injection dan xatalytic converters. Pertamina, seperti halnya Premium, adalah produk BBM dari pengolahan minyak bumi. Pertamina dihasilkan dengan penambahan zat aditif dalam proses pengolahannya di kilang minyak. Pertamina pertama kali diluncurkan pada tahun 1999 sebagai pengganti *Premix 98* karena ada unsur yang berbahaya bagi lingkungan. Selain itu, Pertamina memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan Premium. Pertamina di rekomendasikan untuk kendaraan yang diproduksi setelah tahun 1990, terutama yang telah menggunakan teknologi setara dengan *Electronic Fuel Injection (EFI)* dan *catalytic converters* (pengubah katalitik).

Pertamax Plus (RON 95), jenis BBM ini mempunyai nilai oktan tinggi (95). Pertamina dan Pertamina Plus dipasarkan sejak 10 Desember 2002. Pertamina Plus ditujukan untuk kendaraan berteknologi mutakhir yang mensyaratkan penggunaan bahan bakar beroktan tinggi dan ramah lingkungan. Pertamina Plus sangat direkomendasikan untuk kendaraan yang memiliki kompresi ratio lebih besar dari 10,5 dan menggunakan teknologi electronic fuel injection (EFI), variable valve timing (VVT-I pada Toyota, VVT pada Suzuki, VTEC pada Honda dan VANOS/Valvetronic pada BMW), turbochargers, serta catalic converters. (Mahdiansah, 2010).

Spesifikasi *Pertamax* sebagai berikut :

Tabel 2.2 Spesifikasi *Pertamax*

| Pertamax | | | | |
|-------------|---|-------------------|-----------------|---------------------|
| No | Karakteristik | Satuan | Batasan | |
| | | | Min | Max |
| 1 | Angka Oktan Riset (RON) | RON | 92,0 | - |
| 2 | Stabilitas Oksidasi | Menit | 480 | - |
| 3 | Kandungan Belerang | % m/m | - | 0,05 ¹⁾ |
| 4 | Kandungan Timbal (Pb) | gr/l | - | 0,013 ²⁾ |
| 5 | Kandungan Logam (mangan (Mn), Besi (Fe)) | mg/l | - | - |
| 6 | Kandungan Silikon | mg/kg | - | - |
| 7 | Kandungan Oksigen | % m/m | - | 2,7 ³⁾ |
| 8 | Kandungan Olefin | % v/v | - | *) |
| 9 | Kandungan Aromatic | % v/v | - | 50,0 |
| 10 | Kandungan Benzena | % v/v | - | 5,0 |
| Distilasi : | | | | |
| 11 | 10% vol. penguapan | °C | - | 70 |
| | 50% vol. penguapan | °C | - | 110 |
| | 90% vol. penguapan | °C | - | 180 |
| | 90% vol. penguapan Titik didih akhir Residu | °C | - | 215 |
| | | % vol | - | 2,0 |
| 12 | Sedimen | mg/l | | 1 |
| 13 | Unwashed gum | mg/100 ml | | 70 |
| 14 | Washed gum | mg/100 ml | - | 5 |
| 15 | Tekanan Uap | kPa | 45 | 60 |
| 16 | Berat jenis(pada suhu 15 °C) | kg/m ³ | 715 | 770 |
| 17 | Korosi bilah Tembaga | Menit | Kelas 1 | |
| 18 | Sulfur Mercaptan | % massa | - | 0,002 |
| 19 | Penampilan Visual | | Jernih & Terang | |
| 20 | Warna | | Biru | |
| 21 | Kandungan Pewarna | gr/100 l | - | 0,13 |

Sumber : PT. Pertamina, 2007

Keunggulan Pertamax :

1. Pembakaran Yang Lebih Baik

Salah satu keunggulan dari bahan bakar jenis Pertamax ini adalah lebih sempurna dalam proses pembakaran yang terjadi pada mesin motor. Dengan sifatnya yang lebih sulit terbakar dibandingkan premium, Pertamax mampu membuat proses pembakaran yang terjadi di dalam ruang bakar menjadi lebih efisien. Dengan efisiensi ini, maka proses pembakaran yang terjadi pun akan menjadi lebih baik.

2. Emisi Gas Buang yang Baik

Penggunaan bahan bakar jenis pertamax terbukti menghasilkan emisi gas buang yang lebih baik. Emisi gas buang yang lebih baik ini, alias renda ini bisa diperoleh berkat penyempurnaan proses pembakaran yang terjadi. Sifat bahan bakar Pertamax yang lebih sulit untuk terbakar membuat penggunaannya di dalam ruang bakar menjadi lebih efisien, hingga berdampak pada emisi gas buang yang lebih rendah.

3. Ramah Lingkungan

Dengan pembakaran yang lebih efisien dan sempurna, serta rendahnya emisi gas buang yang dihasilkan oleh bahan bakar jenis Pertamax ini, maka otomatis bahan bakar ini masuk ke dalam kategori bahan bakar yang Eco Friendly atau ramah lingkungan. Terlepas dari kondisi mesin motor, Pertamax mampu membuat terobosan baru dalam penggunaan bahan bakar minyak yang berkualitas dan ramah terhadap lingkungan.

4. Bebas Timbal

Eco friendly atau bahan bakar yang ramah lingkungan semakin melekat pada bahan bakar pertamax ini. Dengan tidak adanya kandungan timbal dan logam lain, membuat Pertamax menjadi bahan bakar yang benar – benar ramah terhadap lingkungan. Selain itu Pertamax ini juga membuat ruang bakar, klep, busi, serta piston dari motor terhindar dari deposit atau pengendapan yang diakibatkan oleh timbal, sehingga bisa dibilang bahan bakar Pertamax bisa membuat mesin menjadi lebih bersih.

5. Penambahan zat Aditif

Dalam meningkatkan RON atau *Research Octane Number* menjadi 92, Pertamax menggunakan tambahan zat – zat aditif yang berguna selain untuk menambah nilai RON, juga dapat menambah performa dari mesin motor. Zat – zat aditif ini ditambahkan sesuai dengan hasil riset dari Pertamina, dan tentunya memiliki kualitas bahan bakar yang tidak diragukan lagi.

6. Kualitas yang baik

Dengan tidak mengandung kadar timbal, serta logam – logam lain dalam Pertamax, membuat bahan bakar ini memiliki kualitas yang tinggi. Selain itu, seperti yang sudah disebutkan penambahan zat – zat aditif dalam mendongkrak nilai RON hingga menjadi 92 juga menambah kualitas dari bahan bakar produksi Pertamina ini.

7. Lebih Irit

Untuk masalah keiritan, sudah banyak testimony dan pengakuan dari para konsumen bahan bakar Pertamax ini yang mengklaim bahwa motor mereka menjadi lebih irit dibandingkan menggunakan bahan bakar jenis Premium. Hal ini

disebabkan oleh sifat dari Pertamina yang sulit untuk terbakar, yang membuat proses pembakaran pada ruang pembakaran lebih sempurna sehingga mengurangi kemungkinan bahan bakar yang mudah habis terbakar sebelum kembali pada posisi TMA, yang berujung pada detonasi atau dikenal dengan istilah ngelitik.

8. Perawatan yang lebih mudah

Dengan berbagai keunggulannya tersebut, membuat bahan bakar Pertamina menjadi banyak pilihan di kalangan pengguna motor di Indonesia. Keunggulan lain dari bahan bakar Pertamina ini adalah membuat perawatan motor akan menjadi lebih mudah. Karena tidak mengandung timbal, serta proses pembakaran yang lebih sempurna akan membuat bagian dalam ruang pembakaran seperti head, klep, busi, serta piston memiliki kadar deposit atau kerak yang minim. Dan tidak perlu sering – sering untuk melakukan servis pada bagian hanya untuk membersihkan kerak – kerak atau deposit yang menempel.

9. Performa yang Lebih Baik dan Responsif

Dengan pembakaran yang lebih sempurna, penambahan zat aditif serta kualitas pada bahan bakar yang baik dan terjamin akan membuat motor memiliki performa yang lebih baik dan lebih responsive. Sehingga putaran gas pada motor akan terasa lebih enteng dan beban kerja mesin juga akan dirasakan menjadi lebih ringan. Selain itu, karena minimnya kandungan deposit dan kerak – kerak yang menempel pada ruang pembakaran juga akan menambah performa motor menjadi lebih baik dan lebih responsive.

10. Sangat Cocok Untuk Motor Injeksi

Saat ini, motor – motor baik bebek, matic, maupun sport sudah mengaplikasikan teknologi injeksi, yaitu bahan bakar yang proses pencampuran

dan proses pembakarannya menggunakan bantuan injector. Dengan menggunakan bahan bakar Pertamina maka bahan bakar ini akan menjaga bagian injector yang bertugas untuk menyemprotkan bahan bakar, yaitu nozzle menjadi tetap bersih dan tidak akan tersumbat.

11. Hemat Biaya

Penggunaan bahan bakar jenis Pertamina yang memiliki banyak keunggulan akan membantu pengendara dalam menghemat biaya, terutama biaya perawatan spare part pada mesin motor. Dengan kondisi ruang bakar yang lebih bersih serta injector yang juga bersih maka part – part tersebut dapat bertahan dalam jangka waktu yang lebih lama, terlepas dari bagaimana pengendara mengendarai motor, atau kualitas dari spare part yang tertanam pada motor. Apabila spare part tersebut bisa bertahan lebih lama, maka sudah pasti pengendara bisa menghemat biaya bongkar – bongkar mesin yang diakibatkan penggunaan bahan bakar yang salah.

2.3. Campuran Bahan Bakar dan Udara

Campuran yang dibutuhkan untuk membakar 14.7 kg udara membutuhkan 1 kg bahan bakar yang kemudian disebut perbandingan campuran udara dan bahan bakar stoikiometri 14.7 : 1 (Bosch 2001: 6).

Perbandingan antara campuran bahan bakar dengan udara sangat mempengaruhi emisi gas buang yang dihasilkan, untuk mengetahui kadar emisi gas buang alat uji emisi harus dilengkapi dengan pengukuran nilai λ (lambda) atau AFR (*air-fuel-ratio*) yang dapat mengindikasikan campuran tersebut. (Swisscontact, 1998). Lambda adalah suatu perbandingan antara

kebutuhan teoritis udara dan kondisi nyata dari suatu campuran bahan bakar dengan udara. (Warju, 2006)

Dikatakan pada teori *stoichimetric*, dimana membakar 1 gram bensin dengan sempurna dibutuhkan 14,7 gram udara. Dengan kata lain perbandingan campuran ideal adalah 14,7 : 1. Perbandingan ini disebut AFR atau λ . Secara sederhana untuk membandingkan antara teori dan kondisi nyata dituliskan sebagai berikut:

$$\lambda = \frac{\text{Jumlah udara sesungguhnya}}{\text{Teori Stoichiometri}} \quad (2.2)$$

Jika jumlah udara sesungguhnya 14,7 maka :

$$\lambda = \frac{14,7}{14,7 : 1}$$

$$\lambda = \frac{14,7}{14,7}$$

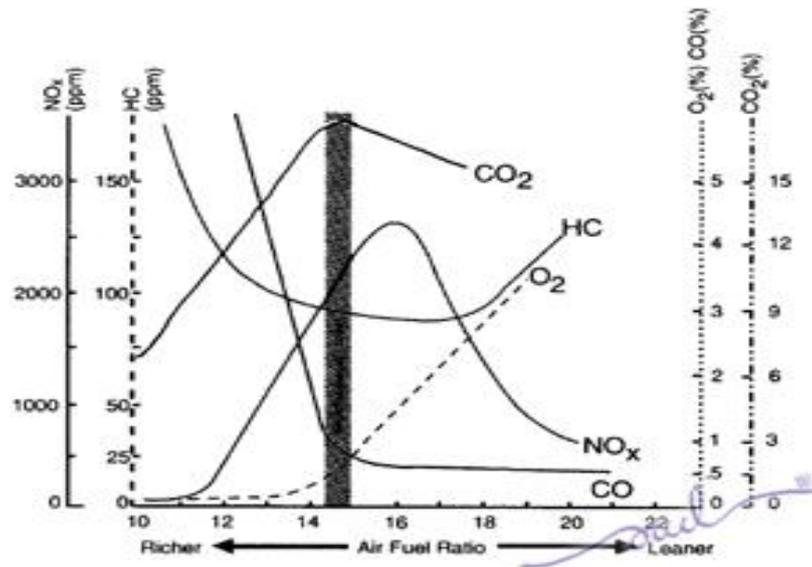
$$\lambda = 1$$

keterangan :

$\lambda = 1$ campuran ideal

$\lambda > 1$ campuran kurus atau miskin

$\lambda < 1$ campuran gemuk atau kaya



Gambar 2.1 grafik emisi dengan AFR

sumber : obert, Edward F (1973)

Hubungan antara AFR dengan gas buang diasumsikan mesin dalam kondisi normal dengan kecepatan konstan, pada kondisi AFR kurus dimana konsentrasi CO dan HC menurun pada saat NOx meningkat, sebaliknya AFR kaya NOx menurun tetapi CO dan HC meningkat. Hal ini berarti pada mesin bensin sangat sulit untuk mencari upaya penurunan emisi CO, HC dan NOx pada waktu bersamaan, apalagi dengan mengubah campurannya saja.

Pada dasarnya campuran bahan bakar dengan udara itu harus selalu mendekati 1 untuk menjaga dari emisi gas buang yang tinggi selain itu juga mudah untuk perawatan dan pemeliharaan mesinnya.

Untuk mengetahui apakah campuran bahan bakar dan udara yang masuk ke dalam ruang bakar mempunyai ratio yang tepat kita bisa melihat kondisi motor dibagian ruang bakar dan ferporma saat dinyalakan. Campuran yang tepat akan menghasilkan pembakaran yang sempurna.

2.3.1. Campuran Ideal

Campuran antara Bahan bakar dan udara yang sesuai dengan kebutuhan kinerja mesin atau bisa disebut juga sesuai dengan setandar pabrik.

Penyebab Campuran Ideal :

1. Campuran Bahan bakar dan udara yang pas sesuai dengan spesifikasi
2. Komponen karburator dalam keadaan bersih (tidak ada hambatan)

Akibat Campuran Ideal :

1. Bahan bakar jadi irit
2. Tenaga maksimal
3. Mesin mudah hidup
4. Gas buang tidak pedih atau berasap

2.3.2. Campuran Miskin

Campuran antara bahan bakar dan udara yang campurannya lebih banyak udaranya.

Penyebab Campuran Miskin :

1. Saluran Bahan bakar pada injektor kotor atau tersumbat
2. Kemungkinan pada saluran angin pada injektor terjadi kebocoran

Akibat Campuran Miskin :

1. Engine / mesin susah hidup
2. Tidak ada tenaga / tidak maksimal
3. Gas buang pada kenalpot bau dan terasa pedih jika kena mata

2.3.3. Campuran Kaya

Campuran antara bahan bakar dan udara yang campurannya lebih banyak bahan bakar.

Penyebab Campuran kaya :

1. Saluran masuk Bahan bakar pada injektor tidak tertutup rapat / terjadi kebocoran
2. Saluran Udara kotor atau tersumbat sehingga udara yang mengalir tidak maksimal

Akibat Campuran kaya :

1. Bensin Boros
2. Mesin brebet (tersendat - sendat)
3. Mesin susah hidup
4. Keluar asap hitam
5. Bensin banjir
6. Tenaga kurang
7. Busi basah

BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1. Tempat Dan Waktu

3.1.1. Tempat

Tempat pelaksanaan pengujian dilakukan di Laboratorium Fakultas Teknik Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

3.1.2. Waktu

Waktu untuk menguji emisi gas buang direncanakan saat Tugas Sarjana ini disetujui dan dimulai atas persetujuan yang diberikan oleh pembimbing, mulai dari bulan juni sampai bulan oktober 2017.

3.2. Bahan dan Alat

3.2.1. Bahan

1. Sepeda motor 150cc

Sepeda motor sebagai objek pengujian yang di lakukan untuk menganalisa emisi gas buang yang terjadi setelah proses pembakaran dengan variasi campuran bahan bakar dan udara dengan putaran motor rpm 1000, 1500, 2000, 2500, 3000.

Spefikasi sepeda motor 150cc sebagai berikut :

- P x L x T : 2.010 mm x 705 mm x 1.030 mm
- Jarak sumbu roda : 1.282 mm
- Jarak terendah ke tanah : 167 mm
- Tinggi tempat duduk : 790 mm

- Kapasitas tangki bensin : 12 L
- Tipe Rangka : Presses Backbone (Deltabox)
- Suspensi Depan : Teleskopik
- Suspensi Belakang : Lengan Ayun, Link Suspensi
Monocross
- Ban Depan : 2,75 - 17 41P
- Ban Belakang : 90/90 - 17M/C 49P
- Rem Belakang : Tromol
- Tipe mesin : 4 langkah, 4 Valve SOHC-
Fuel Injection, Berpendingin cairan
- Jumlah / posisi silinder : Cylinder Tunggal / Tegak
- Diameter x langkah : 57,0 x 58,7 mm
- Perbandingan kompresi : 10,4 : 1
- Daya maksimum : 11,1 kW / 8500 rpm
- Torsi maksimum : 13,1 Nm / 7500 rpm
- Sistem starter : Electric Starter dan Kick Starter
- Sistem pelumasan : Basah
- Kapasitas oli mesin : Total = 1,15 L / Penggantian
Berkala : 0,95 Liter
- Sistem bahan bakar : Throttle body AC 28-1
- Tipe kopling : Basah, kopling manual, multiplat
- Tipe transmisi : Return 5 kecepatan
- Pola pengoperasian transmisi : 1-N-2-3-4-5
- Sistem Pengapian : TCI (Digital)

- Battery : YT4V-GTZ4V
(MF Battery 12 V 3Ah)
- Tipe Busi : CR8E (NGK) / U24ESR-N
(DENSO)



Gambar 3.1 Sepeda Motor

2. Bahan Bakar Pertamina

Bahan bakar Pertamina sebagai bahan bakar yang dipakai pada sepeda motor saat pengujian di lakukan.



Gambar 3.2 Pertamina

3.2.2. Alat

Alat yang digunakan dalam pengujian emisi gas buang adalah sebagai berikut:

1. F1 diagnostic tool

F1 diagnostic tools adalah alat yang digunakan untuk menaikkan atau menurunkan CO (Bahan Bakar) pada kendaraan bermotor fuel injection.



Gambar 3.3 Diagnostic tool

2. Stopwatch

Sebagai alat untuk menghitung waktu pada saat melakukan pengujian seperti gambar di bawah ini :



Gambar 3.4 stopwatch

3. Gas analyzer

Gas analyzer berfungsi untuk menganalisa dan mengetahui tingkat konsentrasi dari nilai HC, CO, CO₂, dan O₂ yang mengikat berubah didalam gas.



Gambar 3.5 Gas Analyzer

Spesifikasi gas analyzer sebagai berikut :

Table 3.1 spesifikasi gas analyzer

| Parameters | Range | Resolution |
|------------------|--|------------|
| O ₂ | 0 - 25% | 0,01% |
| CO | 0 - 9,999% | 0,1% |
| CO ₂ | 0 - 20% | 0,01% |
| HC | 0 - 10,000 ppm | 1 ppm |
| Nox | 0 - 5000 ppm | 1 ppm |
| AFR | 0,0 - 99,0 | 0,01 |
| Measuring Item | CO, HC, CO ₂ , O ₂ , (air surplus rate), AFR, Nox | |
| Measuring Method | HC,CO, CO ₂ - NDIR(Non-dispersive infrared) O ₂ , NO _x -Electro Chemical | |
| Repeatability | Less than $\pm 2\%$ FS | |
| Response Time | Within 10 seconds (more than 90%), | |
| Warming up time | 2 - 8 minutes | |
| Flow rate | 4 - 6 L/min | |
| Power supply | 220V | |
| Printer tipe | Built-in thermal printer | |

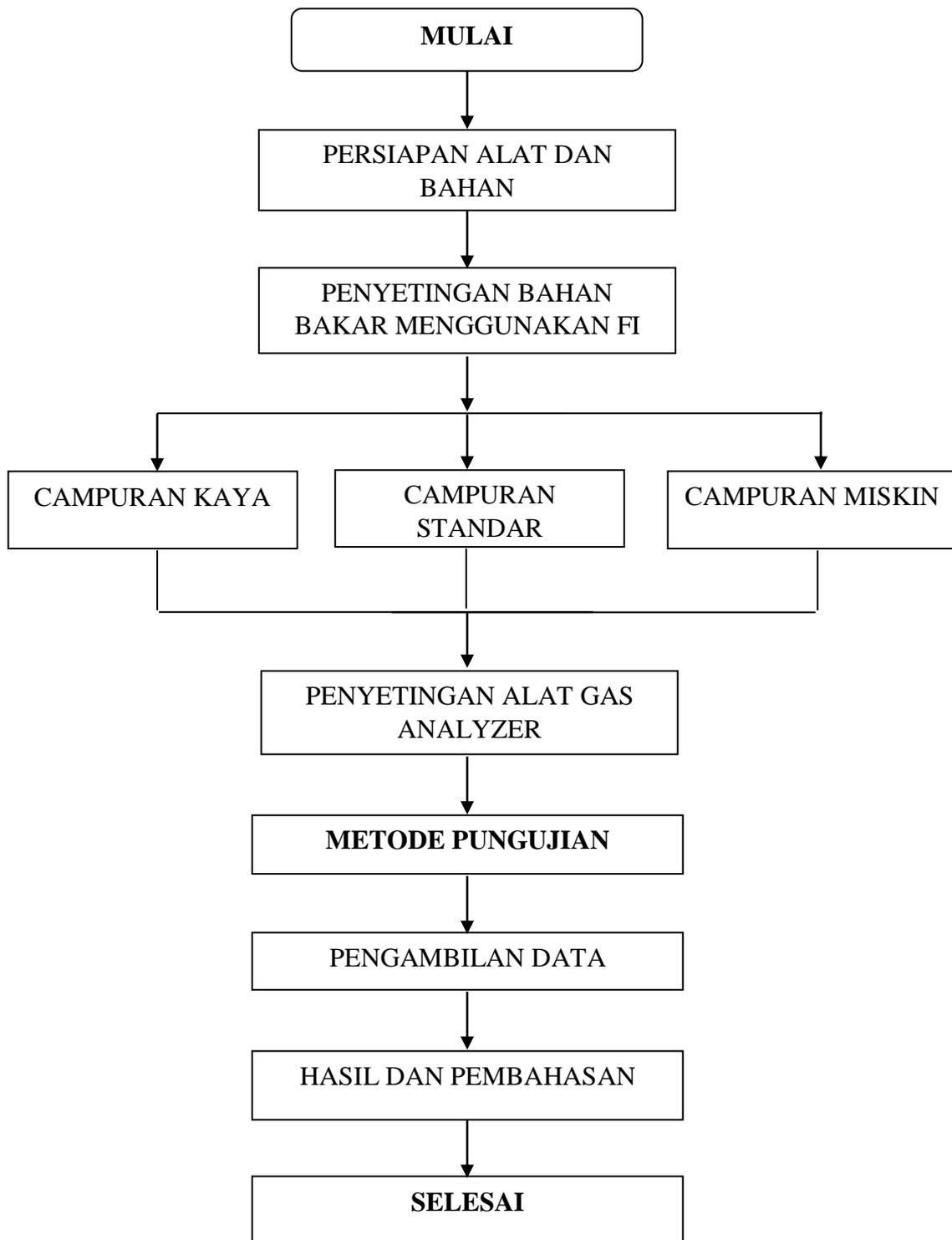
4. Probe

Sebagai alat untuk memasukkan kedalam knalpot untuk menghubungkan ke gas analyzer seperti pada gambar di bawah ini :



Gambar 3.6 Probe

3.3 Diagram Alir



Gambar 3.7 Diagram alir

3.4. Langkah-langkah pengujian

Pada pengujian emisi gas buang ini menggunakan kendaraan 150 cc tahun 2013, berikut langkah-langkah dalam pengujian :

1. Mulai

Pembuatan tugas akhir dengan judul “Analisa gas buang kendaraan bermotor berbahan bakar pertamax dengan variasi campuran bahan bakar dan udara”

2. Persiapan Alat dan Bahan

- Bahan yang di gunakan saat pengujian adalah bahan bakar pertamax serta sepeda motor 150cc.
- Persiapan stopwatch untuk menghitung waktu saat pengujian berlangsung.

3. Penyetingan Bahan Bakar Menggunakan Fi Diagnostic

- Memutar kunci kontak ke posisi OFF.
- Lepaskan konektor kabel diagnostic berwarna hijau yang ada dibawah jok kendaraan dan sambungkan dengan FI diagnostic tool.
- Sambungkan kabel power diagnostic tool ke kutub positif dan negatif baterai, maka akan muncul “Waiting For Connetion”,
- Tekan “mode” pada FI diagnostic tool dan tahan lalu hidupkan sepeda motor, dan lepaskan mode dan tekan tombol “UP” maka akan muncul CO lalu tekan “mode” maka akan muncul C1, dan kita setting sesuai CO yang diinginkan campuran standar, campuran kaya, campuran miskin.
- Jika CO sudah sesuai lepas FI diagnostic tools,

4. Penyetingan alat Gas Analyzer

- Menyiapkan peralatan yang akan digunakan.
- Pasang kabel power pada gas analyzer.
- Memasang selang probe ke probe, dan juga memasangkan selang probe ke gas analyzer.
- Hidupkan gas analyzer dan tunggu hingga beberapa menit hingga display muncul Gas (ready mode gas).
- Hidupkan sepeda motor selama 2 menit.
- Masukkan probe kedalam lubang knalpot.
- Tekan tombol ENT/MEAS untuk memulai pengujian, selama proses angka display akan berubah ubah, tunggu selama 2 menit menggunakan stopwatch.
- Tekan tombol HOLD/PRINT sebanyak 3 kali untuk melakukan pencetakan hasil pengujian.

5. Metode Pengujian

Metode pengujian yang dilakukan meliputi hasil emisi gas buang. Dimana, proses pengujian emisi gas buang yaitu dengan menghidupkan alat emisi gas buang dan penyetelan pada nilai CO pada sepeda motor menggunakan alat F1 diagnostic tool. Kemudian ketika alat dan sepeda motor sudah ready, pengujian dapat dimulai dengan waktu beberapa menit. Maka akan di dapat nilai-nilai emisi gas buang.

6. Pengambilan Data

Data yang diambil adalah:

- a. Nilai CO
- b. Nilai HC

- c. Nilai CO₂
- d. AFR
- e. Lambda

7. Hasil dan Pembahasan

Untuk mendapatkan hasil emisi gas buang kendaraan bermotor berbahan bakar pertamax dengan variasi campuran bahan bakar dan udara dengan tingkatan rpm berbeda.

3.5. Penjelasan perhitungan

Campuran yang dibutuhkan untuk membakar 14.7 kg udara membutuhkan 1 kg bahan bakar pada campuran standart yang kemudian disebut perbandingan campuran udara dan bahan bakar stoikiometri 14.7 : 1

Setiap naik satu angka pada alat diagnostic tool nilainya adalah 0,05 cc/detik pertahap dan pengujian dilakukan selama 2 menit dan jumlah tahapan yang dilakukan adalah 6 tahapan.

Laju reduksi CO

(% emisi CO standar x \dot{m} gas buang standar) – (% emisi CO eksp x \dot{m} gas buang eksp)

Laju reduksi HC

(% emisi HC standar x \dot{m} gas buang standar) – (% emisi HC eksp x \dot{m} gas buang eksp)

$\dot{m} = Q \cdot P$

$Q = 0,05 \times \text{waktu pengujian} \times \text{tingkat tahapan bahan bakar}$

$P = \text{Massa jenis bahan bakar}$

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

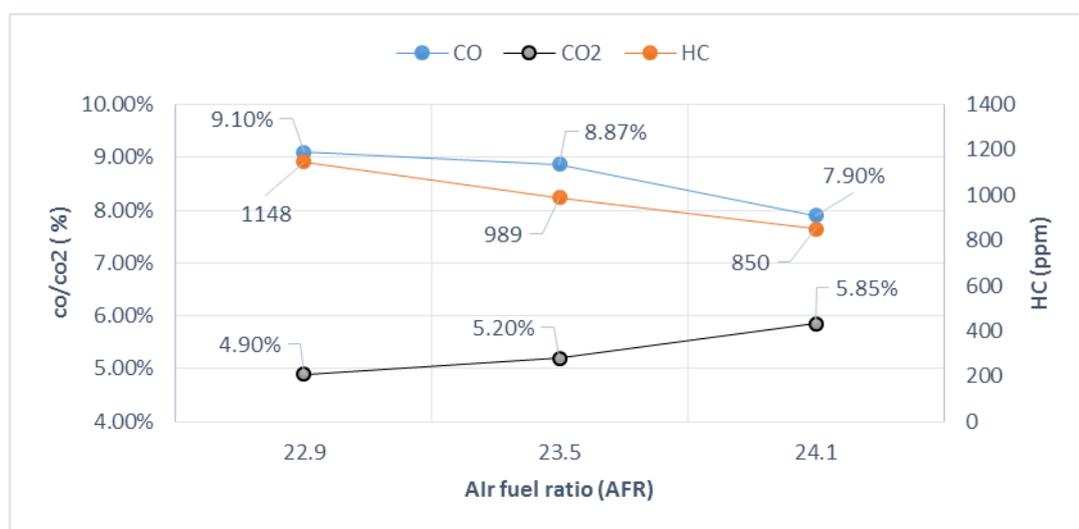
4.1. Hasil Pengujian

Data hasil pengujian emisi gas buang pada kendaraan bermotor 150cc berbahan bakar pertamax dengan variasi campuran bahan bakar dan udara.

Tabel 4.1 Data hasil pengujian emisi gas buang pada putaran 1000 rpm

| Gas buang | Bahan bakar campuran kaya | Bahan bakar standar | Bahan bakar campuran miskin |
|-----------------|---------------------------|---------------------|-----------------------------|
| CO | 9.10% | 8.87% | 7.90% |
| HC | 1148 ppm | 989 ppm | 850 ppm |
| CO ₂ | 4.90% | 5.20% | 5.85% |
| O ₂ | 22.00% | 21.06% | 21.06% |
| LAMBDA | 1.566 | 1.635 | 1.631 |
| AFR | 22.9 | 23.5 | 24.1 |

Pada Tabel 4.1 terlihat nilai CO, HC, bahwa semakin kaya campuran bahan bakar maka semakin meningkat kadar emisi yang di hasilkan. Sedangkan pada nilai CO₂ semakin kaya campuran bahan bakar maka semakin menurun kadar emisi nya.



Gambar 4.1 Grafik emisi hasil pengujian pada putaran 1000 rpm

Gambar 4.1 garis yang berwarna biru adalah emisi CO, pada putaran 1000 rpm di Air Fuel Ratio (AFR) 22.9 tingkat kadar CO sebesar 9.10% dari angka maksimalnya 9.99%, pada Air Fuel Ratio (AFR) 23.5 kadar CO menurun menjadi 8.87% dan saat Air Fuel Ratio (AFR) 24.1 kadar CO menjadi 7.90% .

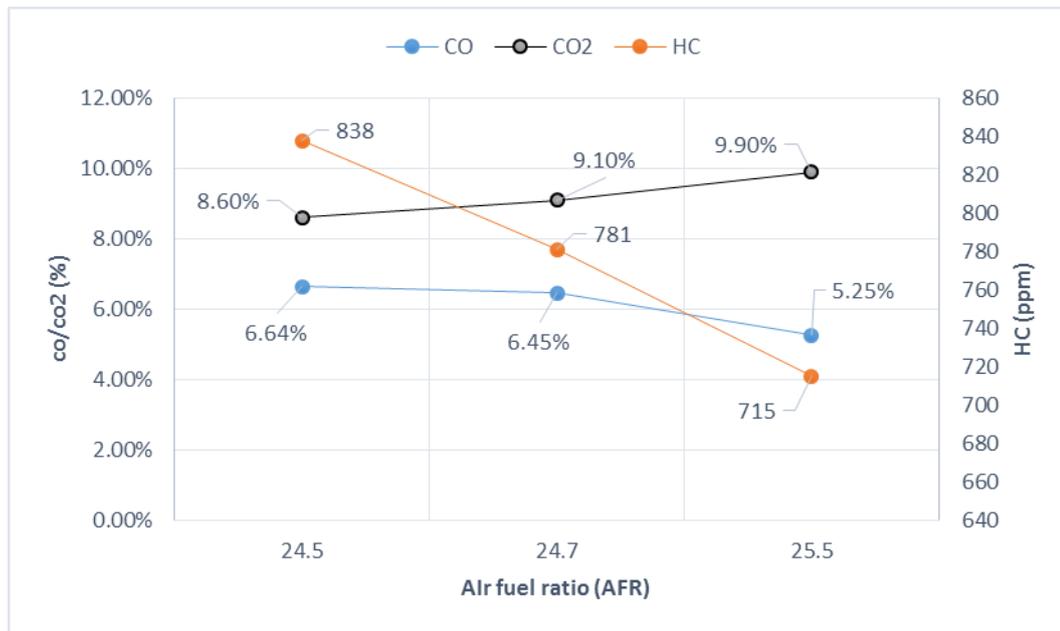
Garis yang berwarna hitam menunjukkan emisi CO₂. Nilai CO₂ di Air Fuel Ratio (AFR) 22.9 sebesar 4.90% dari tingkat kadar maksimalnya 20%, kemudian meningkat menjadi 5.20% pada Air Fuel Ratio (AFR) 23.5, dan pada Air Fuel Ratio (AFR) 24.1 meningkat lagi menjadi 5.85%.

Garis yang berwarna oranye menunjukkan kadar HC. Nilai HC yang terdapat pada Air Fuel Ratio (AFR) 22.9 memiliki nilai 1148 ppm dari 10000 ppm nilai maksimal, dan terjadi penurunan sampai 989 ppm pada Air Fuel Ratio (AFR) 23.5, dan menurun kembali sampai 850 ppm di Air Fuel Ratio (AFR) 24.1. Angka maksimal yang diambil dari spesifikasi yang ada pada gas analyzer. Terjadinya penurunan setiap kadar emisi disebabkan oleh variasi campuran bahan bakar dan udara.

Tabel 4.2 Data hasil pengujian emisi gas buang pada putaran 1500 rpm

| Gas buang | Bahan bakar campuran kaya | Bahan bakar standar | Bahan bakar campuran miskin |
|-----------------|---------------------------|---------------------|-----------------------------|
| CO | 6.64% | 6.45% | 5.25% |
| HC | 838 ppm | 781 ppm | 715 ppm |
| CO ₂ | 8.60% | 9.10% | 9.90% |
| O ₂ | 21.06% | 21.06% | 21.06% |
| LAMBDA | 1.619 | 1.680 | 1.702 |
| AFR | 24.7 | 24.7 | 25.5 |

Berdasarkan Tabel 4.2 menunjukkan bahwa nilai CO dan HC pada campuran kaya terjadi penurunan ketika berada pada campuran standar dan turun lagi pada saat campuran miskin. Dan sebaliknya pada nilai CO₂ terjadi peningkatan dari campuran kaya ke campuran standar dan meningkat lagi sampai kepada campuran miskin.



Gambar 4.2 Grafik emisi hasil pengujian pada putaran 1500 rpm

Dilihat pada Gambar 4.2 di putaran motor 1500 rpm kadar emisi CO yang terjadi pada saat Air Fuel Ratio (AFR) 24.5 senilai 6.64% dari tingkat maksimalnya 9.99%, dan ketika berada pada campuran standar yaitu Air Fuel Ratio (AFR) 24.7 terjadi penurunan 6.45%, menurun kembali menjadi 5.25% pada campuran miskin yaitu Air Fuel Ratio (AFR) 25.5.

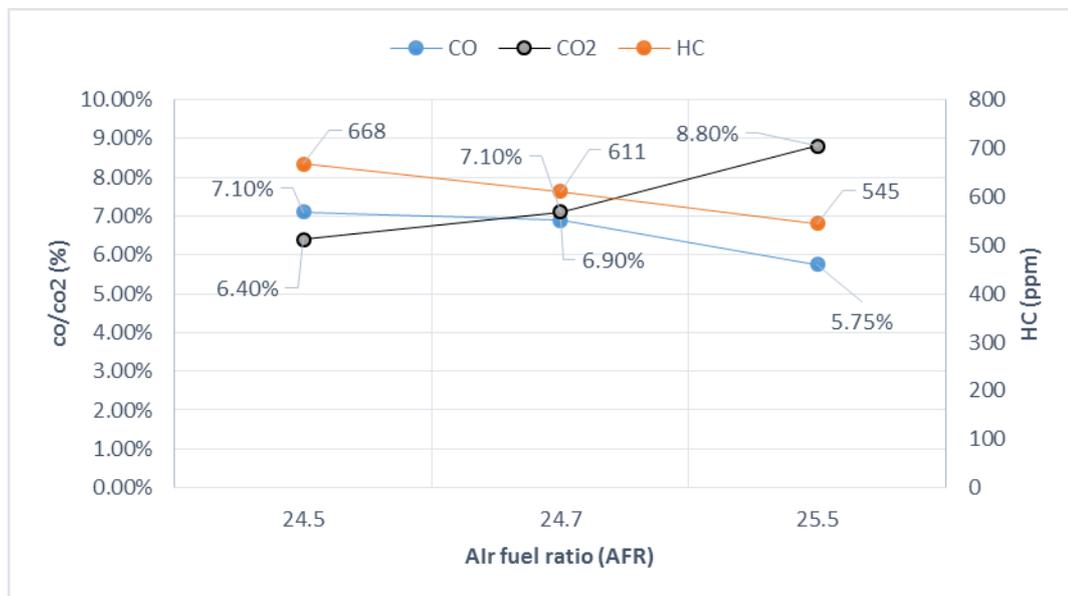
Pada campuran kaya yaitu Air Fuel Ratio (AFR) 24.5 nilai CO₂ nya 8.60% dari nilai maksimal 20%, terjadi peningkatan saat berada di campuran standar Air Fuel Ratio (AFR) 24.7 yaitu 9.10%, dan pada saat campuran miskin yaitu Air Fuel

Ratio (AFR) 25.5 mengalami peningkatan kembali menjadi 9.90%. Nilai HC yang berada pada campuran kaya Air Fuel Ratio (AFR) 24.5 yaitu 838 ppm, turun sampai 781 ppm saat campuran standar Air Fuel Ratio (AFR)24.7, dan menurun menjadi 715 ppm saat campuran miskin Air Fuel Ratio (AFR) 25.5. Terjadinya peningkatan dan penurunan kadar emisi disebabkan pada berbedanya campuran bahan bakar dan udara saat pengujian.

Tabel 4.3 Data hasil pengujian emisi gas buang pada putaran 2000 rpm

| Gas buang | Bahan bakar campuran kaya | Bahan bakar standar | Bahan bakar campuran miskin |
|-----------------|---------------------------|---------------------|-----------------------------|
| CO | 7.10% | 6.90% | 5.75% |
| HC | 668 ppm | 611 ppm | 545 ppm |
| CO ₂ | 6.40% | 7.10% | 8.80% |
| O ₂ | 21.06% | 20.90% | 20.90% |
| LAMBDA | 1.598 | 1.596 | 1.702 |
| AFR | 24.5 | 24.7 | 25.5 |

Pada Tabel 4.3 terlihat bahwa nilai CO dan HC tertinggi berada pada campuran kaya. Dan nilai CO₂ tertinggi berada pada campuran miskin.



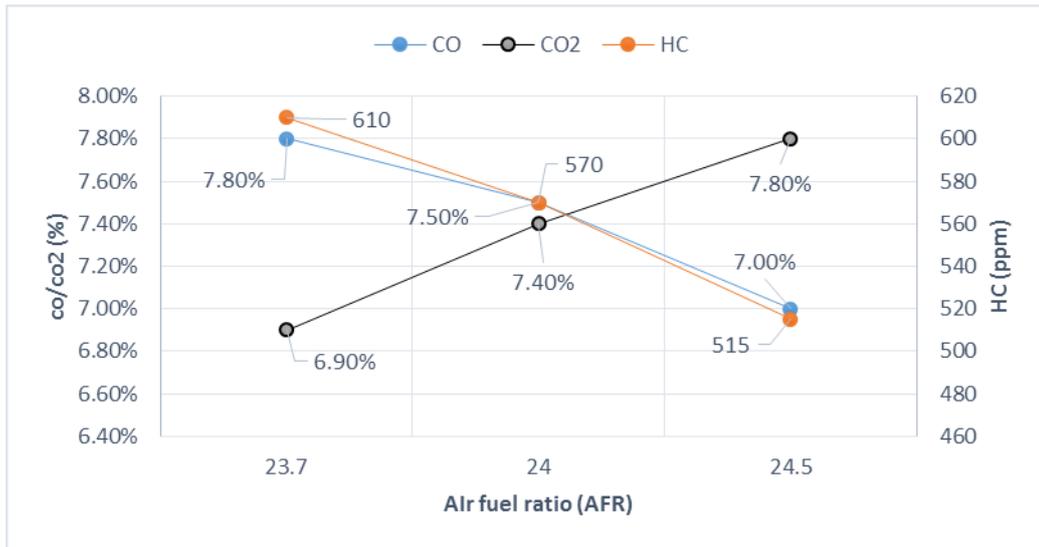
Gambar 4.3 Grafik emisi hasil pengujian pada putaran 2000 rpm

Gambar 4.3 menjelaskan pada putaran 2000 rpm di Air Fuel Ratio (AFR) 24.5 tingkat kadar CO sebesar 7.10% dari angka maksimalnya 9.99%, pada Air Fuel Ratio (AFR) 24.7 kadar CO menurun menjadi 6.90% dan saat Air Fuel Ratio (AFR) 25.5 kadar CO menjadi 5.75%. Nilai CO₂ di Air Fuel Ratio (AFR) 24.5 sebesar 6.40% dari tingkat kadar maksimalnya 20%, kemudian meningkat menjadi 7.10% pada AFR 24.7, dan pada AFR 25.5 meningkat lagi menjadi 8.80%. Nilai HC yang terdapat pada Air Fuel Ratio (AFR) 24.5 memiliki nilai 668 ppm dari 10000 ppm nilai maksimal, dan terjadi penurunan sampai 611 ppm pada Air Fuel Ratio (AFR) 24.7, dan menurun kembali sampai 545 ppm di Air Fuel Ratio (AFR) 25.5. Angka maksimal tersebut diambil dari spesifikasi yang ada pada gas analyzer.

Tabel 4.4 Data hasil pengujian emisi gas buang pada putaran 2500 rpm

| Gas buang | Bahan bakar campuran kaya | Bahan bakar standar | Bahan bakar campuran miskin |
|-----------------|---------------------------|---------------------|-----------------------------|
| CO | 7.80% | 7.50% | 7.00% |
| HC | 610 ppm | 570 ppm | 515 ppm |
| CO ₂ | 6.90% | 7.40% | 7.80% |
| O ₂ | 22.90% | 22.90% | 23.10% |
| LAMBD A | 1.581 | 1.636 | 1.605 |
| AFR | 23.7 | 24 | 24.5 |

Pada Tabel 4.4 terlihat nilai CO, HC, bahwa semakin kaya campuran bahan bakar maka semakin tinggi kadar emisi yang di hasilkan. Sedangkan pada nilai CO₂ semakin kaya campuran bahan bakar maka semakin rendah kadar emisinya.



Gambar 4.4 Grafik emisi hasil pengujian pada putaran 2500 rpm

Dilihat pada Gambar 4.4 di putaran motor 2500 rpm kadar emisi CO yang terjadi pada saat campuran kaya Air Fuel Ratio (AFR) 23.7 senilai 7.80% dari tingkat maksimalnya 9.99%, dan ketika berada pada campuran standar yaitu Air Fuel Ratio (AFR) 24 menurun sampai 7.50%, dan menurun kembali menjadi 7.00% pada campuran miskin yaitu Air Fuel Ratio (AFR) 25.5.

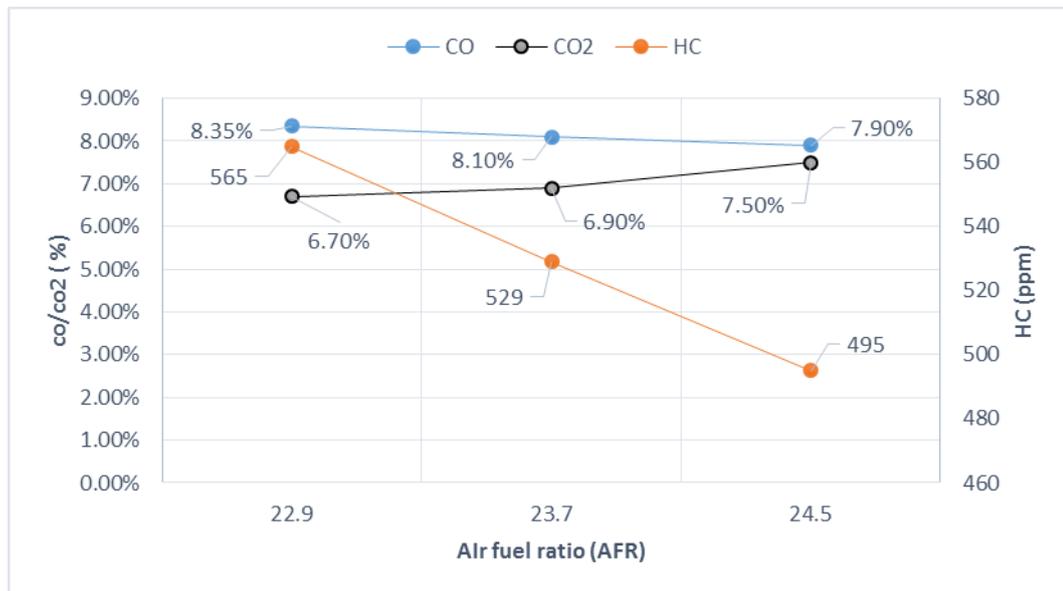
Pada campuran kaya yaitu Air Fuel Ratio (AFR) 23.7 nilai CO₂ nya 6.90% dari nilai maksimal 20%, terjadi peningkatan saat berada di campuran standar Air Fuel Ratio (AFR) 24 yaitu 7.40%, dan pada saat campuran miskin yaitu Air Fuel Ratio (AFR) 24.5 mengalami peningkatan kembali menjadi 7.80%.

Nilai HC yang berada pada campuran kaya Air Fuel Ratio (AFR) 23.7 yaitu 610 ppm, turun menjadi 570 ppm saat campuran standar Air Fuel Ratio (AFR) 24, dan turun lagi menjadi 515 ppm saat campuran miskin Air Fuel Ratio (AFR) 24.5. Terjadinya peningkatan dan penurunan kadar emisi disebabkan pada berbedanya campuran bahan bakar dan udara saat pengujian.

Tabel 4.5 Data hasil pengujian emisi gas buang pada putaran 3000 rpm

| Gas buang | Bahan bakar campuran kaya | Bahan bakar standar | Bahan bakar campuran miskin |
|-----------------|---------------------------|---------------------|-----------------------------|
| CO | 8.35% | 8.10% | 7.90% |
| HC | 565 ppm | 529 ppm | 495 ppm |
| CO ₂ | 6.70% | 6.90% | 7.50% |
| O ₂ | 24.00% | 24.00% | 23.10% |
| LAMBDA | 1.623 | 1.715 | 1.676 |
| AFR | 22.9 | 23.7 | 24.5 |

Pada Tabel 4.5 menunjukkan hasil pengujian emisi gas buang pada sepeda motor 150 cc dengan putaran 3000 rpm, dimana nilai CO tertinggi berada saat campuran kaya, nilai HC yang tertinggi berada saat campuran kaya, sedangkan nilai CO₂ yang tertinggi berada pada keadaan campuran miskin.



Gambar 4.5 Grafik emisi hasil pengujian pada putaran 3000 rpm

Gambar diatas menjelaskan pada putaran 3000 rpm di Aif Fuel Ratio (AFR) 22.9 yaitu campuran kaya tingkat kadar CO sebesar 8.35% dari angka maksimalnya 9.99%, pada Air Fuel Ratio (AFR) 23.7 atau campuran standar

kadar CO menurun menjadi 8.10% dan saat Air Fuel Ratio (AFR) 24.5 kadar CO menjadi 7.90%.

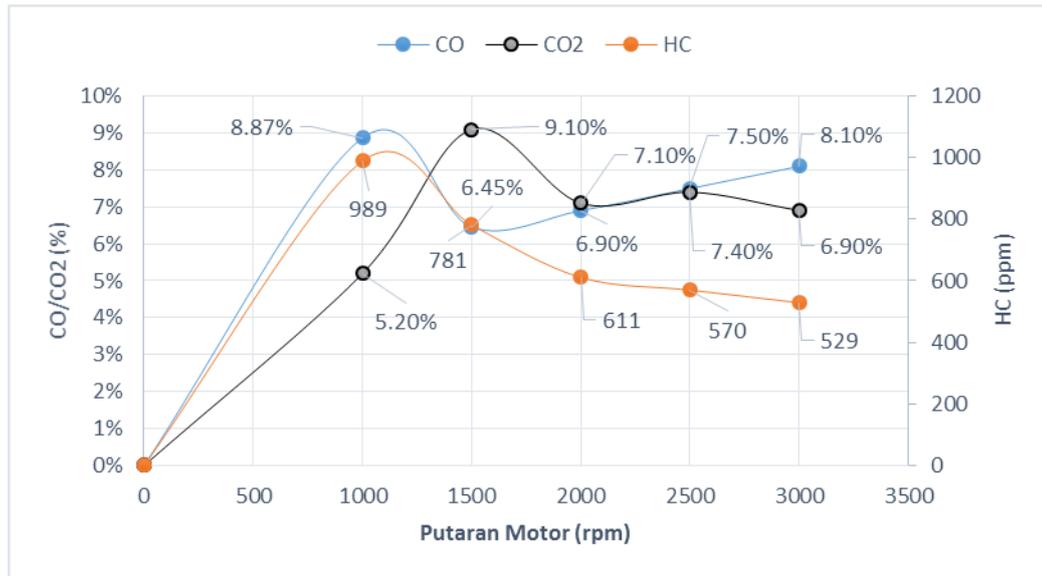
Nilai CO₂ di Air Fuel Ratio (AFR) 22.9 sebesar 6.70% dari tingkat kadar maksimalnya 20%, kemudian meningkat menjadi 6.90% pada Air Fuel Ratio (AFR) 23.7, dan pada Air Fuel Ratio (AFR) 24.5 meningkat lagi menjadi 7.50%.

Nilai HC yang terdapat pada Air Fuel Ratio (AFR) 22.9 memiliki nilai 565 ppm dari 10000 ppm nilai maksimal, dan terjadi penurunan menjadi 529 ppm pada Air Fuel Ratio (AFR) 23.7, dan menurun kembali sampai 495 ppm di Air Fuel Ratio (AFR) 24.5 . Angka maksimal tersebut diambil dari spesifikasi yang ada pada gas analyzer.

Tabel 4.6 Hasil Zat emisi sepeda motor 150cc pada AFR standar berdasarkan rpm

| Zat emisi | Putaran motor (rpm) | | | | |
|-----------------|-----------------------|-------|-------|-------|-------|
| | 1000 | 1500 | 2000 | 2500 | 3000 |
| CO | 8.87% | 6.45% | 6.90% | 7.50% | 8.10% |
| HC | 989 | 781 | 611 | 570 | 529 |
| CO ₂ | 5.20% | 9.10% | 7.10% | 7.40% | 6.90% |

Tabel diatas menunjukkan bahwa nilai CO, HC dan CO₂ pada rpm 1000 memiliki perbedaan.

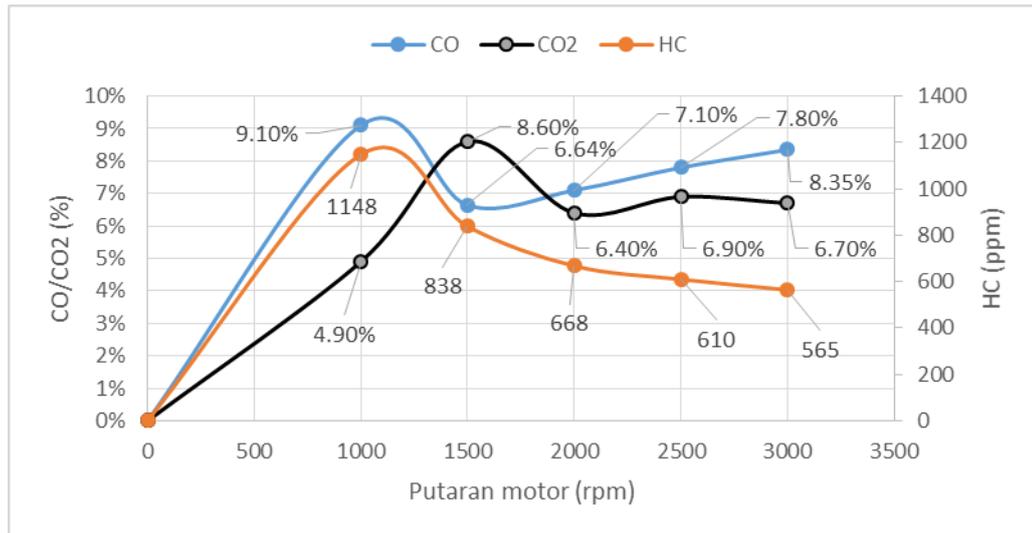


Gambar 4.6 grafik perbandingan nilai emisi setiap putaran rpm pada AFR standar

Pada gambar 4.6 terlihat nilai CO di putaran motor 1000 rpm adalah 8.87%, dan nilai CO turun menjadi 6.45% pada saat putaran motor 1500 rpm tetapi terjadi peningkatan sampai putaran motor 3000 rpm. Nilai HC yang berada pada putaran motor 1000 rpm adalah 989 ppm, pada saat putaran motor 1500 rpm nilai HC menurun menjadi 781 ppm, dan nilai HC terus menurun sampai putaran motor 3000 rpm. Pada nilai CO₂ yaitu 5.20% yang berada pada putaran motor 1000 rpm terjadi peningkatan nilai CO₂ menjadi 9.10%, pada nilai CO₂ kadar emisi di setiap putaran motor mengalami turun dan naik yang disebabkan oleh campuran bahan bakar dan udara pada putaran motor 1000-3000 berbeda.

Tabel 4.7 Hasil Zat emisi sepeda motor 150cc pada AFR kaya berdasarkan rpm

| Zat emisi | Putaran motor (rpm) | | | | |
|-----------------|-----------------------|-------|-------|-------|-------|
| | 1000 | 1500 | 2000 | 2500 | 3000 |
| CO | 9.10% | 6.64% | 7.10% | 7.80% | 8.35% |
| HC | 1148 | 838 | 668 | 610 | 565 |
| CO ₂ | 4.90% | 8.60% | 6.40% | 6.90% | 6.70% |

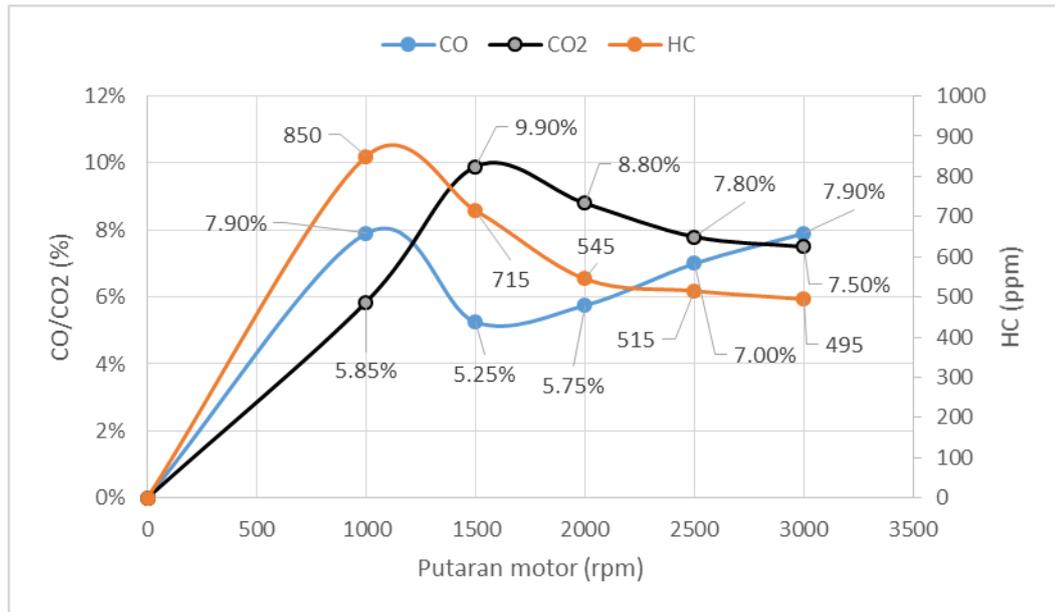


Gambar 4.7 grafik perbandingan nilai emisi setiap putaran rpm pada AFR kaya

Pada gambar 4.7 terlihat nilai CO di putaran motor 1000 rpm adalah 9.10%, dan nilai CO turun menjadi 6.64% pada saat putaran motor 1500 rpm tetapi terjadi peningkatan sampai putaran motor 3000 rpm. Nilai HC yang berada pada putaran motor 1000 rpm adalah 1148 ppm, pada saat putaran motor 1500 rpm nilai HC menurun menjadi 838 ppm, dan nilai HC terus menurun sampai putaran motor 3000 rpm. Pada nilai CO₂ yaitu 4.90% yang berada pada putaran motor 1000 rpm terjadi peningkatan nilai CO₂ menjadi 8.60%, pada nilai CO₂ kadar emisi di setiap putaran motor mengalami turun dan naik yang disebabkan oleh campuran bahan bakar dan udara berbeda pada setiap putaran motor (rpm).

Tabel 4.8 Hasil Zat emisi sepeda motor 150cc pada AFR miskin berdasarkan rpm

| Zat emisi | Putaran motor (rpm) | | | | |
|-----------------|-----------------------|-------|-------|-------|-------|
| | 1000 | 1500 | 2000 | 2500 | 3000 |
| CO | 7.90% | 5.25% | 5.75% | 7.00% | 7.90% |
| HC | 850 | 715 | 545 | 515 | 495 |
| CO ₂ | 5.85% | 9.90% | 8.80% | 7.80% | 7.50% |



Gambar 4.8 grafik perbandingan nilai emisi setiap putaran rpm pada AFR miskin

Pada gambar 4.8 terlihat nilai CO di putaran motor 1000 rpm adalah 7.90%, dan nilai CO turun menjadi 5.25% pada saat putaran motor 1500 rpm tetapi terjadi peningkatan sampai putaran motor 3000 rpm. Nilai HC yang berada pada putaran motor 1000 rpm adalah 850 ppm, pada saat putaran motor 1500 rpm nilai HC menurun menjadi 715 ppm, dan nilai HC terus menurun sampai putaran motor 3000 rpm. Pada nilai CO₂ yaitu 5.85% yang berada pada putaran motor 1000 rpm terjadi peningkatan nilai CO₂ menjadi 9.90%, pada nilai CO₂ kadar emisi turun sampai putaran motor 3000 rpm.

4.2. Perhitungan data

$$\dot{m} = Q \cdot P$$

$$Q = 0,05 \text{ cc/detik} \times 6 = 0,3 \text{ cc} \times 120 \text{ detik} = 36 \text{ cc}$$

$$= 2 \text{ menit} \frac{1 \text{ jam}}{60 \text{ menit}} = \frac{2}{60} \text{ jam}$$

$$= 36 \text{ cc} \times \frac{0,001 \text{ liter}}{1} = 3.6 \times 10^{-2} \text{ liter} \times \frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ liter}} = 3.6 \times 10^{-5} \text{ m}^3$$

$$Q = \frac{3.6 \times 10^{-5} \times 60}{2 \text{ jam}} = 1.08 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$P = 740 \text{ kg/m}^3$$

$$\dot{m} = Q \cdot P$$

$$\begin{aligned} \dot{m} &= (1.08 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{jam}) \times (740 \text{ kg/m}^3) \\ &= 7.992 \times 10^{-1} \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

Laju reduksi CO

(% emisi CO standar x \dot{m} gas buang standar) – (% emisi CO eksp x \dot{m} gas buang eksp)

a. Untuk campuran kaya pada putaran 1000 rpm

Diketahui :

$$\lambda \text{ eksperimen} = 1.566$$

$$\text{kadar emisi CO eksperimen} = 9.10\%$$

$$\dot{m} \text{ bb eksperimen} = 7.992 \times 10^{-1} \text{ kg/jam}$$

$$\lambda \text{ standar} = 1.635$$

$$\text{kadar emisi CO standar} = 8.87\%$$

$$\dot{m} \text{ bb standar} = 7.992 \times 10^{-1} \text{ kg/jam}$$

Penyelesaian :

$$\begin{aligned} \dot{m} \text{ udara eksp} &= (\lambda \text{ eks} \times A/F \text{ stochiometri} \times \dot{m} \text{ bb eksp}) \text{ kg/jam} \\ &= (1.566 \times 14.7 \times (7.992 \times 10^{-1})) \text{ kg/jam} \\ &= 18.397 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \dot{m} \text{ udara stan} &= (\lambda \text{ stan} \times A/F \text{ stochiometri} \times \dot{m} \text{ bb stan}) \text{ kg/jam} \\ &= (1.635 \times 14.7 \times (7.992 \times 10^{-1})) \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

$$= 19.208 \text{ kg/jam}$$

$$\begin{aligned} \dot{m} \text{ gas buang eksp} &= (\dot{m} \text{ udara eksp} + \dot{m} \text{ bb eksp}) \text{ kg/jam} \\ &= (18.397 + 7.992 \times 10^{-1}) \text{ kg/jam} \\ &= 19.196 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \dot{m} \text{ gas buang stan} &= (\dot{m} \text{ udara stan} + \dot{m} \text{ bb stan}) \text{ kg/jam} \\ &= (19.208 + 7.992 \times 10^{-1}) \text{ kg/jam} \\ &= 20.007 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

Laju reduksi CO :

$$\begin{aligned} &(\% \text{ emisi CO standar} \times \dot{m} \text{ gas buang standar}) - (\% \text{ emisi CO eksp} \times \dot{m} \text{ gas} \\ &\text{buang eksp}) \\ &= (0.0887 \times 20.007 \text{ kg/jam}) - (0.091 \times 19.196 \text{ kg/jam}) \\ &= (1.7746 - 1.7468) \\ &= 0.0278 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

Laju reduksi HC

$$(\% \text{ emisi HC standar} \times \dot{m} \text{ gas buang standar}) - (\% \text{ emisi HC eksp} \times \dot{m} \text{ gas} \\ \text{buang eksp})$$

b. Untuk campuran kaya pada putaran 1000 rpm

Diketahui :

$$\lambda \text{ eksperimen} = 1.566$$

$$\text{kadar emisi HC eksperimen} = 1148 \text{ ppm vol}$$

$$\dot{m} \text{ bb eksperimen} = 7.992 \times 10^{-1} \text{ kg/jam}$$

$$\lambda \text{ standar} = 1.635$$

$$\text{kadar emisi HC standar} = 989 \text{ ppm vol}$$

$$\dot{m} \text{ bb standar} = 7.992 \times 10^{-1} \text{ kg/jam}$$

Penyelesaian :

$$\begin{aligned}\dot{m} \text{ udara eksp} &= (\lambda \text{ eks} \times A/F \text{ stochiometri} \times \dot{m} \text{ bb eksp}) \text{ kg/jam} \\ &= (1.566 \times 14.7 \times (7.992 \times 10^{-1})) \text{ kg/jam} \\ &= 18.3977 \text{ kg/jam}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\dot{m} \text{ udara stan} &= (\lambda \text{ stan} \times A/F \text{ stochiometri} \times \dot{m} \text{ bb stan}) \text{ kg/jam} \\ &= (1.635 \times 14.7 \times 0.178) \text{ kg/jam} \\ &= 19.2083 \text{ kg/jam}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\dot{m} \text{ gas buang eksp} &= (\dot{m} \text{ udara eksp} + \dot{m} \text{ bb eksp}) \text{ kg/jam} \\ &= (18.3977 + 7.992 \times 10^{-1}) \text{ kg/jam} \\ &= 19.1969 \text{ kg/jam}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\dot{m} \text{ gas buang stan} &= (\dot{m} \text{ udara stan} + \dot{m} \text{ bb stan}) \text{ kg/jam} \\ &= (19.2083 + 0.178) \text{ kg/jam} \\ &= 19.3863 \text{ kg/jam}\end{aligned}$$

Laju reduksi HC :

$$\begin{aligned}&(\% \text{ emisi HC standar} \times \dot{m} \text{ gas buang standar}) - (\% \text{ emisi HC eksp} \times \dot{m} \text{ gas} \\ &\text{ buang eksp}) \\ &= (989 \times 19.3863 \text{ kg/jam}) - (1148 \times 19.1969 \text{ kg/jam}) \\ &= (19173.05 - 22038.04) \\ &= -2864.99 \text{ kg/jam}\end{aligned}$$

Laju reduksi CO

$$(\% \text{ emisi CO standar} \times \dot{m} \text{ gas buang standar}) - (\% \text{ emisi CO eksp} \times \dot{m} \text{ gas} \\ \text{ buang eksp})$$

a. Untuk campuran kaya pada putaran 1500 rpm

Diketahui :

| | |
|---------------------------|---------------------------------|
| λ eksperimen | = 1.619 |
| kadar emisi CO eksperimen | = 6.64% |
| \dot{m} bb eksperimen | = 7.992×10^{-1} kg/jam |
| λ standar | = 1.680 |
| kadar emisi CO standar | = 6.45% |
| \dot{m} bb standar | = 7.992×10^{-1} kg/jam |

Penyelesaian :

$$\begin{aligned} \dot{m} \text{ udara eksp} &= (\lambda \text{ eks} \times A/F \text{ stochiometri} \times \dot{m} \text{ bb eksp}) \text{ kg/jam} \\ &= (1.619 \times 14.7 \times (7.992 \times 10^{-1})) \text{ kg/jam} \\ &= 19.0204 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \dot{m} \text{ udara stan} &= (\lambda \text{ stan} \times A/F \text{ stochiometri} \times \dot{m} \text{ bb stan}) \text{ kg/jam} \\ &= (1.680 \times 14.7 \times (7.992 \times 10^{-1})) \text{ kg/jam} \\ &= 19.7370 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \dot{m} \text{ gas buang eksp} &= (\dot{m} \text{ udara eksp} + \dot{m} \text{ bb eksp}) \text{ kg/jam} \\ &= (19.0204 + 7.992 \times 10^{-1}) \text{ kg/jam} \\ &= 19.8196 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \dot{m} \text{ gas buang stan} &= (\dot{m} \text{ udara stan} + \dot{m} \text{ bb stan}) \text{ kg/jam} \\ &= (19.7370 + 7.992 \times 10^{-1}) \text{ kg/jam} \\ &= 20.5362 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

Laju reduksi CO :

$$(\% \text{ emisi CO standar} \times \dot{m} \text{ gas buang standar}) - (\% \text{ emisi CO eksp} \times \dot{m} \text{ gas buang eksp})$$

$$= (0.0645 \times 20.5362 \text{ kg/jam}) - (0.0664 \times 19.196 \text{ kg/jam})$$

$$= (1.3245 - 1.2746)$$

$$= 0.0499 \text{ kg/jam}$$

Laju reduksi HC

$$(\% \text{ emisi HC standar} \times \dot{m} \text{ gas buang standar}) - (\% \text{ emisi HC eksp} \times \dot{m} \text{ gas buang eksp})$$

b. Untuk campuran kaya pada putaran 1500 rpm

Diketahui :

$$\lambda \text{ eksperimen} = 1.619$$

$$\text{kadar emisi HC eksperimen} = 838 \text{ ppm vol}$$

$$\dot{m} \text{ bb eksperimen} = 7.992 \times 10^{-1} \text{ kg/jam}$$

$$\lambda \text{ standar} = 1.680$$

$$\text{kadar emisi HC standar} = 781 \text{ ppm vol}$$

$$\dot{m} \text{ bb standar} = 7.992 \times 10^{-1} \text{ kg/jam}$$

Penyelesaian :

$$\begin{aligned} \dot{m} \text{ udara eksp} &= (\lambda \text{ eks} \times A/F \text{ stochiometri} \times \dot{m} \text{ bb eksp}) \text{ kg/jam} \\ &= (1.619 \times 14.7 \times (7.992 \times 10^{-1})) \text{ kg/jam} \\ &= 19.0204 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \dot{m} \text{ udara stan} &= (\lambda \text{ stan} \times A/F \text{ stochiometri} \times \dot{m} \text{ bb stan}) \text{ kg/jam} \\ &= (1.680 \times 14.7 \times 0.178) \text{ kg/jam} \\ &= 19.7370 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \dot{m} \text{ gas buang eksp} &= (\dot{m} \text{ udara eksp} + \dot{m} \text{ bb eksp}) \text{ kg/jam} \\ &= (19.0204 + 7.992 \times 10^{-1}) \text{ kg/jam} \\ &= 19.8196 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \dot{m} \text{ gas buang stan} &= (\dot{m} \text{ udara stan} + \dot{m} \text{ bb stan}) \text{ kg/jam} \\ &= (19.7370 + 7.992 \times 10^{-1}) \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

$$= 20.5362 \text{ kg/jam}$$

Laju reduksi HC :

(% emisi HC standar x \dot{m} gas buang standar) – (% emisi HC eksp x \dot{m} gas buang eksp)

$$= (781 \times 20.5362 \text{ kg/jam}) - (838 \times 19.8196 \text{ kg/jam})$$

$$= (16038.77 - 16608.82)$$

$$= -570.05 \text{ kg/jam}$$

Laju reduksi CO

(% emisi CO standar x \dot{m} gas buang standar) – (% emisi CO eksp x \dot{m} gas buang eksp)

a. Untuk campuran kaya pada putaran 2000 rpm

Diketahui :

$$\lambda \text{ eksperimen} = 1.598$$

$$\text{kadar emisi CO eksperimen} = 7.10\%$$

$$\dot{m} \text{ bb eksperimen} = 7.992 \times 10^{-1} \text{ kg/jam}$$

$$\lambda \text{ standar} = 1.596$$

$$\text{kadar emisi CO standar} = 6.90\%$$

$$\dot{m} \text{ bb standar} = 7.992 \times 10^{-1} \text{ kg/jam}$$

Penyelesaian :

$$\dot{m} \text{ udara eksp} = (\lambda \text{ eks} \times A/F \text{ stochiometri} \times \dot{m} \text{ bb eksp}) \text{ kg/jam}$$

$$= (1.598 \times 14.7 \times (7.992 \times 10^{-1})) \text{ kg/jam}$$

$$= 18.7736 \text{ kg/jam}$$

$$\dot{m} \text{ udara stan} = (\lambda \text{ stan} \times A/F \text{ stochiometri} \times \dot{m} \text{ bb stan}) \text{ kg/jam}$$

$$= (1.596 \times 14.7 \times (7.992 \times 10^{-1})) \text{ kg/jam}$$

$$= 18.7501 \text{ kg/jam}$$

$$\begin{aligned} \dot{m} \text{ gas buang eksp} &= (\dot{m} \text{ udara eksp} + \dot{m} \text{ bb eksp}) \text{ kg/jam} \\ &= (18.7736 + 7.992 \times 10^{-1}) \text{ kg/jam} \\ &= 19.5728 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \dot{m} \text{ gas buang stan} &= (\dot{m} \text{ udara stan} + \dot{m} \text{ bb stan}) \text{ kg/jam} \\ &= (18.7501 + 7.992 \times 10^{-1}) \text{ kg/jam} \\ &= 19.5493 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

Laju reduksi CO :

(% emisi CO standar x \dot{m} gas buang standar) – (% emisi CO eksp x \dot{m} gas buang eksp)

$$= (0.0690 \times 19.5493 \text{ kg/jam}) - (0.0710 \times 19.5728 \text{ kg/jam})$$

$$= (1.3489 - 1.3896)$$

$$= -0.0407 \text{ kg/jam}$$

Laju reduksi HC

(% emisi HC standar x \dot{m} gas buang standar) – (% emisi HC eksp x \dot{m} gas buang eksp)

b. Untuk campuran kaya pada putaran 2000 rpm

Diketahui :

$$\lambda \text{ eksperimen} = 1.598$$

$$\text{kadar emisi HC eksperimen} = 668 \text{ ppm vol}$$

$$\dot{m} \text{ bb eksperimen} = 7.992 \times 10^{-1} \text{ kg/jam}$$

$$\lambda \text{ standar} = 1.596$$

$$\text{kadar emisi HC standar} = 611 \text{ ppm vol}$$

$$\dot{m} \text{ bb standar} = 7.992 \times 10^{-1} \text{ kg/jam}$$

Penyelesaian :

$$\begin{aligned}\dot{m} \text{ udara eksp} &= (\lambda \text{ eks} \times A/F \text{ stochiometri} \times \dot{m} \text{ bb eksp}) \text{ kg/jam} \\ &= (1.598 \times 14.7 \times (7.992 \times 10^{-1})) \text{ kg/jam} \\ &= 18.7736 \text{ kg/jam}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\dot{m} \text{ udara stan} &= (\lambda \text{ stan} \times A/F \text{ stochiometri} \times \dot{m} \text{ bb stan}) \text{ kg/jam} \\ &= (1.596 \times 14.7 \times (7.992 \times 10^{-1})) \text{ kg/jam} \\ &= 18.7501 \text{ kg/jam}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\dot{m} \text{ gas buang eksp} &= (\dot{m} \text{ udara eksp} + \dot{m} \text{ bb eksp}) \text{ kg/jam} \\ &= (18.7736 + 7.992 \times 10^{-1}) \text{ kg/jam} \\ &= 19.5728 \text{ kg/jam}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\dot{m} \text{ gas buang stan} &= (\dot{m} \text{ udara stan} + \dot{m} \text{ bb stan}) \text{ kg/jam} \\ &= (18.7501 + 7.992 \times 10^{-1}) \text{ kg/jam} \\ &= 19.5493 \text{ kg/jam}\end{aligned}$$

Laju reduksi HC :

$$\begin{aligned}&(\% \text{ emisi HC standar} \times \dot{m} \text{ gas buang standar}) - (\% \text{ emisi HC eksp} \times \dot{m} \text{ gas} \\ &\text{buang eksp}) \\ &= (611 \times 19.5493 \text{ kg/jam}) - (668 \times 19.5728 \text{ kg/jam}) \\ &= (11944.62 - 13074.63) \\ &= -1130.01 \text{ kg/jam}\end{aligned}$$

Laju reduksi CO

$$(\% \text{ emisi CO standar} \times \dot{m} \text{ gas buang standar}) - (\% \text{ emisi CO eksp} \times \dot{m} \text{ gas} \\ \text{buang eksp})$$

a. Untuk campuran kaya pada putaran 2500 rpm

Diketahui :

$$\begin{aligned} \lambda \text{ eksperimen} &= 1.581 \\ \text{kadar emisi CO eksperimen} &= 7.80\% \\ \dot{m} \text{ bb eksperimen} &= 7.992 \times 10^{-1} \text{ kg/jam} \\ \lambda \text{ standar} &= 1.636 \\ \text{kadar emisi CO standar} &= 7.50\% \\ \dot{m} \text{ bb standar} &= 7.992 \times 10^{-1} \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

Penyelesaian :

$$\begin{aligned} \dot{m} \text{ udara eksp} &= (\lambda \text{ eks} \times A/F \text{ stochiometri} \times \dot{m} \text{ bb eksp}) \text{ kg/jam} \\ &= (1.581 \times 14.7 \times (7.992 \times 10^{-1})) \text{ kg/jam} \\ &= 18.5739 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \dot{m} \text{ udara stan} &= (\lambda \text{ stan} \times A/F \text{ stochiometri} \times \dot{m} \text{ bb stan}) \text{ kg/jam} \\ &= (1.636 \times 14.7 \times (7.992 \times 10^{-1})) \text{ kg/jam} \\ &= 19.2201 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \dot{m} \text{ gas buang eksp} &= (\dot{m} \text{ udara eksp} + \dot{m} \text{ bb eksp}) \text{ kg/jam} \\ &= (18.5739 + 7.992 \times 10^{-1}) \text{ kg/jam} \\ &= 19.3731 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \dot{m} \text{ gas buang stan} &= (\dot{m} \text{ udara stan} + \dot{m} \text{ bb stan}) \text{ kg/jam} \\ &= (19.2201 + 7.992 \times 10^{-1}) \text{ kg/jam} \\ &= 20.0193 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

Laju reduksi CO :

$$(\% \text{ emisi CO standar} \times \dot{m} \text{ gas buang standar}) - (\% \text{ emisi CO eksp} \times \dot{m} \text{ gas buang eksp})$$

$$= (0.0750 \times 19.5493 \text{ kg/jam}) - (0.0780 \times 19.5728 \text{ kg/jam})$$

$$= (1.4661 - 1.5266)$$

$$= -0.0605 \text{ kg/jam}$$

Laju reduksi HC

$$(\% \text{ emisi HC standar} \times \dot{m} \text{ gas buang standar}) - (\% \text{ emisi HC eksp} \times \dot{m} \text{ gas buang eksp})$$

b. Untuk campuran kaya pada putaran 2500 rpm

Diketahui :

$$\lambda \text{ eksperimen} = 1.581$$

$$\text{kadar emisi HC eksperimen} = 610 \text{ ppm vol}$$

$$\dot{m} \text{ bb eksperimen} = 7.992 \times 10^{-1} \text{ kg/jam}$$

$$\lambda \text{ standar} = 1.636$$

$$\text{kadar emisi HC standar} = 570 \text{ ppm vol}$$

$$\dot{m} \text{ bb standar} = 7.992 \times 10^{-1} \text{ kg/jam}$$

Penyelesaian :

$$\begin{aligned} \dot{m} \text{ udara eksp} &= (\lambda \text{ eks} \times A/F \text{ stochiometri} \times \dot{m} \text{ bb eksp}) \text{ kg/jam} \\ &= (1.581 \times 14.7 \times (7.992 \times 10^{-1})) \text{ kg/jam} \\ &= 18.5739 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \dot{m} \text{ udara stan} &= (\lambda \text{ stan} \times A/F \text{ stochiometri} \times \dot{m} \text{ bb stan}) \text{ kg/jam} \\ &= (1.636 \times 14.7 \times (7.992 \times 10^{-1})) \text{ kg/jam} \\ &= 19.2201 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \dot{m} \text{ gas buang eksp} &= (\dot{m} \text{ udara eksp} + \dot{m} \text{ bb eksp}) \text{ kg/jam} \\ &= (18.5739 + 7.992 \times 10^{-1}) \text{ kg/jam} \\ &= 19.3731 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \dot{m} \text{ gas buang stan} &= (\dot{m} \text{ udara stan} + \dot{m} \text{ bb stan}) \text{ kg/jam} \\ &= (19.2201 + 7.992 \times 10^{-1}) \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

$$= 20.0193 \text{ kg/jam}$$

Laju reduksi HC :

(% emisi HC standar x \dot{m} gas buang standar) – (% emisi HC eksp x \dot{m} gas buang eksp)

$$= (570 \times 19.5493 \text{ kg/jam}) - (610 \times 19.5728 \text{ kg/jam})$$

$$= (11143.10 - 11939.40)$$

$$= -796.3 \text{ kg/jam}$$

Laju reduksi CO

(% emisi CO standar x \dot{m} gas buang standar) – (% emisi CO eksp x \dot{m} gas buang eksp)

a. Untuk campuran kaya pada putaran 3000 rpm

Diketahui :

$$\lambda \text{ eksperimen} = 1.623$$

$$\text{kadar emisi CO eksperimen} = 8.35\%$$

$$\dot{m} \text{ bb eksperimen} = 7.992 \times 10^{-1} \text{ kg/jam}$$

$$\lambda \text{ standar} = 1.715$$

$$\text{kadar emisi CO standar} = 8.10\%$$

$$\dot{m} \text{ bb standar} = 7.992 \times 10^{-1} \text{ kg/jam}$$

Penyelesaian :

$$\dot{m} \text{ udara eksp} = (\lambda \text{ eks} \times A/F \text{ stochiometri} \times \dot{m} \text{ bb eksp}) \text{ kg/jam}$$

$$= (1.623 \times 14.7 \times (7.992 \times 10^{-1})) \text{ kg/jam}$$

$$= 19.0673 \text{ kg/jam}$$

$$\dot{m} \text{ udara stan} = (\lambda \text{ stan} \times A/F \text{ stochiometri} \times \dot{m} \text{ bb stan}) \text{ kg/jam}$$

$$= (1.715 \times 14.7 \times (7.992 \times 10^{-1})) \text{ kg/jam}$$

$$= 20.1482 \text{ kg/jam}$$

$$\begin{aligned} \dot{m} \text{ gas buang eksp} &= (\dot{m} \text{ udara eksp} + \dot{m} \text{ bb eksp}) \text{ kg/jam} \\ &= (19.0673 + 7.992 \times 10^{-1}) \text{ kg/jam} \\ &= 19.8665 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \dot{m} \text{ gas buang stan} &= (\dot{m} \text{ udara stan} + \dot{m} \text{ bb stan}) \text{ kg/jam} \\ &= (20.1482 + 7.992 \times 10^{-1}) \text{ kg/jam} \\ &= 20.9474 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

Laju reduksi CO :

(% emisi CO standar x \dot{m} gas buang standar) – (% emisi CO eksp x \dot{m} gas buang eksp)

$$= (0.0810 \times 20.9474 \text{ kg/jam}) - (0.0835 \times 19.8665 \text{ kg/jam})$$

$$= (1.6967 - 1.6588)$$

$$= 0.0379 \text{ kg/jam}$$

Laju reduksi HC

(% emisi HC standar x \dot{m} gas buang standar) – (% emisi HC eksp x \dot{m} gas buang eksp)

b. Untuk campuran kaya pada putaran 3000 rpm

Diketahui :

$$\lambda \text{ eksperimen} = 1.623$$

$$\text{kadar emisi HC eksperimen} = 529 \text{ ppm vol}$$

$$\dot{m} \text{ bb eksperimen} = 7.992 \times 10^{-1} \text{ kg/jam}$$

$$\lambda \text{ standar} = 1.715$$

$$\text{kadar emisi HC standar} = 565 \text{ ppm vol}$$

$$\dot{m} \text{ bb standar} = 7.992 \times 10^{-1} \text{ kg/jam}$$

Penyelesaian :

$$\begin{aligned}\dot{m} \text{ udara eksp} &= (\lambda \text{ eks} \times A/F \text{ stochiometri} \times \dot{m} \text{ bb eksp}) \text{ kg/jam} \\ &= (1.623 \times 14.7 \times (7.992 \times 10^{-1})) \text{ kg/jam} \\ &= 19.0673 \text{ kg/jam}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\dot{m} \text{ udara stan} &= (\lambda \text{ stan} \times A/F \text{ stochiometri} \times \dot{m} \text{ bb stan}) \text{ kg/jam} \\ &= (1.715 \times 14.7 \times (7.992 \times 10^{-1})) \text{ kg/jam} \\ &= 20.1482 \text{ kg/jam}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\dot{m} \text{ gas buang eksp} &= (\dot{m} \text{ udara eksp} + \dot{m} \text{ bb eksp}) \text{ kg/jam} \\ &= (19.0673 + 7.992 \times 10^{-1}) \text{ kg/jam} \\ &= 19.8665 \text{ kg/jam}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\dot{m} \text{ gas buang stan} &= (\dot{m} \text{ udara stan} + \dot{m} \text{ bb stan}) \text{ kg/jam} \\ &= (20.1482 + 7.992 \times 10^{-1}) \text{ kg/jam} \\ &= 20.9474 \text{ kg/jam}\end{aligned}$$

Laju reduksi HC :

$$\begin{aligned}& (\% \text{ emisi HC standar} \times \dot{m} \text{ gas buang standar}) - (\% \text{ emisi HC eksp} \times \dot{m} \text{ gas} \\ & \text{ buang eksp}) \\ &= (529 \times 20.9474 \text{ kg/jam}) - (565 \times 19.8665 \text{ kg/jam}) \\ &= (11081.17 - 11224.57) \\ &= -143.4 \text{ kg/jam}\end{aligned}$$

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

1. Hasil emisi gas CO 8.87% dan HC 989 ppm pada campuran standar tertinggi terjadi pada putaran motor 1000 rpm.
2. Hasil emisi gas CO₂ 9.10% pada campuran standar tertinggi terjadi pada putaran motor 1500 rpm.
3. Pada pengujian ini dapat disimpulkan bahwa semakin kaya campuran bahan bakar maka kadar emisi gas CO dan HC semakin tinggi. Tetapi sebaliknya pada emisi gas CO₂ yang semakin turun.
4. Dari hasil uji emisi gas buang yang telah dilakukan, dapat diketahui bahwa kendaraan bermotor tersebut masih banyak menghasilkan gas buang yang volumenya melebihi ambang batas gas buang kendaraan bermotor.

5.2. Saran

1. Kendaraan bermotor sebaiknya di uji secara periodik untuk mengetahui kadar gas buangan.
2. Melakukan pengecekan atau perawatan mesin kendaraan bermotor secara berkala atau rutin.
3. Penulis menyadari bahwa masih banyak kesalahan dan kekurangan dari penelitian yang dilakukan. Maka dari itu kiranya kritik dan saran yang membangun sangat di butuhkan untuk kesempurnaan skripsi ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2011. *Gas Buang Kendaraan Bermotor dan Dampaknya bagi Kesehatan*, <http://aeriine.wordpress.com/gas-buang-kendaraan-bermotor-dan-dampaknya-bagi-kesehatan/>, diakses Sabtu 8 Juli 2017
- Bosch, Robert. 2001. *Gasoline-Engine Management, Basics and Components*. Stuttgart: Robert Bosch GmbH.
- Irawan, Bagus, Purwanto, H., 2012, *Modifikasi Catalytic Converter Menggunakan Tembaga Berlapis Mangan Untuk Mereduksi Emisi Gas Buang Carbon Monoksida Motor Bensin*, Prosiding Seminar Nasional Pengelolaan Alam dan Lingkungan, 2012.
- Keraf, Gorys. 1984. *Diksi dan Gaya Bahasa*. Jakarta : PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Petter A Weller. 1989. *Fachkunde Fahrzeugtechnik*, Holland+Johenshands Germany. p 107-173
- Robert, 1993. *Automotive Band Book*, VDI Verlag Germany. p 108–184
- Roel. 2006. *Analisa Emisi Gas Buang*. Jakarta : Nippondenso Training Manual.
- Sastrawijaya. 1995. *Pencemaran Lingkungan*. Jakarta : Rineka Cipta.
- Spuller, 1987. *Bahan Bakar Step IV*, VEDC Malang. 61 15 45 90. P 1-4
- Tugaswati, A. Tri. 2008. *Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor dan Dampaknya Terhadap Kesehatan*. <http://kpbb.org>, diakses Sabtu, 8 Juli 2017.
- Warju 2009, *Pengujian Performa Mesin Kendaraan Bermotor*. Edisi Pertama. Surabaya : Unesa University Press

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Nama : Rizky Maulana Siregar
Tempat/ Tanggal Lahir : Klumpang, 31 Oktober 1995
Jenis Kelamin : Laki-laki
Kewarganegaraan : Indonesia
Agama : Islam
Status : Belum Kawin
Alamat : Dusun I
Kel/Desa : Sialang Muda
Kecamatan : Hamparan Perak
Nomor HP : 081262032922

RIWAYAT PENDIDIKAN

2001-2007 : SD Negeri 101747 Klumpang Kampung
2007-2010 : SMP Negeri 40 Medan
2010-2013 : SMK Negeri 5 Medan
2013-2017 : Tercatat Sebagai Mahasiswa UMSU, Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik (Konversi Energi)