

TUGAS SARJANA
KONVERSI ENERGI
ANALISA GAS BUANG KENDARAAN BERMOTOR
BERBAHAN BAKAR PREMIUM 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 :

SUDOMO

1307230208



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 PREMIUM DENGAN VARIASI
CAMPURAN BAHAN BAKAR DAN UDARA

Disusun Oleh :

SUDOMO
1307230208

Disetujui Oleh :

Pembimbing – I

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

Pembimbing – II

(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 PREMIUM DENGAN VARIASI
CAMPURAN BAHAN BAKAR DAN UDARA

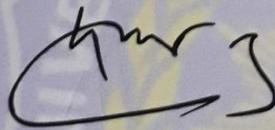
Disusun Oleh :

SUDOMO
1307230208

Telah diperiksa dan diperbaiki
Pada seminar tanggal 19 Oktober 2017.

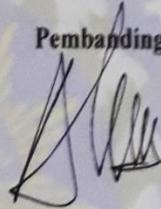
Disetujui Oleh :

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, S.T.)

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 Baeri No.3 Telp. (061) 6611233 – 6624567 –
6622400 – 6610450 – 6619056 Fax. (061) 6625474 Medan 20238
Website : <http://www.umsu.ac.id>

Bila diperlukan surat ini agar ditunjukkan nomor dan tanggalnya

DAFTAR SPESIFIKASI
TUGAS SARJANA

Nama Mahasiswa : Sudomo
NPM : 1307230208
Semester : IX
SPESIFIKASI :

Analisa Gas Buang Kendaraan Bermotor Berbahan Bakar

Premium Dengan Variasi Campuran Bahan Bakar Dan Udara

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

Diketahui oleh :
Ka. Program Studi Teknik Mesin



(Affandi, S.T.)

Medan, Juni 2017
Dosen Pembimbing – I

(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 Baeri No 3 Telp. (061) 6611233 - 6624567 -
6622400 - 6610450 - 6619056 Fax. (061) 6625474 Medan 20238
Website : <http://www.umsu.ac.id>

Site: <http://www.umsu.ac.id>
Email: umsu@umsu.ac.id

DAFTAR HADIR ASISTENSI
TUGAS SARJANA

NAMA : SUDOMO PEMBIMBING - I : H. Mubarnif M, S.T., M.Sc
NPM : 1307230208 PEMBIMBING - II : Khairul Umurani, S.T., M.T

NO	Hari / Tanggal	Uraian	Paraf
1.	20 - Juli 2017	Perbaikan batas an masalah	
2.	3 - Agustus 2017	Perbaikan Gerb 2	
3.	6 - September 2017	Perbaikan tabel dan grafik	
4	7 - September - 2017	Perbaikan Analisa Eja	
5	19 - September - 2017	Perbaikan tabel	
6	27 - September - 2017	Perbaikan daftar	
7	03 Oktober - 2017	Perbaikan tabel ke penyuluhan	
8	10 Oktober 2017	ACC Seminar	

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

Peserta Seminar
 Nama : Sudomo
 NPM : 1307230208
 Judul Tugas Akhir : Analisa Gas Buang Kendaraan Bermotor Berbahan Bakar Premium 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	1107230246-P	Rizka Indra Syah putra	
2	1107230215	Zul Falimi	
3	1207230071	ANDI PRASETIA	
4	1207230209	SUGIANTO	
5	1207230208	Khaidir Atfan	
6	1307230224	MHO. TIRTO HUSDOO	
7	1307230254	Ashari Agustian Alunthe	
8	1207230258	Dedi Artisandi Lubis	
9	1207230048	Muhammad Rizki Mahal	
10	1207230043	ARIF IN ILYAS	

Medan, 29 Muharram 1439 H
19 Oktober 2017 M



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

NAMA : Sudomo
NPM : 1307230208
Judul T.Akhir : Analisa Gas Buang Kendaraan Bermotor Berbahan Bakar Pre -
Mium 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 latar belakang, ringkasan, kesimpulan judul
- Falsafah penelitian dan B.B yg digunakan
- di samping adanya jurnal sbg pendukung dan perbandingan*
3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :
.....
.....
.....
.....

Medan 29 Muharram 1439H
19 Oktober 2017 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T.Mesin



Dosen Pembanding- I

Munawar A Siregar.S.T.M.T

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

NAMA : Sudomo
NPM : 1307230208
Judul T.Akhir : Analisa Gas Buang Kendaraan Bermotor Berbahan Bakar Pre –
Mium 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 :

perbaiki gratis - gratis

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

3. Harus mengikuti seminar kembali
- Perbaikan :

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

Medan 29 Muharram 1439H
19 Oktober 2017 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T.Mesin



Affandi.S.T

Dosen Pemanding- II

Sudirman Lubis
Sudirman Lubis.S.T.M.T

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS SARJANA

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Sudomo
Tempat/Tgl Lahir : Parbutaran 20 Juli 1995
NPM : 1307230208
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 PREMIUM 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 orisinal dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuaian 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, 26 Oktober2017

Saya yang menyatakan,



SUDOMO

KATA PENGANTAR



Assalamu'Alaikum Wr. Wb.

Alhamdulillahirabil'amin, 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 PREMIUM DENGAN VARIASI BAHAN BAKAR DAN UDARA” yang diselesaikan selama kurang lebih 7 BULAN. Tugas Akhir ini disusun untuk melengkapi syarat menyelesaikan jenjang kesarjanaan Strata 1 pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, 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. Kedua orang tua, Ayahanda tercinta Sudarwis dan Ibunda tercinta Nurajjah yang selalu memberikan kasih sayang, tenaganya dan doa-doa sehingga dapat dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Bapak H. Muharnif, S.T., M.sc selaku Dosen Pembimbing-I yang telah memberikan bimbingannya sehingga tugas sarjana ini dapat terselesaikan dengan baik.
3. Bapak Khairul umurani, S.T., M.T, selaku Wakil Dekan III Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, sekaligus Pembimbing II yang telah memberikan bimbingannya sehingga tugas sarjana ini dapat diselesaikan dengan baik.
4. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T., M.T, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, sekaligus pembimbing I yang telah banyak memberikan pelajaran dan jugsan saran hingga tugas sarjana ini dapat terselesaikan dengan baik
5. Bapak Sudirman Lubis, S.T., M.T selaku Dosen Pembanding II yang telah banyak memberikan kritikan dan saran hingga terselesaikannya tugas sarjana ini.
6. Bapak Affandi, S.T selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
7. Dosen/staf pengajar di Teknik Mesin yang telah banyak mengajarkan saya tentang ilmu teknik mesin.
8. Pegawai Biro yang telah banyak mengurus berkas perkuliahan saya hingga sampai selesai.
9. Terima kasih kepada Abangda Arya Rudi Nasution S.T, Gani, dan Ibnu yang telah membantu saya dalam pengujian.
10. Terima kasih kepada Saudara Rizki Maulana Siregar, Anggi Ardiansyah Siregar, Azmi Hakim, Muhammmad Rizal Lubis, abangda Hans Sitompul, abangda Budi Tumanggor dan teman – teman Teknik 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/i Teknik Mesin khususnya. Amin.

Wassalamu'Alaikum Wr. Wb

Medan, Oktober 2017
Penulis

Sudomo
1307230208

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	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan	3
1.4.1 Tujuan Umum	3
1.4.2 Tujuan Khusus	3
1.5 Mamfaat	4
1.6 Sistematika Penulisan	4
	4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Teori Emisi Gas Buang	6
2.1.1 Sumber Gas Buang Kendaraan Bermotor	8
2.1.2 Dampak Gas Buang kendaraan Bermotor	10
2.1.3 Persyaratan Alat Uji Emisi Berbahan Bakar Bensin	12
2.1.4 Standar Ambang Batas Emisi Bermotor Di Indonesia	13
2.2 Teori Bahan Bakar	13
2.2.1 Bahan Bakar	13
2.2.2 Premium	16
2.3 Campuran Bahan Bakar dan Udara	19
2.4 Gas Analizer	21
2.5 Diagnostik	23
BAB 3. METODE PENELITIAN	
3.1 Tempat Dan Waktu	24
3.1.1 Tempat Penelitian	24
3.1.2 Waktu	24
3.2 Jenis Alat Dan Bahan Yang Di Gunakan	24
3.2.1 Alat Yang Digunakan	24
3.2.2 Bahan	29
3.3 Prosedur Pengujian	32
3.3.1 Pengujian Dengan Campuran Standar	32
3.3.2 Pengujian Dengan Campuran Kaya	33
3.3.3 Pengujian Dengan Campuran Miskin	34
3.4 Diagram Alir	36
3.5 Penjelasan	37
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	

4.1 Hasil Pengujian	38
4.1 Perhitungan Data	51

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan	60
5.2 Saran	60

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Sumber Gas Buang Kendaraan Bermotor	9
Gambar 2.2 Premium	16
Gambar 2.3 Struktur Kimiawi Ikatan Hidrocarbon	17
Gambar 2.4 Grafik Emisi Dengan AFR	19
Gambar 3.1 Gas Analyzer	25
Gambar 3.2 probe	26
Gambar 3.3 Selang Probe	26
Gambar 3.4 Power Cable	27
Gambar 3.5 Kertas Printer	27
Gambar 3.6 FI Diagnostik Tool	28
Gambar 3.7 Stopwacth	28
Gambar 3.8 Sepeda Motor 150cc	31
Gambar 3.9 Bahan Bakar Premium	31
Gambar 3.10 Diagram Alir	36
Gambar 4.1 Grafik Emisi Terhadap AFR pada Putaran 1000 rpm	39
Gambar 4.2 Grafik Emisi Terhadap AFR pada Putaran 1500 rpm	41
Gambar 4.3 Grafik Emisi Terhadap AFR Pada Putaran 2000 rpm	43
Gambar 4.4 Grafik Emisi Terhadap AFR pada Putaran 3000 rpm	45
Gambar 4.5 Grafik Emisi Terhadap Putaran 1000,1500,2000 dan 3000 rpm Campuran Standar	47
Gambar 4.6 Grafik Emisi Terhadap Putaran 1000,1500,2000 dan 3000 rpm Campuran Kaya	49
Gambar 4.7 Grafik Emisi Terhadap Putaran 1000,1500,2000 dan 3000 rpm Campuran Miskin	50

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Dampak Emisi Gas Buang Bagi Kesehatan	11
Tabel 2.2 Ambang Batas Emisi Kendaraan Bermotor	13
Tabel 2.3 Spesifikasi Premium	18
Tabel 3.1 Spesifikasi Gas Analyzer	25
Tabel 4.1 Hasil Pengujian Gas Analyzer sepeda Motor 150cc menggunakan bahan bakar premium dengan putaran 1000 rpm	38
Tabel 4.2 Hasil Pengujian Gas Analyzer sepeda Motor 150cc menggunakan bahan bakar premium dengan putaran 1500 rpm	40
Tabel 4.3 Hasil Pengujian Gas Analyzer sepeda Motor 150cc menggunakan bahan bakar premium dengan putaran 2000 rpm	42
Tabel 4.4 Hasil Pengujian Gas Analyzer sepeda Motor 150cc menggunakan bahan bakar premium dengan putaran 3000 rpm	44
Tabel 4.5 Hasil Pengujian Gas Analyzer sepeda Motor 150cc Dengan Putaran 1000, 1500, 2000, dan 3000 rpm Campuran Standar	46
Tabel 4.6 Hasil Pengujian Gas Analyzer sepeda Motor 150cc Dengan Putaran 1000, 1500, 2000, dan 3000 rpm Campuran Kaya	48
Tabel 4.7 Hasil Pengujian Gas Analyzer sepeda Motor 150cc Dengan Putaran 1000, 1500, 2000, dan 3000 rpm Campuran Miskin	50

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seiring bertambahnya jumlah kendaraan bermotor yang menggunakan bahan bakar premium yang mengandung timah hitam (leaded gasoline) berperan sebagai penyumbang polusi cukup besar bagi kesehatan terutama karbon monoksida (CO) dan juga hidrokarbon (HC) yang sangat berbahaya bagi lingkungan. Kondisi tersebut diperparah dengan menipisnya bahan bakar minyak yang melanda negara (Abubakar, 2003)

Bensin (gasoline) merupakan jenis bahan bakar cair yang digunakan dalam proses pembakaran pada motor bakar. Bensin yang dijual di pasaran merupakan campuran sejumlah produk yang dihasilkan dari berbagai proses. Salah satu sifat yang harus dimiliki dari bensin adalah Octane Number dari bahan bakar tersebut. Angka oktan adalah angka yang menunjukkan berapa besar tekanan maksimum yang bisa diberikan di dalam mesin

Premium atau yang biasa disebut masyarakat umum bensin merupakan jenis BBM jenis distilat yang memiliki warna kekuningan yang jernih. Premium mengandung RON 88, paling rendah diantara tiga jenis BBM kendaraan bermotor yang dipasarkan di Indonesia.

Sebagai BBM dengan nilai oktan paling rendah premium mempunyai beberapa kelemahan yaitu:

1. penggunaan premium dalam mesin berkompresi tinggi akan menyebabkan knocking. Knocking bisa menyebabkan menurunnya kinerja pada mesin dan juga bisa terjadi pemborosan.
2. Dapat mengakibatkan lebih cepat terjadi kerusakan pada piston sehingga mengurangi masa pemakaian mesin.
3. Produksi premium lebih banyak komponen lokal, dalam pembuatannya premium menggunakan pewarna tambahan.
4. Pemakaian bahan bakar premium pada kendaraan bermotor akan menghasilkan emisi gas buang yang sangat berbahaya bagi lingkungan dan juga kesehatan.

Pada tugas akhir ini akan dilakukan pengujian emisi gas buang pada kendaraan bermotor menggunakan bahan bakar premium dengan variasi campuran bahan bakar dan udara

1.2 Rumusan Masalah

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

1. Bagaimana hasil analisa emisi gas buang kendaraan bermotor menggunakan bahan bakar premium
2. Bagaimana pengaruh emisi 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 emisi gas buang kendaraan bermotor 150cc menggunakan bahan bakar premium dengan menggunakan alat uji emisi
2. variasi campuran bahan bakar dengan udara, yaitu campuran standar, campuran kaya dan campuran miskin
3. Pengujian hanya dilakukan pada putaran 1000 rpm, 1500 rpm, 2000 rpm, dan 3000 rpm.

1.4 Tujuan

Adapun tujuan akan dilakukan pada penelitian ini yaitu tujuan umum dan tujuan khusus.

1.4.1 Tujuan Umum

Secara umum penelitian ini bertujuan untuk menganalisa gas buang kendaraan bermotor berbahan bakar premium

1.4.2 Tujuan Khusus

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui hasil pengujian emisi gas buang pada kendaraan bermotor menggunakan bahan bakar premium
2. Untuk mengetahui hasil pengujian emisi gas buang dengan variasi campuran bahan bakar dan udara menggunakan bahan bakar premium.

1.4 Mamfaat

Adapun mamfaat dari penelitian emisi gas buang ini adalah sebagai berikut:

1. Sebagai suatu penerapan atau pembelajaran tentang uji emisi gas buang.
2. Sebagai bahan penelitian untuk menganalisa uji emisi gas buang berbahan bakar premium, dengan variasi campuran bahan bakar dan udara.
3. Menambah pengetahuan dan wawasan tentang uji emisi gas buang.

1.6 Sistematika Penulisan

BAB 1 : PENDAHULUAN

Berisi tentang latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, manfaat dan sistematika penulisan

BAB 2 : TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi tentang landasan teori yang di gunakan yaitu mengenai persamaan-persamaan teori yang bersinggungan dengan judul tugas akhir.

BAB 3 : METODE PENELITIAN

Bab ini berisikan cara atau metode penelitian, jalannya penelitian yang dilakukan, alat dan bahan.

BAB 4 : HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisikan hasil dari pengujian dan analisa data

BAB 5 : KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisikan tentang kesimpulan hasil pengujian dan analisa

DAFTAR PUSTAKA

Bagian ini berisikan tentang sumber materi yang didapat untuk membahas persoalan dalam tugas akhir ini.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Teori Emisi Gas buang

Emisi gas buang merupakan zat pencemar yang dihasilkan dari hasil proses pembakaran di dalam silinder. Zat pencemar dari hasil pembakaran bahan bakar ini dapat dibagi menjadi lima macam yaitu CO (Carbon Monoksida), HC (Hidro Carbon), CO₂ (Karbon Dioksida), O₂ (Oksigen), dan Nox (Nitrogen Oxide). Tetapi ada pula pencemar yang berupa timah hitam (Pb), hal ini disebabkan karena bahan bakar cair mengandung timbal. Emisi gas buang atau polutan yang paling sering diperhatikan adalah CO, HC, CO₂, dan O₂. Dua gas yang disebutkan terakhir bukan merupakan polutan tetapi terus diperhatikan karena menjadi indikator efisiensi pembakaran (Erjavec, 2000:726).

Gas buang ialah sisa hasil dari suatu proses pembakaran bahan bakar di dalam mesin kendaraan. Biasanya gas buang ini terjadi karena pembakaran yang tidak sempurna dari sistem pembuangan dan pembakaran mesin serta lepasnya partikel-partikel karena kurang tercukupinya oksigen dalam proses pembakaran tersebut.

Proses pembakaran bahan bakar dari kendaraan bermotor menghasilkan gas buang yang bersifat mencemari lingkungan sekitar dalam bentuk polusi udara. Secara teoritis gas buang mengandung unsur-unsur senyawa antara lain:

1. Emisi senyawa Hidro Carbon (HC)

Hidrokarbon (HC) merupakan unsur senyawa bahan bakar bensin, 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.).

2. Emisi senyawa Carbon Monoksida (CO)

Gas karbon monoksida merupakan unsur gas yang relatif tidak stabil dan memiliki kecenderungan bereaksi dengan unsur yang lain, Carbon Monoksida sebenarnya bisa dengan mudah berubah menjadi Carbon Dioksida apabila tercampur dengan sedikit oksigen dan panas, jika rasio AFR pada mesin yang bekerja bisa tepat, emisi gas buang sistem injeksi pada ujung knalpot berkisar antara 0.5% - 1% sedangkan pada carburator sebesar 2.5%.

3. Emisi senyawa Carbon Dioksida (CO₂)

Banyaknya kandungan karbon dioksida yang keluar dari knalpot motor sebenarnya menunjukkan proses pembakaran di ruang bakar, jika kandungan semakin tinggi, maka artinya pembakaran semakin sempurna, jika AFR berada di angka ideal, emisi karbon dioksida akan berkisar antara 12% - 15%, namun jika AFR terlalu kurus atau kaya maka emisi CO₂ akan turun drastis, apabila CO₂ dibawah 12% maka kita harus melihat emisi lainnya yang menunjukkan posisi AFR terlalu kaya atau kurus, sumber keluarnya CO₂ sendiri hanya ada di ruang bakar yang dipengaruhi CC, jika kadar CO₂ rendah namun kadar CO dan HC normal, artinya ada kebocoran pada knalpot.

4. Emisi senyawa Oksigen (O₂)

Konsentrasi O₂ di ruang bakar terbanding terbalik dengan CO₂, agar pembakaran sempurna kadar oksigen harus mencukupi untuk setiap molekul HC, bentuk ruang bakar yang melengkung sempurna akan mempengaruhi efisiensi

pembakaran bahan bakar karena kondisi ini mempermudah bertemunya molekul bensin dan molekul udara. Untuk mengurangi emisi HC molekul oksigen harus diperbanyak untuk memastikan semua molekul bensin bisa bertemu molekul udara dalam AFR 14,7 : 1 ($\lambda = 1$) oksigen yang terkandung dalam gas buang berkisar antara 0.5% - 1%, normalnya konsentrasi oksigen dan gas buang adalah sekitar 12% atau lebih kecil hingga mendekati 0%.

5. Emisi senyawa Nox

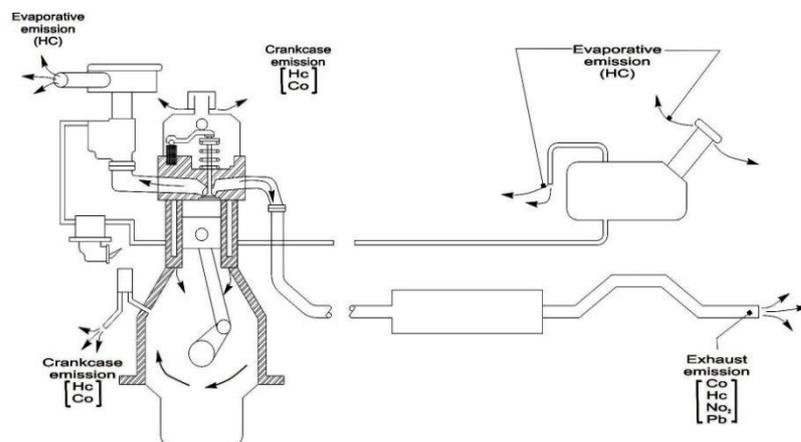
Senyawa Nox sebenarnya tidak terlalu penting dalam diagnose mesin, pada dasarnya Nox merupakan ikatan kimia antara nitrogen dan oksigen, dalam kondisi atmosphere normal, nitrogen merupakan gas inert yang sangat stabil dan tidak berikatan dengan unsur senyawa lainnya, namun saat mesin dalam kondisi panas, suhu tinggi dan tekanan tinggi akan mempengaruhi unsur nitrogen sehingga senyawa ini terpecah ikatannya dan tercampur dengan oksigen. Nox adalah senyawa yang tidak stabil, efeknya jika menjadi gas buang motor akan berikatan dengan oksigen di udara bebas sehingga membentuk kandungan NO₂, kandungan ini mengandung racun dan jika bercampur air akan menjadi asam nitrat yang sangat berbahaya jika dihirup manusia.

2.1.1 Sumber Gas Buang Kendaraan Bermotor

Gas buang adalah polutan yang keluar dari hasil pembakaran pada motor pembakaran dalam. Pembakaran yang sempurna akan mereduksi karbon dan hydrogen menjadi CO₂ dan H₂O. Pembakaran yang terjadi tidak selalu sempurna, pembakaran yang tidak sempurna akan menimbulkan terbentuknya polutan berbahaya seperti karbon monoksida (CO) dan hidrokarbon (HC).

Ada empat sumber polusi yang berasal dari kendaraan bermotor, yaitu :

1. Pipa gas buang (knalpot) adalah sumber yang paling utama (65-85%) dan mengeluarkan hidrokarbon (HC) yang terbakar maupun tidak terbakar, bermacam-macam nitrogen oksida (NO_x), karbon monoksida (CO) dan campuran alkohol, aldehida, keton, penol, asam, ester, ether, epoksida, peroksida dan oksigen yang lain.
2. Bak oli adalah sumber kedua (20%) dan mengeluarkan hidrokarbon yang terbakar maupun tidak.
3. Tangki bahan bakar adalah faktor yang disebabkan oleh cuaca panas dengan kerugian penguapan hidrokarbon mentah (5%).
4. Karburator adalah faktor lainnya, terutama saat berkendara pada posisi *stop and go* (kondisi macet) dengan cuaca panas, dengan kerugian penguapan dan bahan bakar mentah (5-10%). (Warju, 2009:111)



Gambar 2.1 Sumber gas buang kendaraan bermotor

(Irawan, B. 2012)

2.1.2 Dampak Gas Buang Kendaraan Bermotor

Gas buang kendaraan bermotor sebenarnya terutama terdiri dari senyawa yang tidak berbahaya seperti nitrogen, karbon dioksida dan uap air, tetapi didalamnya terkandung juga senyawa lain dengan jumlah yang cukup besar yang dapat membahayakan kesehatan maupun lingkungan. Bahan pencemar yang terutama terdapat didalam gas buang kendaraan bermotor adalah karbon monoksida (CO), berbagai senyawa hidrokarbon, berbagai oksida nitrogen (NO_x) dan sulfur (SO_x), dan partikulat debu termasuk timbel (PB). Bahan bakar tertentu seperti hidrokarbon dan timbel organik, dilepaskan keudara karena adanya penguapan dari sistem bahan bakar. (Tugaswati, 2000).

1. Terhadap kesehatan

Beberapa senyawa emisi gas buang yang dapat membahayakan kesehatan, misalnya dampak keracunan gas CO, keracunan gas CO dalam jumlah banyak akan membuat kita mengalami berbagai hal mengerikan hanya dalam hitungan menit, mulai dari hilang kesadaran hingga mati lemas. Selain merasakan sesak nafas, hal yang biasa dialami saat keracunan CO yakni sakit kepala, rasa lelah yang amat sangat, pusing, serta mual- mual. Sakit dada mendadak juga dapat muncul pada orang yang menderita angina pectoris (nyeri dada).

Gangguan kesehatan lain diantara kedua pengaruh yang ekstrim ini, misalnya kanker pada paru-paru atau organ tubuh lainnya, penyakit pada saluran tenggorokan yang bersifat akut maupun khronis, dan kondisi yang diakibatkan karena pengaruh bahan pencemar terhadap organ lain seperti paru, misalnya sistem syaraf. Karena setiap individu akan terpajan oleh banyak

senyawa secara bersamaan, sering kali sangat sulit untuk menentukan senyawa mana atau kombinasi senyawa yang mana yang paling berperan memberikan pengaruh membahayakan terhadap kesehatan (Depkes, 2004)

Tabel 2.1 Dampak emisi gas buang bagi kesehatan

Pencemar	Dampak bagi kesehatan
CO (Carbon Monoksida)	Mengganggu konsentrasi dan refleksi tubuh, menyebabkan kantuk, dan dapat memperparah penyakit kardiovaskular akibat defisiensi oksigen. CO mengikat hemoglobin sehingga jumlah oksigen dalam darah berkurang
HC (Hidrokarbon)	Mengakibatkan iritasi pada mata, batuk, rasa mengantuk, bercak kulit, dan perubahan kode genetik.
CO ₂ (Karbon Dioksida)	Meningkatkan resiko penyakit paru – paru dan menimbulkan, pusing dan sesak bernafas, dan dapat menyebabkan serangan jantung.

Sumber : Laporan WHO-Europe 2004 dalam Rimantho 2010)

2. Dampak terhadap lingkungan

Tidak semua senyawa yang terkandung di dalam gas buang kendaraan bermotor diketahui dampaknya terhadap lingkungan selain manusia. Beberapa senyawa yang dihasilkan dari pembakaran sempurna seperti CO₂ yang tidak beracun, belakangan ini menjadi perhatian orang. Senyawa CO₂ sebenarnya merupakan komponen yang secara alamiah banyak terdapat di udara. Oleh

karena itu CO₂ dahulunya tidak menepati urutan pencemaran udara yang menjadi perhatian lebih dari normalnya akibat penggunaan bahan bakar yang berlebihan setiap tahunnya. Pengaruh CO₂ disebut efek rumah kaca dimana CO₂ di atmosfer dapat menyerap energi panas dan menghalangi jalannya energi panas tersebut dari atmosfer ke permukaan yang lebih tinggi. keadaan ini meningkatkan suhu rata – rata di permukaan bumi dan dapat mengakibatkan meningginya permukaan air laut akibat melelehnya gunung- gunung es, yang pada akhirnya akan mengubah berbagai siklus alamiah. Pengaruh pencemaran SO₂ terhadap lingkungan telah banyak diketahui. Pada tumbuhan, daun adalah bagian yang paling peka terhadap pencemaran SO₂, dimana akan terdapat bercak atau noda putih atau coklat merah pada permukaan daun. Dalam beberapa hal, kerusakan pada tumbuhan dan bangunan disebabkan karena SO₂ dan SO₃ di udara, yang masing- masing membentuk asam sulfit dan asam sulfat (Rimantho, 2010).

2.1.3 Persyaratan Alat Uji Emisi berbahan Bakar Bensin

Menurut kementrian 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 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.

2.1.4 Standart Ambang Batas Emisi Kendaraan Bermotor 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 2.2 Ambang Batas Emisi Kendaraan Bermotor

Kategori	Tahun	Parameter		Metode
	Pembuatan	CO (%Vol)	HC (ppm)	Uji
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)	\geq 2010	4.5	2000	Idle

Sumber : kemen LH No.05 tahun 2006

2.2 Teori Bahan Bakar Premium

2.2.1 Bahan Bakar

Bahan bakar adalah suatu materi apapun yang dapat dirubah menjadi energi. Umumnya bahan bakar mengandung energi panas yang bisa dilepaskan serta dimanipulasi. Kebanyakan bahan bakar digunakan melalui proses pembakaran (reaksi redoks) dimana bahan bakar tersebut akan melepaskan panas setelah direaksikan dengan oksigen di udara. Hidrokarbon (termasuk didalamnya bensin dan solar) sejauh ini merupakan bahan bakar yang paling sering digunakan manusia. maka dari itu bahan bakar minyak terutama, solar,

premium, dan pertamax menjadi bahan bakar yang banyak dicari masyarakat luas dan menjadi bahan bakar unggulan yang dibeli setiap hari sebagai bahan bakar kendaraan.

Menurut supraptono, bahan bakar adalah bahan – bahan yang digunakan dalam proses pembakaran. Tanpa adanya bahan bakar proses pembakaran tidak mungkin berlangsung.

Bahan bakar pada umumnya merupakan suatu senyawa yang mengandung unsur hidrokarbon. Hampir semua jenis bahan bakar yang beredar di pasaran berasal dari minyak bumi beserta turunannya yang kemudian diolah menjadi berbagai macam dan jenis bahan bakar. Bahan itu sendiri sangat diperlukan dalam proses pembakaran yang terjadi di ruang bakar. Bahan bakar yang digunakan motor bakar harus memenuhi kriteria sifat fisik dan sifat kimia, antara lain :

- a. nilai bakar bahan bakar itu sendiri
- b. densitas energi yang tinggi
- c. tidak beracun
- d. stabilitas panas
- e. rendah polusi
- f. mudah dipakai dan disimpan

Sedangkan sifat alamiah dari bahan bakar itu sendiri:

- a. *Volatility* (Penguapan) adalah kemampuan menguap dari bahan bakar pada temperatur tertentu dalam proses destilasi.

- b. Titik nyala adalah temperatur tertentu dimana bahan bakar dapat terbakar dengan sendirinya tanpa bantuan percikan api.
- c. Gravitasi spesifik, merupakan perbandingan berat jenis bahan bakar terhadap acuan tertentu (terhadap berat jenis udara ataupun air).
- d. Nilai bakar, merupakan jumlah energi yang terkandung dalam bahan bakar.

Bahan bakar yang digunakan dalam motor bakar dapat dibedakan menurut wujudnya menjadi 3 kelompok, yaitu gas, cair, dan padat. Bahan bakar gas pada saat ini biasanya berasal dari gas alam, sedangkan bahan bakar cair berasal dari hasil penyulingan minyak bumi. Bahan bakar padat biasanya berupa batu bara.

Adapun kriteria utama yang harus dipenuhi bahan bakar yang akan digunakan dalam motor bakar adalah sebagai berikut :

- a. Proses pembakaran bahan bakar dalam silinder harus secepat mungkin dan panas yang dihasilkan harus tinggi.
- b. Bahan bakar yang digunakan harus tidak meninggalkan endapan atau deposit setelah proses pembakaran, karena akan menyebabkan kerusakan pada dinding silinder.
- c. Gas sisa pembakaran harus tidak berbahaya pada saat dilepaskan ke udara

2.2.2 Premium

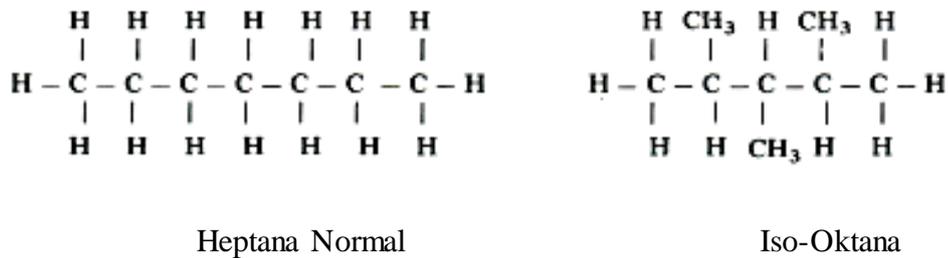


Gambar 2.2 Premium

Premium asal mulanya adalah naphtha (salah satu Produk destilasi minyak bumi), Premium adalah bahan bakar minyak berwarna kekuningan yang jernih. Premium merupakan BBM untuk kendaraan bermotor yang paling populer di Indonesia. Premium di Indonesia dipasarkan oleh Pertamina dengan harga yang relatif murah karena memperoleh subsidi dari Anggaran Pendapatan dan Belanja Negara. Premium merupakan BBM dengan oktan atau *Research Octane Number (RON)* terendah di antara BBM untuk kendaraan bermotor lainnya, yakni hanya 88. Pada umumnya, Premium digunakan untuk bahan bakar kendaraan bermotor bermesin bensin, seperti: mobil, sepeda motor, motor tempel, dan lain-lain. Bahan bakar ini sering juga disebut motor *gasoline* atau petrol. Dari sisi lingkungan, Premium masih memiliki kandungan logam berat yang berbahaya bagi kesehatan.

Bahan bakar bensin adalah senyawa hidrokarbon yang kandungan oktana atau isooktananya tinggi. Senyawa oktana adalah senyawa hidrokarbon yang digunakan sebagai patokan untuk menentukan kualitas bahan bakar bensin yang dikenal dengan istilah angka oktana. Isooktana dianggap sebagai bahan bakar

paling baik karena hanya pada kompresi tinggi saja isooktana memberikan bunyi ketukan (detonasi) pada mesin. Sebaliknya, heptana dianggap sebagai bahan bakar paling buruk. Angka oktana 100 artinya bahan bakar tersebut setara dengan isooktana murni. Angka oktana 80 artinya bensin tersebut merupakan campuran 80% isooktana dan 20% heptana. Gambar dibawah ini merupakan rumus molekul kedua senyawa tersebut.



Gambar 2.3 Struktur kimiawi ikatan Hidrokarbon

Reaksi pembakaran teoritis antara hidrokarbon dengan udara adalah sebagai berikut:



Persamaan diatas menyatakan perbandingan stokiometris dari udara-bahan bakar yang tersedia cukup oksigen untuk mengubah seluruh bahan bakar menjadi produk yang bereaksi sempurna AFR stoikometris tergantung komposisi kimia bahan bakar.

Bahan bakar yang digunakan pada kendaraan bermotor yang di uji adalah premium. Rumus kimia premium adalah C₈H₁₈. reaksi pembakaran bahan bakar premium adalah sama dengan persamaan reaksi pembakaran teoritis antara hidrokarbon dengan udara, hal ini disebabkan karena premium merupakan senyawa dari hidrokarbon

Tabel 2.3 spesifikasi Premium

Premium						
No	Karakteristik	Satuan	Batasan		Batasan	
			Tanpa Timbal	Timbal	Bertimbal	Bertimbal
			Min	Max	Min	Max
1	Bilangan oktan Angka Oktan Riset (RON)	RON	88,0	-	88,0	-
	Angka Mktan Motor (MON)	MON	Dilaporkan		Dilaporkan	
2	Stabilitas oksidasi	Menit	360	-	360	-
3	Kandungan sulfur	%m/m	-	0,05 ¹⁾	-	0,05 ¹⁾
4	Kandungan timbal (Pb)	Gr/l	-	0,013	-	0,3
5	Kandungan oksigen	%m\m	-	2,7 ²⁾	-	2,7 ²⁾
6	Distilasi :					
	10% vol. Penguapan	°C	-	74	-	74
	50% vol. Penguapan	°C	88	125	88	125
	90% vol. Penguapan	°C	-	180	-	180
	Titik didih akhir	°C	-	215	-	205
	Residu	% vol	-	2,0	-	2,0
7	Washed gum	Mg\100 ml	-	5	-	5
8	Tekanan uap	Kpa	-	60	-	60
9	Berat jenis (pada suhu 15 °C)	Kg\m ³	715	780	715	780
10	Korosi bilah tembaga	Menit	Kelas 1		Kelas 2	
11	Sulfur mercaptan	% massa	-	0,002	-	0,002
12	Penampilan visual		Jernih dan terang		Jernih dan terang	
13	Warna		Merah		Merah	
14	Kandungan warna	Gr/100 1	0,13		0,13	
15	Bau		Dapat disarankan		Dapat disarankan	
16	Uji doctor		Negatif		Negatif	

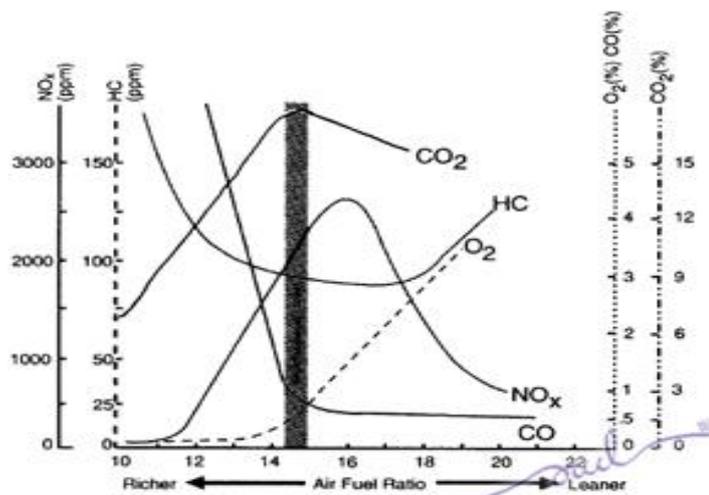
Sumber : PT. Pertamina,2007

2.3 Campuran Bahan Bakar Dan Udara

Campuran yang dibutuhkan untuk membakar 14.7 gram udara membutuhkan 1 gram 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, 2000). 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



Gambar 2.4 grafik emisi dengan AFR

sumber : obert, Edward F (1973)

Campuran bahan bakar dan udara terlalu kaya adalah campuran bahan bakar dan udara yang mana perbandingan jumlah bahan bakar lebih banyak dari perbandingan yang normal.

Campuran bahan bakar yang terlalu kaya dapat disebabkan oleh :

- a. Cuk macet dalam keadaan tertutup
- b. Katup pelampung tidak bekerja dengan baik atau sudah haus, ganti katup pelampung yang sudah haus.
- c. Pelampung terlalu rebdah sehingga ruang pelampung terisi bahan bakar yang terlalu banyak. Setel tinggi pelampung sesuai dengan spesifikasi.
- d. Spuyer udara tersumbat, bersihkan spuyer udara semprot lubang salura.
- e. Elemen saringan udara dalam keadaan kotor, bersihkan elemen saringan udara.

Campuran bahan bakar dan udara terlalu miskin adalah campuran bahan bakar dan udara yang mana perbandingan jumlah bahan bakar lebih sedikit dari perbandingan yang normal.

Campuran bahan bakar dan udara terlalu miskin disebabkan oleh :

- a. Spuyer karburator tersumbat, bersihkan spuyer dan semprot lubang Spuyer karburator tersumbat, bersihkan spuyer dan semprot lubang salurannya sampai lancar.
- b. Katup pelampung tidak bekerja dengan baik.
- c. Tinggi pelampung terlalu tinggi.
- d. Saluran bahan bakar terhambat, bersihkan saluran bahan bakar tersebut.
- e. Selang pernapasan karburator tersumbat, bersihkan selang pernapasan yang tersumbat.

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 feporma saat dinyalakan. Campuran yang tepat akan menghasilkan pembakaran yang sempurna.

2.4 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 :
 1. Kebocoran pada sistem vakum
 2. Sistem pengapian yang tidak bekerja dengan baik
 3. Kerusakan pada *engine control unit*
 4. Kerusakan pada oksigen sensor
 5. Gangguan pada sistem pasokan udara
 6. Adanya kerusakan pada *catalytic converter*
 7. 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,
 1. Bisa karena karburator tidak bekerja dengan baik
 2. Filter udara kotor
 3. Kerusakan pada sistem *choke* karburator
 4. 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.

2.5 Diagnostik Tools

Diagnostik Tools adalah Scanner Motor Yang berfungsi untuk mendeteksi kerusakan pada sistem injeksi sepeda motor . Selain itu, alat ini juga berfungsi untuk mengetes sensor-sensor pada motor, apakah masih normal atau sudah ada tanda-tanda abnormal. Alat ini juga dapat digunakan untuk menyetel CO, irit atau borosnya bahan bakar yang dikonsumsi agar mendapat campuran antara bahan bakar dan udara yang sesuai.

BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1 Tempat Dan Waktu

3.1.1 Tempat

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

3.1.2 Waktu

Waktu pelaksanaan analisa dan pengujian ini dimulai dari persetujuan yang diberikan oleh pembimbing, hingga kemudian melakukan pengujian.

3.2 Jenis Alat Dan Bahan Yang Digunakan

3.2.1 Alat Yang Digunakan

1. Gas Analyzer

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

Gas Analyzer dapat dilihat pada gambar 3.1 dibawah ini:



Gambar 3.1 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
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 , NOx-Electro Chemical	
Repeatability	Less than ± 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	

Komponen – komponen gas analyzer ialah :

1. Probe

Probe berfungsi untuk mendeteksi gas hasil pembakaran yang kemudian disalurkan melalui selang probe ke gas analyzer.



Gambar 3.2 probe

2. Selang probe dengan filter probe

Selang probe digunakan untuk menyalurkan gas hasil sisa pembakaran ke gas analyzer. Filter probe berfungsi untuk menyaring kotoran yang lewat melalui selang probe.



Gambar 3.3 Selang Probe

3. power cable

Power cable digunakan untuk menghubungkan arus listrik ke gas analyzer.



Gambar 3.4 power Cable

4. Kertas Printer

Kertas printer berguna untuk mencetak hasil pengujian.



Gambar 3.5 Kertas Printer

3. FI Diagnostic Tools

FI diagnostic tools adalah alat yang digunakan untuk mendiagnosis atau memeriksa kondisi kerja komponen fuel injection serta untuk memeriksa dan

menyetel tingkat CO, yaitu boros atau iritnya bahan bakar.



Gambar 3.6 FI Diagnostic Tool

3. Stopwatch

alat untuk menghitung waktu pada saat melakukan pengujian.



Gambar 3.7 Stopwath

3.2.2. 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.

Spesifikasi 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
- Berat isi : 125 kg
- 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 3.8 sepeda motor 150cc

2. Bahan Bakar Premium

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



Gambar 3.9 Bahan bakar Premim

3.3 Prosedur Pengujian

Pada pengujian emisi gas buang ini menggunakan sepeda motor 150 cc tahun 2012, yang akan di uji menggunakan gas analizer.

3.3.1 Pengujian Dengan Campuran Standart.

Adapun langkah – langkah pengujian sebagai berikut:

1. Menyiapkan semua peralatan yang akan digunakan.
2. Memasang kabel power pada gas analizer.
3. Memasang selang probe ke probe, dan juga memasangkan selang probe ke gas analizer.
4. Hidupkan gas analizer dan tunggu selama 130 detik, hingga display muncul berganti – ganti angka hingga tertera Gas (ready mode gas)
5. Mengecek nilai CO (bahan bakar) apakah sudah sesuai standar dengan cara:
 - a) Matikan seluruh kelistrikan sepeda motor dengan cara memutar kunci kontak ke posisi OFF.
 - b) Lepaskan konektor kabel diagnostic berwarna hijau yang terletak dibawa jok kendaraan dan sambungkan dengan FI diagnostic tool.
 - c) Menyambungkan kabel power diagnostic tool ke kutub positif dan negatif baterai, maka akan muncul “Waiting For Connexion”,
 - d) 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 lihat apakah bahan bakar sudah sesuai.

- e) Jika CO sudah sesuai dengan , maka matikan kendaraan dan lepas FI diagnostic tools,
6. Hidupkan sepeda motor selama 2 menit.
7. Masukkan probe kedalam mulut knalpot, setelah mesin sepeda motor panas.
8. Tekan tombol ENT/MEAS untuk memulai pengujian, selama proses ini angka display akan berubah ubah, tunggu angka- angka display menjadi stabil kurang lebih selama 2 menit.
9. Tekan tombol HOLD/PRINT sebanyak 3 kali untuk melakukan pencetakan hasil pengujian.

3.3.2 Pengujian Dengan campuran kaya

Langkah - langkah pengujian sebagai berikut :

1. Setelah melakukan pengujian campuran standar, tekan tombol ESC/STAND BY pada gas analyzer dan cabut probe dari knalpot.
2. setting bahan bakar menjadi campuran kaya dengan cara:
 - a) Matikan seluruh kelistrikan sepeda motor dengan cara memutar kunci kontak ke posisi OFF.
 - b) Lepaskan konektor kabel diagnostic berwarna hijau yang terletak dibawa jok kendaraan dan sambungkan dengan FI diagnostic tool.
 - c) Menyambungkan kabel power diagnostic tool ke kutub positif dan negatif baterai, maka akan muncul “Waiting For Connetion”,

- d) 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.
 - e) Tekan “UP” untuk menaikkan konsumsi bahan bakar lalu tekan “mode”
 - f) Jika CO sudah sesuai, maka matikan kendaraan dan lepas FI diagnostic tools,
3. Hidupkan sepeda motor
 4. Masukkan probe kedalam mulut knalpot, setelah mesin sepeda motor panas.
 5. Tekan tombol ENT/MEAS untuk memulai pengujian, selama proses ini angka display akan berubah ubah, tunggu angka- angka diplay menjadi stabil kurang lebih selama 2 menit.
 6. Tekan tombol HOLD/PRINT sebanyak 3 kali untuk melakukan pencetakan hasil pengujian.

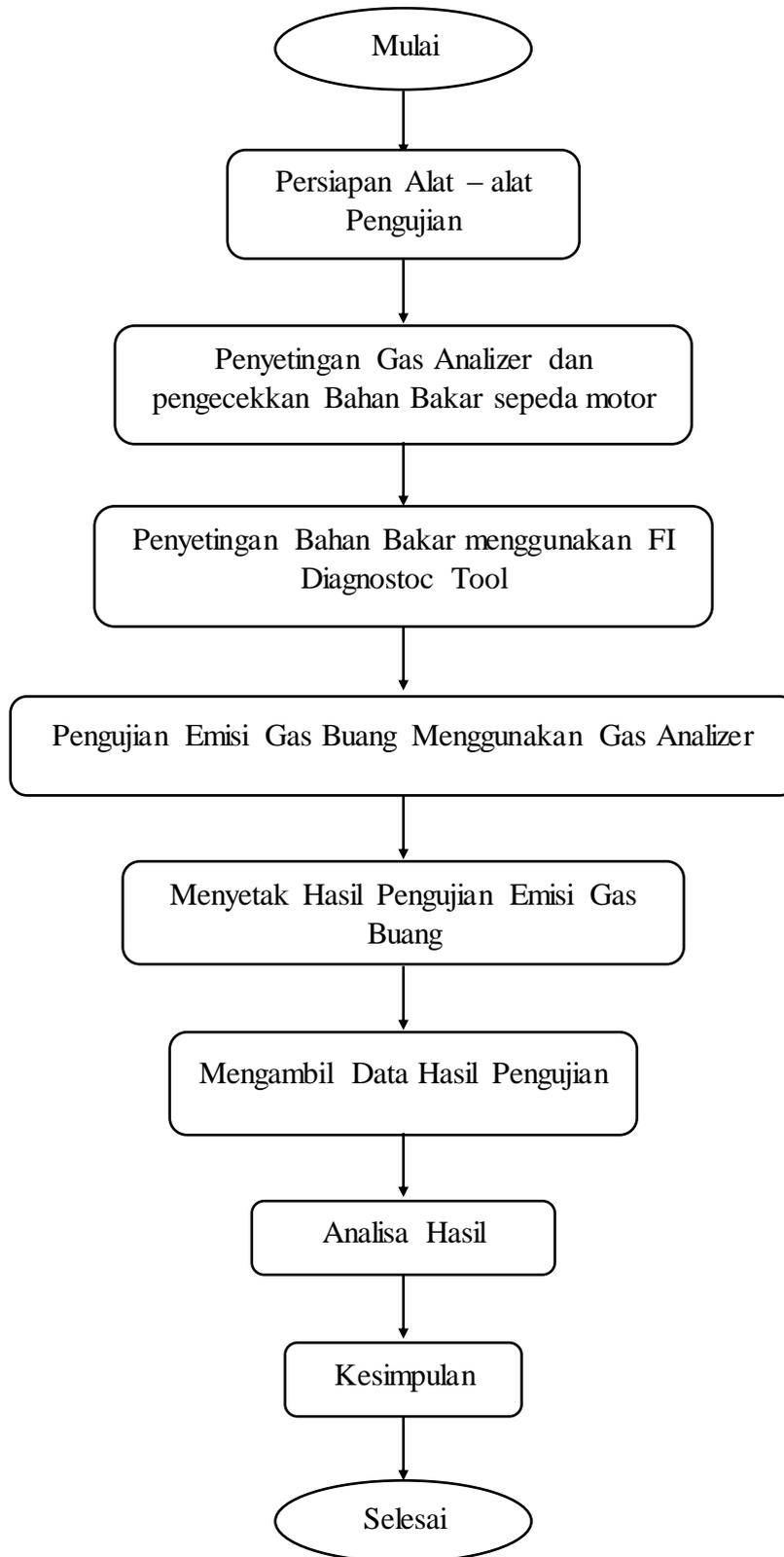
3.3.3 Pengujian Dengan Campuran Miskin

Langkah - langkah pengujian sebagai berikut :

1. Setelah melakukan pengujian dengan campuran kaya tekan tombol ESC/STAND BY pada gas analyzer dan cabut probe dari knalpot.
2. setting campuran bahan bakar dan udara menjadi campuran miskin dengan cara:
 - a) Matikan seluruh kelistrikan sepeda motor dengan cara memutar kunci kontak ke posisi OFF.

- b) Lepaskan konektor kabel diagnostic berwarna hijau yang terletak dibawa jok kendaraan dan sambungkan dengan FI diagnostic tool.
 - c) Menyambungkan kabel power diagnostic tool ke kutub positif dan negatif baterai, maka akan muncul "Waiting For Connection",
 - d) Tekan "mode" pada FI diagnostic tool dan tahan lalu hidupkan sepeda motor, dan lepaskan mode dan tekan tombol "DOWN" maka akan muncul CO lalu tekan "mode" maka akan muncul C1.
 - e) Tekan "DOWN" untuk mengurangi konsumsi bahan bakar tekan "mode"
 - f) Jika CO sudah sesuai, maka matikan kendaraan dan lepas FI diagnostic tools,
3. Hidupkan sepeda motor
 4. Masukkan probe kedalam mulut knalpot, setelah mesin sepeda motor panas.
 5. Tekan tombol ENT/MEAS untuk memulai pengujian, selama proses ini angka display akan berubah ubah, tunggu angka- angka diplay menjadi stabil kurang lebih selama 2 menit.
 6. Tekan tombol HOLD/PRINT sebanyak 3 kali untuk melakukan pencetakan hasil pengujian.
 7. Cabut probe dari knalpot
 8. pengujian selesai, matikan sepeda motor dan gas analyzer
 9. kembalikan semua alat ketempat semula

3.4 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.10 Diagram Alir Penelitian

3.5 Penjelasan

Teori Stoichiometri ialah dimana membakar 1 kg bensin dengan sempurna dibutuhkan 14,7 kg udara. Dengan kata lain perbandingan campuran ideal adalah 14,7 : 1. Setiap naik satu angka pada alat diagnostic tool nilainya adalah 0,05 cc/detik pertahap waktu pengujian dilakukan selama 2 menit dengan jumlah tahapan yang dilakukan adalah 5 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)

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

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

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

bahan bakar yang digunakan ialah bahan bakar premium.

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pengujian

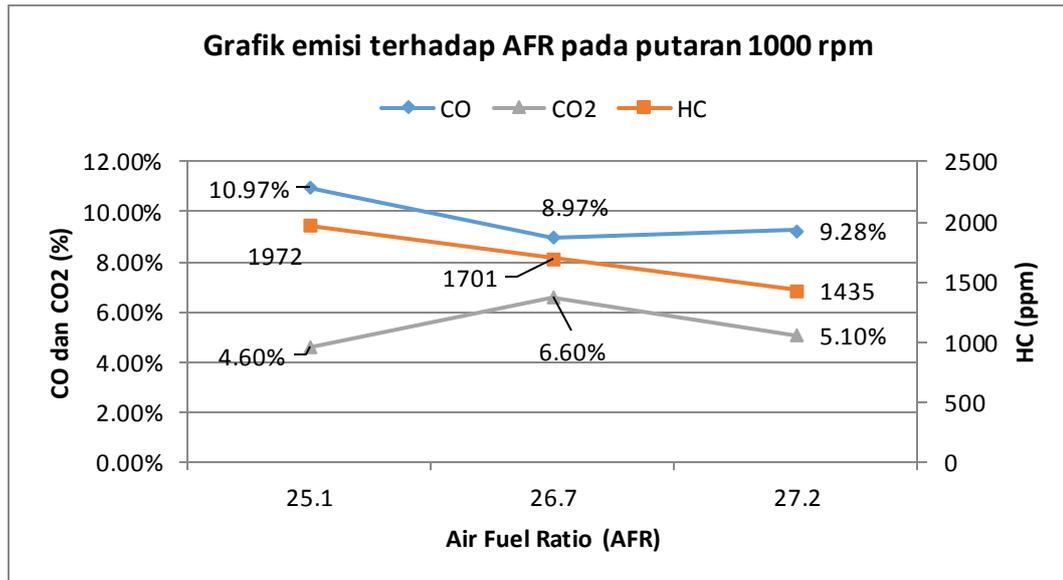
Data hasil pengujian emisi gas buang kendaraan bermotor 150 cc berbahan bakar premium dengan variasi campuran bahan bakar dan udara.

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Gas analyzer

sepeda motor 150 cc menggunakan bahan bakar premium dengan putaran 1000 rpm

Gas Buang	Bahan bakar campuran kaya	Bahan Bakar Standar Pabrik	Bahan bakar campuran miskin
CO	10.97%	8.97%	9.28%
HC	1972 ppm	1435 ppm	1701 ppm
CO ₂	4.60%	6.60%	5.10%
O ₂	25.00%	23.24%	25.00%
AFR	25.1	26.7	27.2
Lambda	1761	1821	1780

Pada tabel 4.1 menunjukkan hasil pengujian emisi gas buang pada sepeda motor 150 cc dengan putaran 1000 rpm menggunakan alat uji gas analyzer kadar CO (Carbon Monoksida) tertinggi berada saat campuran kaya bahan bakar sedangkan kadar CO yang terendah saat campuran standar, kadar HC (Hidrocarbon) yang tertinggi juga berada saat campuran kaya bahan bakar, sedangkan kadar HC yang terendah pada saat campuran standar dan kadar CO₂ (Carbon Dioksida) yang tertinggi berada pada keadaan campuran standar sedangkan kadar CO₂ terendah berada saat campuran kaya.



Gambar 4.1 Grafik emisi dengan AFR pada putaran 1000 rpm

Ditinjau dari gambar 4.1 terlihat bahwa perbandingan udara dan bahan bakar (Air Fuel Ratio / AFR) 25.1 merupakan campuran kaya dimana terjadi penambahan konsumsi bahan bakar, sehingga kadar CO sebesar 10.97% akan mengalami penurunan sampai dengan AFR 26.7 pada campuran standar sebesar 8.97% tetapi pada AFR 27.2 campuran miskin dimana terjadi pengurangan konsumsi bahan bakar, CO mengalami peningkatan menjadi 9.28% hal ini terjadi karena bahan bakar tidak terbakar secara sempurna.

Dimana pada emisi gas HC kadar tertinggi sebesar 1972 ppm pada AFR 25.1 campuran kaya dan menurun pada AFR 26.7 campuran standar menjadi 1435 ppm yaitu kondisi emisi gas HC paling minimum mengeluarkan gas buang paling kecil, tetapi pada AFR 27,2 campuran miskin, dimana emisi gas HC kembali naik, hal ini terjadi karena udara tidak cukup untuk membakar semua bahan bakar dan bahan bakar yang belum terbakar akan keluar sebagai gas buang dalam bentuk bentuk Hidrokarbon.

Sedangkan kadar CO₂ terendah sebesar 4.60% pada AFR 25.1 campuran kaya, dan meningkat pada AFR 26.7 campuran standar dengan nilai sebesar 6.60% yaitu kondisi emisi CO₂ paling maksimum ini merupakan perbandingan udara dan bahan bakar paling pas, tetapi pada AFR 27.2 campuran kaya kadar CO₂ mengalami penurunan menjadi 5.10 hal ini terjadi karena proses pembakaran tidak sempurna, akibat kurangnya udara yang masuk ke ruang bakar. Grafik Sesuai dari gambar 2.4 (obert, Edward F (1973))

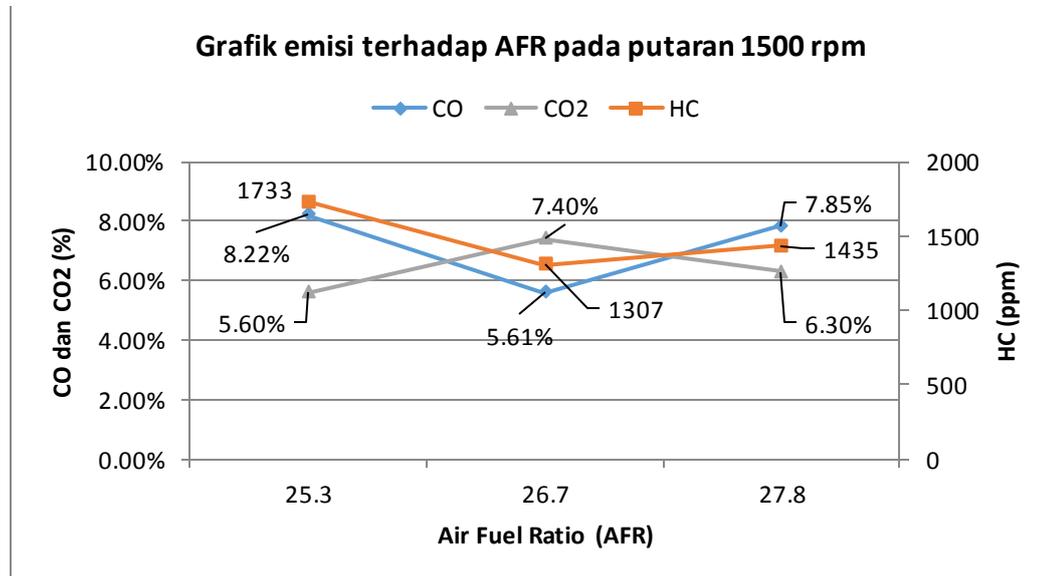
Tabel 4.2 Hasil Pengujian Gas analyzer

sepeda motor 150 cc menggunakan bahan bakar premium dengan putaran 1500 rpm

Gas Buang	Bahan bakar campuran kaya	Bahan Bakar campuran standart	Bahan bakar campuran miskin
CO	8.22%	5.61%	7.85%
HC	1733 ppm	1307 ppm	1435 ppm
CO ₂	5.60%	7.40%	6.30%
O ₂	25.00%	20.90%	24.96%
AFR	25.3	26.7	27.8
Lambda	1772	1780	1890

Pada tabel 4.2 menunjukkan hasil pengujian emisi gas buang pada sepeda motor 150 cc dengan putaran 1500 rpm, dimana kadar CO (Carbon Monoksida) tertinggi berada saat campuran miskin bahan bakar yaitu 8.22% sedangkan kadar CO terendah saat campuran standar yaitu 5.61%, kadar HC (Hidro carbon) yang tertinggi juga berada saat campuran miskin bahan bakar yaitu 1733 ppm sedangkan kadar HC terendah berada saat campuran standar yaitu 1307 ppm, dan kadar CO₂ (Carbon Dioksida) yang tertinggi berada pada keadaan campuran

standar yaitu 7.40% sedangkan kadar CO₂ yang terendah berada saat campuran kaya yaitu 5.60%.



Gambar 4.2 Grafik emisi terhadap AFR pada putaran 1500 rpm

Dilihat dari gambar 4.2 hasil pengujian yang dilakukan menggunakan gas analyzer pada putaran 1500 rpm terlihat bahwa kadar CO tertinggi berada pada AFR 25.3 yaitu 8.22% merupakan campuran kaya dimana dilakukan penambahan konsumsi bahan bakar, sedangkan mengalami penurunan pada AFR 26.7 yaitu 5.61% merupakan campuran standar tidak ada pengurangan maupun penambahan konsumsi bahan bakar dan kadar CO kembali naik pada AFR 27.8 yaitu 7.85% merupakan campuran miskin dimana terjadi pengurangan konsumsi bahan bakar yang mengakibatkan kelebihan udara sehingga pembakaran menjadi tidak sempurna dan kadar CO meningkat menjadi 7.85%.

Dimana kadar HC yang tertinggi berada pada AFR 25.3 yaitu 1733 ppm campuran kaya dimana terjadi penambahan konsumsi bahan bakar yang mengakibatkan pembakaran tidak sempurna dan menghasilkan kadar HC yang

tinggi, dan kadar HC menurun pada AFR 26.7 yaitu 1307 campuran standar dimana kondisi ini merupakan campuran paling pas, lalu akan mengalami kenaikan pada AFR 27.8 yaitu 1435 ppm campuran miskin dimana terjadi pengurangan konsumsi bahan bakar sehingga terjadi kelebihan udara yang mengakibatkan pembakaran menjadi kurang sempurna.

Dan kadar CO₂ yang tertinggi berada saat AFR 26.7 yaitu 7.40% campuran standar, campuran paling pas. Dan mengalami penurunan saat AFR 25.3 yaitu 5.60% campuran kaya karena terjadi penambahan konsumsi bahan bakar yang mengakibatkan kelebihan bakar dan kadar CO₂ berkurang, sedangkan pada AFR 27.8 yaitu 6.30% campuran miskin dimana kadar CO juga berkurang karena terjadi pengurangan konsumsi bahan bakar. Grafik Sesuai dari gambar 2.4 (obert, Edward F (1973))

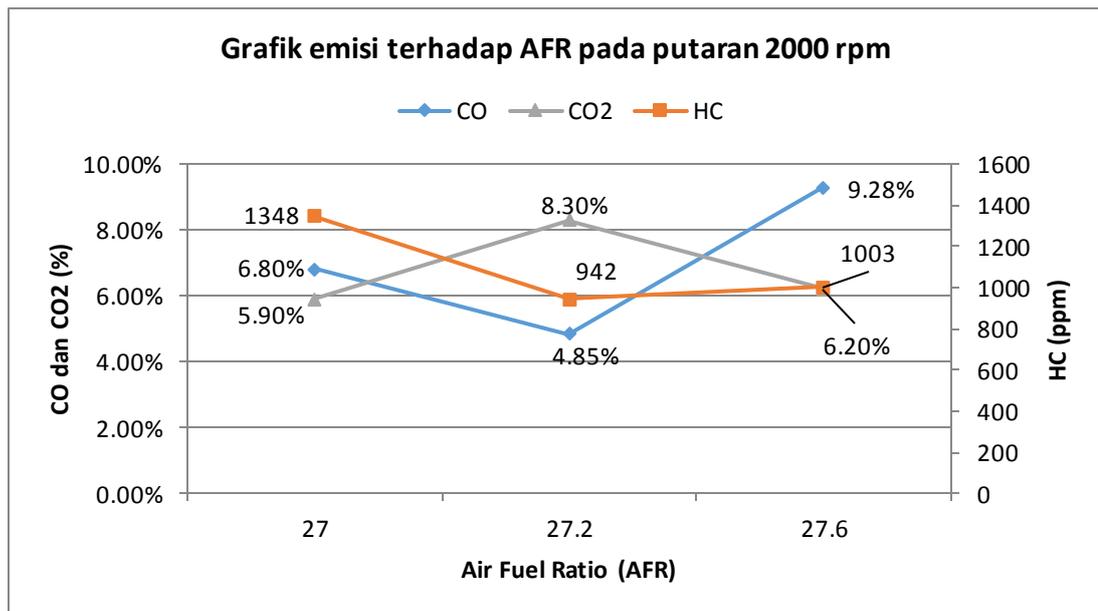
Tabel 4.3 Hasil Pengujian Gas analyzer

sepeda motor 150 cc menggunakan bahan bakar premium dengan putaran 2000 rpm

Gas Buang	Bahan bakar campuran kaya	Bahan Bakar Standar Pabrik	Bahan bakar campuran miskin
CO	6.80%	4.85%	9.28%
HC	1348 ppm	942 ppm	1003 ppm
CO ₂	5.90%	8.30%	6.20%
O ₂	20.90%	20.90%	21.56%
AFR	27	27.2	27.6
Lambda	1815	1821	1873

Pada tabel 4.2 menunjukkan hasil pengujian emisi gas buang pada sepeda motor 150 cc dengan putaran 2000 rpm menggunakan gas analyzer kadar CO tertinggi berada pada campuran miskin yaitu 9.28% sedangkan kadar CO terendah

berada pada campuran standar yaitu 4.85%, kadar HC yang tertinggi berada pada campuran kaya yaitu 1348 ppm, sedangkan kadar HC terendah beradapada campuran standar yaitu 942 ppm, dan kadar CO₂ yang tertinggi berada pada campuran standar yaitu 8.30% sedangkan kadar CO₂ yang terendah berada pada saat campuran kaya yaitu 5.90%.



Gambar 4.3 Grafik emisi terhadap AFR pada putaran 2000 rpm

Dilihat dari gambar 4.3, Hasil pengujian yang dilakukan menggunakan gas analizer pada putaran 2000 rpm bahwa kadar CO tertinggi berada pada AFR 27.6 campuran miskin yaitu 9.28% dimana terjadi pengurangan konsumsi bahan bakar pada putaran yang lebih tinggi dari sebelumnya sehingga kadar CO meningkat cukup tinggi dibandingkan pada putaran – putaran sebelumnya, sedangkan kadar CO terendah berada pada AFR 27.2 campuran standar yaitu 4.85% dan kembali meningkat pada AFR 27 campuran kaya yaitu 6.80% diimana ada penambahan konsumsi bahan bakar yang mengakibatkan kelebihan bahan bakar sehingga CO meningkat.

Dimana kadar HC yang tertinggi berada pada AFR 27 campuran kaya yaitu 1384 ppm, mengalami penurunan pada saat AFR 27.2 campuran standar yaitu 942 ppm dimana ini merupakan campuran paling pas, dan mengalami kenaikan pada AFR 27.6 campuran miskin yaitu 1003 ppm, kenapa terjadi kenaikan kadar HC pada AFR 27.2 karena konsumsi bahan bakar bertambah sehingga pembakaran sesuai dan kelebihan bahan bakar sedangkan pada AFR 27.6 terjadi pengurangan konsumsi bahan bakar sehingga terjadi kelebihan udara yang mengakibatkan pembakaran tidak tepat.

Dan kadar CO₂ tertinggi berada pada AFR 27.2 campuran standar yaitu 8.30% dan terendah berada pada AFR 27 campuran kaya yaitu 5.90%. grafik Sesuai dari gambar 2.4 (obert, Edward F (1973))

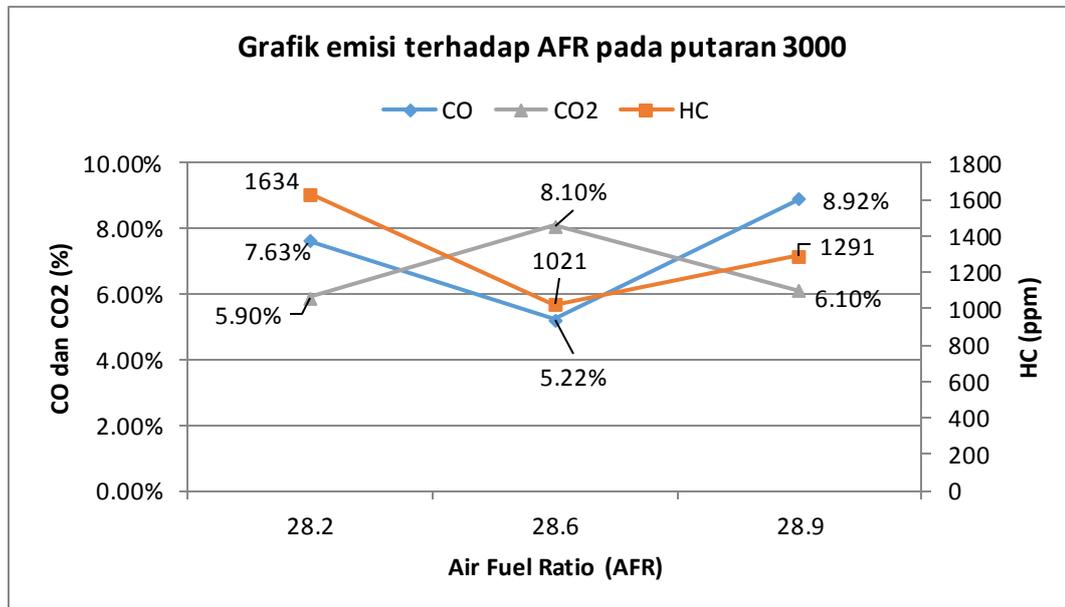
Tabel 4.4 Hasil Pengujian Gas analyzer

sepeda motor 150 cc menggunakan bahan bakar premium dengan putaran 3000 rpm

Gas Buang	Bahan bakar campuran kaya	Bahan Bakar Standar Pabrik	Bahan bakar campuran miskin
CO	7.63%	5.22%	8.92%
HC	1634 ppm	1021 ppm	1291 ppm
CO ₂	5.90%	8.10%	6.10%
O ₂	25.00%	25.00%	25.00%
AFR	28.2	28.6	28.9
Lambda	1915	1945	1965

Pada tabel 4.4 menunjukkan hasil pengujian emisi gas buang pada sepeda motor 150 cc menggunakan gas analyzer dengan putaran 3000 rpm, kadar CO tertinggi berada campuran miskin yaitu 8.92% sedangkan yang terendah berada pada campuran standar yaitu 5.22%, kadar HC tertinggi berada pada campuran

kaya yaitu 1634 ppm sedangkan kadar HC terendah berada pada campuran standar, dan kadar CO₂ tertinggi berada pada saat campuran standar yaitu 8.10% dan kadar CO₂ terendah saat campuran kaya yaitu 5.90%.



Gambar 4.4 Grafik emisi terhadap AFR pada putaran 3000 rpm

Dilihat dari gambar 4.4 hasil pengujian yang dilakukan menggunakan gas analizer pada putaran 3000 rpm bahwa kadar CO tertinggi pada AFR 28.9 yaitu 8.92% campuran miskin dimana terjadi pengurangan konsumsi bahan bakar, pada AFR 28.6 terjadi penurunan menjadi 5.22% campuran standar ini merupakan kadar CO paling pas, dan kembali naik pada AFR 28.2 yaitu 7.63% campuran kaya dimana terjadi penambahan konsumsi bahan bakar.

Dimana kadar HC tertinggi berada pada AFR 28.2 yaitu 1634 ppm campuran kaya dimana dilakukan penambahan konsumsi bahan bakar. Sedangkan pada AFR 28.6 kadar HC menurun menjadi 1021 ppm pada campuran standar ini merupakan kadar HC paling pas, dan kembali meningkat

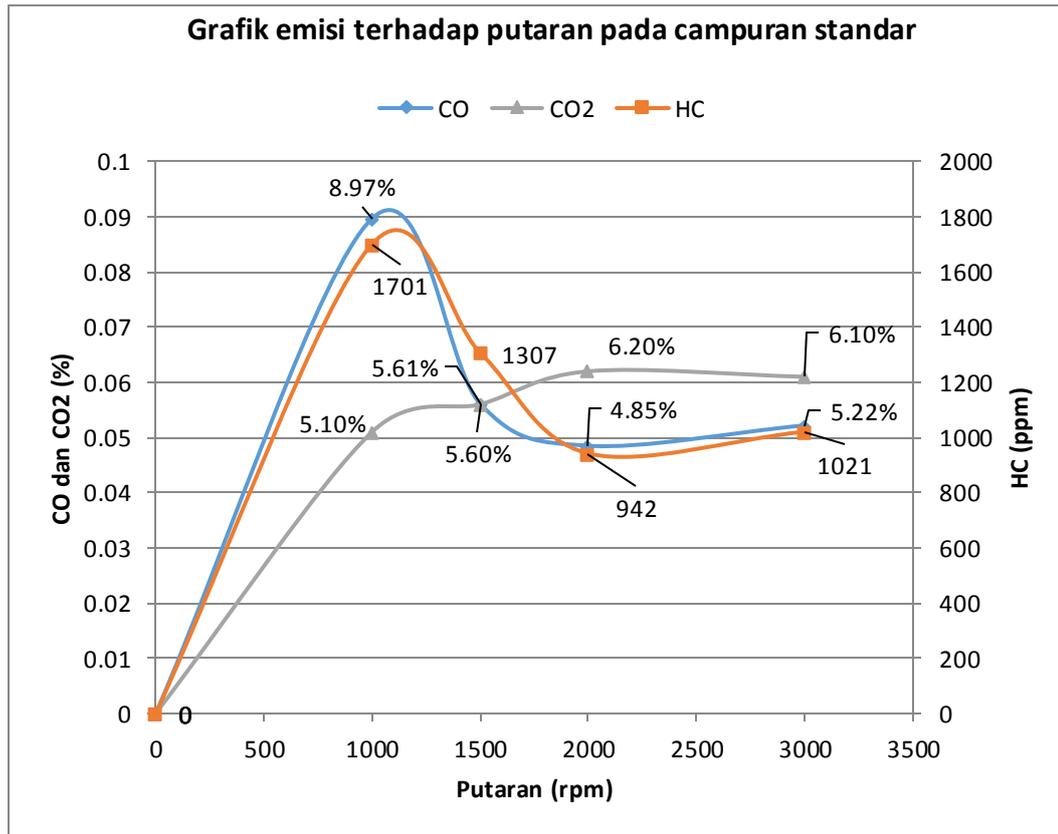
pada AFR 28.9 campuran miskin dimana terjadi pengurangan konsumsi bahan bakar sehingga nilai HC menjadi 1291.

Dan nilai CO₂ tertinggi berada pada AFR 28.6 yaitu 8.10% campuran standar dan merupakan nilai CO₂ paling pas, mengalami penurunan saat AFR 28.2 yaitu 5.90% dan AFR 28.9 yaitu 6.10% dimana terjadi penambahan dan pengurangan konsumsi bahan bakar. Grafik sesuai dari gambar 2.4 (obert, Edward F (1973)

Tabel 4.5 Hasil pengujian sepeda motor 150 cc menggunakan gas analyzer pada campuran standar dengan putaran 1000, 1500, 2000, dan 3000 rpm.

Zat emisi	Rpm			
	1000	1500	2000	3000
CO	8.97%	5.61%	4.85%	5.22%
HC	1701	1307	942	1021
CO ₂	5.10%	5.60%	6.20%	6.10%

Dapat dilihat dari tabel 4.5 hasil pengujian sepeda motor 150 cc pada campuran standar dengan putaran 1000, 1500, 2000, dan 3000 bahwa kadar CO tertinggi berada saat putaran 1000 rpm yaitu sebesar 8.97%, sedangkan kadar CO terendah berada pada putaran 2000 rpm yaitu sebesar 4.85%, Kadar HC tertinggi dapat dilihat berada pada putaran 1000 rpm yaitu 1701 ppm, sedangkan kadar HC terendah berada saat putaran 2000 rpm yaitu 942 ppm, dan kadar CO₂ tertinggi berada saat putaran 2000 rpm yaitu 6.20% sedangkan kadar CO₂ yang terendah berada saat putaran 1000 rpm yaitu 5.10%. dan nilai emisi CO tertinggi berada saat putaran 1000 rpm, dan begitu pula nilai HC, sedangkan untuk CO nilai tertinggi berada pada putaran 2000 rpm.



Gambar 4.5 Grafik kadar emisi terhadap putaran 1000,1500,2000 dan 3000 rpm pada campuran standar

Dilihat dari gambar 4.5 hasil pengujian emisi gas buang pada kendaraan 150 cc menggunakan gas analyzer dengan putaran berbeda, bahwa pada putaran 1000 kadar emisi CO tertinggi yaitu 8.97%, turun pada putaran 1500 rpm dan 2000 rpm yaitu menjadi 5.6% hingga 4.85% dan kadar CO kembali naik pada putaran 3000 rpm yaitu menjadi 5.22%,

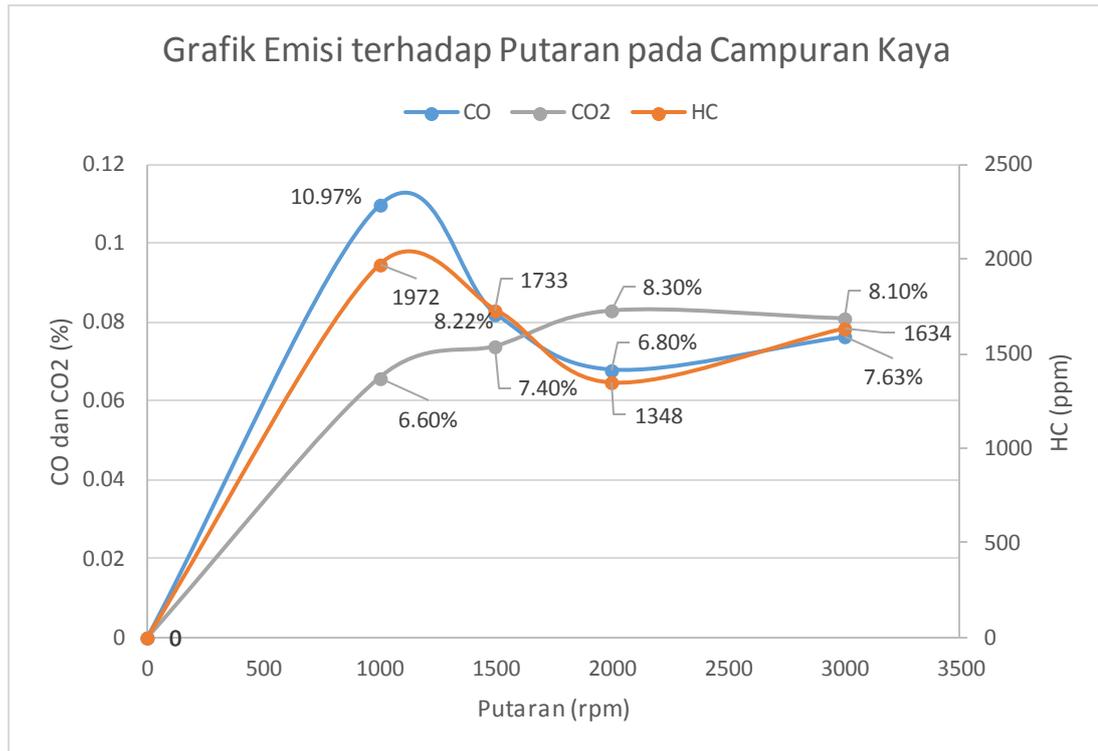
kadar emisi HC tertinggi berada pada putaran 1000 rpm yaitu 1701 ppm, dan mengalami penurunan pada putaran 1500 rpm yaitu menjadi 1307 ppm dan kadar HC kembali mengalami penurunan pada putaran 2000 rpm sehingga menjadi 942 ppm, tetapi pada putaran 3000 rpm kadar HC kembali meningkat menjadi 1021 ppm .

Dan kadar emisi HC pada putaran 1000 rpm sebesar 5.10% dan meningkat pada putaran 1500 rpm dan meningkat lagi pada putaran 2000 rpm hingga kadar CO2 menjadi 6.20% dan mengalami penurunan sedikit pada putaran 3000 rpm menjadi 6.10%.

Tabel 4.6 Hasil pengujian sepeda motor 150 cc menggunakan gas analizer pada campuran kaya dengan putaran 1000, 1500, 2000, dan 3000 rpm.

Emisi	Rpm			
	1000	1500	2000	3000
CO	10,97%	8,22%	6,80%	7,63%
HC	1972	1733	1348	1634
CO2	6,60%	7,40%	8,30%	8,10%

Dapat dilihat dari tabel 4.6 hasil pengujian sepeda motor 150 cc pada campuran kaya dengan putaran 1000, 1500, 2000, dan 3000 bahwa kadar CO tertinggi berada saat putaran 1000 rpm yaitu sebesar 10.97%, sedangkan kadar CO terendah berada pada putaran 2000 rpm yaitu sebesar 6.80%, Kadar HC tertinggi dapat dilihat berada pada putaran 1000 rpm yaitu 1972 ppm, sedangkan kadar HC terendah berada saat putaran 2000 rpm yaitu 1348 ppm, dan kadar CO2 tertinggi berada saat putaran 2000 rpm yaitu 8.30% sedangkan kadar CO2 yang terendah berada saat putaran 1000 rpm yaitu 6.60



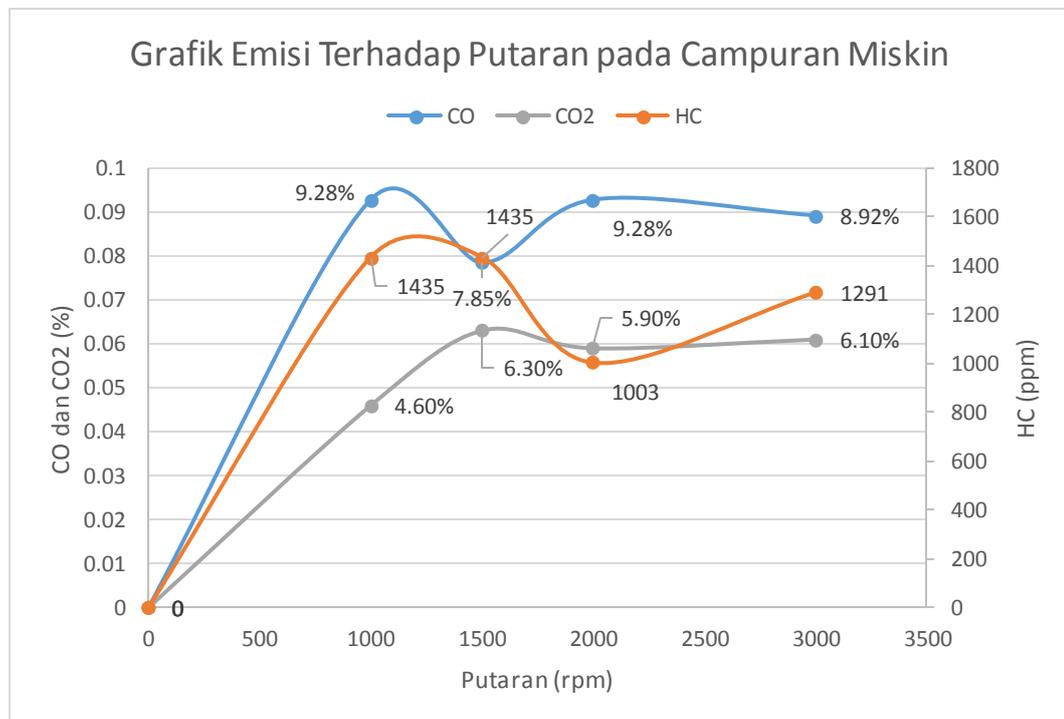
Gambar 4.6 Grafik kadar emisi terhadap putaran pada campuran standar kaya

Dilihat dari gambar 4.6 hasil pengujian emisi gas buang pada kendaraan 150 cc menggunakan gas analyzer dengan putaran berbeda, bahwa pada putaran 1000 kadar emisi CO tertinggi yaitu 10.97%, turun pada putaran 1500 rpm dan 2000 rpm yaitu menjadi 8.22% hingga 6.80% dan kadar CO kembali naik pada putaran 3000 rpm yaitu menjadi 7.63%,

kadar emisi HC tertinggi berada pada putaran 1000 rpm yaitu 1701 ppm, dan mengalami penurunan pada putaran 1500 rpm yaitu menjadi 1733 ppm dan kadar HC kembali mengalami penurunan pada putaran 2000 rpm sehingga menjadi 1348 ppm, tetapi pada putaran 3000 rpm kadar HC kembali meningkat menjadi 1634 ppm .

Dan kadar emisi HC pada putaran 1000 rpm sebesar 6.60% dan meningkat pada putaran 1500 rpm dan meningkat lagi pada putaran 2000 rpm hingga kadar CO2 menjadi 8.30% dan mengalami penurunan sedikit pada putaran 3000 rpm menjadi 8.10%.

emisi	Rpm			
	1000	1500	2000	3000
CO	9,28%	7,85%	9,28%	8,92%
HC	1435	1435	1003	1291
CO2	4,60%	6,30%	5,90%	6,10%



Gambar 4.7 Grafik kadar emisi terhadap putaran pada campuran miskin

Dilihat dari gambar 4.6 hasil pengujian emisi gas buang pada kendaraan 150 cc menggunakan gas analyzer dengan putaran berbeda, bahwa pada putaran 1000 kadar emisi CO tertinggi yaitu 9.28%, turun pada putaran 1500 rpm yaitu

menjadi 7.85% dan naik lagi pada putaran 2000 rpm menjadi 9.28% dan kadar CO kembali turun lagi pada putaran 3000 rpm yaitu menjadi 8.92%,

kadar emisi HC tertinggi berada pada putaran 1000 rpm dan 1500 rpm yaitu 1435 ppm, dan mengalami penurunan pada putaran 2000 rpm yaitu menjadi 1003ppm dan kadar HC kembali mengalami kenaikan pada putaran 3000 rpm menjadi 1291 ppm.

Dan kadar emisi CO₂ pada putaran 1000 rpm sebesar 4.60% dan meningkat pada putaran 1500 rpm menjadi 6.30% dan mengalami penurunan lagi pada putaran 2000 rpm hingga kadar CO₂ menjadi 5.90% dan mengalami kenaikan sedikit pada putaran 3000 rpm menjadi 6.10%.

4.2 Perhitungan Data

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

$$Q = 0,05 \text{ cc/detik} \times 5 = 0,25 \text{ cc/detik} \times 120 \text{ detik} = 30 \text{ cc}$$

$$= 30 \text{ cc} \times \frac{0,001 \text{ liter}}{1} = 0.03 \text{ liter} \times \frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ liter}} = 3 \times 10^{-5} \text{ m}^3$$

$$Q = \frac{0.00003 \times 60}{2 \text{ jam}} = 9 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$\rho = 710 \text{ kg/m}^3$$

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

$$\dot{m} = (9 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{jam}) \times (710 \text{ kg/m}^3)$$

$$= 0.639 \text{ kg/jam}$$

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)

1. Menghitung laju reduksi CO dan HC Pada putaran 1000 rpm

Dik:

λ eksperimen = 1.761

λ standar = 1.821

\dot{m}_{bb} standar = 0.639 kg/jam

kadar emisi CO eksperimen = 10.97% = 0.1097

kadar emisi CO standar = 8.97% = 0.0897

kadar emisi HC standar = 1701 ppm

kadar emisi HC eksperimen = 1972 ppm

\dot{m}_{bb} eksperimen = 0.639 kg/jam

penyelesaian:

\dot{m}_{udara} eksperimen = (λ_{eks} x A/F stoichiometri x \dot{m}_{bb} eks) kg/jam

= (1.761 x 14.7 x 0.639) kg/jam

= 16.541 kg/jam

$\dot{m}_{gas\ buang}$ eksperimen = (\dot{m}_{udara} eks + \dot{m}_{bb} eks) kg/jam

= (16.541 + 0.639) kg/jam

$$= 17.18 \text{ kg/jam}$$

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

$$= (1.821 \times 14.7 \times 0.639) \text{ kg/jam}$$

$$= 17.10 \text{ kg/jam}$$

$$\dot{m} \text{ gas buang standar} = (\dot{m} \text{ udara stan} + \dot{m}_{\text{bb stan}}) \text{ kg/jam}$$

$$= (17.10 + 0.639) \text{ kg/jam}$$

$$= 17.744 \text{ kg/menit}$$

Laju reduksi CO:

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

$$\text{Laju reduksi CO} = (0.0897 \times 17.744 \text{ kg/jam}) - (0.1097 \times 17.18 \text{ kg/jam})$$

$$= 1.591 - 1.884 \text{ kg/jam}$$

$$= -0.293 \text{ kg/jam}$$

Laju reduksi HC:

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

$$\text{Laju reduksi HC} = (1701 \times 17.744 \text{ kg/jam}) - (1972 \times 17.18 \text{ kg/jam})$$

$$= 30182.544 - 33878.96$$

$$= -3696.416 \text{ kg/jam}$$

2. Menghitung laju reduksi CO dan HC pada putaran 1500 rpm

Dik:

$$\lambda \text{ eksperimen} = 1772$$

$$\lambda \text{ standar} = 1780$$

$$\dot{m}_{bb} \text{ standar} = 0.639 \text{ kg/jam}$$

$$\text{kadar emisi CO eksperimen} = 8.22\% = 0.0822$$

$$\text{kadar emisi CO standar} = 5.61\% = 0.0561$$

$$\text{kadar emisi HC standar} = 1307 \text{ ppm}$$

$$\text{kadar emisi HC eksperimen} = 1733 \text{ ppm}$$

$$\dot{m}_{bb} \text{ eksperimen} = 0.639 \text{ kg/jam}$$

penyelesaian:

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

$$= (1.772 \times 14.7 \times 0.639) \text{ kg/jam}$$

$$= 16.644 \text{ kg/jam}$$

$$\dot{m}_{\text{gas buang eksperimen}} = (\dot{m}_{\text{udara eks}} + \dot{m}_{bb} \text{ eks}) \text{ kg/jam}$$

$$= (16.644 + 0.639) \text{ kg/jam}$$

$$= 17.283 \text{ kg/jam}$$

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

$$= (1.780 \times 14.7 \times 0.639) \text{ kg/jam}$$

$$= 16.720 \text{ kg/jam}$$

$$\begin{aligned} \dot{m} \text{ gas buang standar} &= (\dot{m} \text{ udara stan} + \dot{m}_{\text{bb}} \text{ stan}) \text{ kg/jam} \\ &= (16.720 + 0.639) \text{ kg/jam} \\ &= 17.359 \text{ kg/menit} \end{aligned}$$

Laju reduksi CO:

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

$$\begin{aligned} \text{Laju reduksi CO} &= (0.0561 \times 17.359 \text{ kg/jam}) - (0.0822 \times 17.282 \text{ kg/jam}) \\ &= 0.973 - 1.417 \text{ kg/jam} \\ &= -0.444 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

Laju reduksi HC:

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

$$\begin{aligned} \text{Laju reduksi HC} &= (1307 \times 17.359 \text{ kg/jam}) - (1733 \times 17.282 \text{ kg/jam}) \\ &= 22688.213 - 29949.706 \text{ kg/jam} \\ &= -7261.493 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

3. Menghitung laju reduksi CO dan HC pada putaran 2000 rpm

Dik:

$$\lambda \text{ eksperimen} = 1.815$$

$$\lambda \text{ standar} = 1.821$$

$$\dot{m}_{\text{bb}} \text{ standar} = 0.639 \text{ kg/jam}$$

$$\text{kadar emisi CO eksperimen} = 6.80\% = 0.0680$$

$$\text{kadar emisi CO standar} = 4.85\% = 0.0485$$

$$\text{kadar emisi HC standar} = 942 \text{ ppm}$$

$$\text{kadar emisi HC eksperimen} = 1348 \text{ ppm}$$

$$\dot{m}_{bb} \text{ eksperimen} = 0.639 \text{ kg/jam}$$

penyelesaian:

$$\dot{m}_{\text{udara eksperimen}} = (\lambda_{\text{eks}} \times A/F \text{ stoichiometri} \times \dot{m}_{bb \text{ eks}}) \text{ kg/jam}$$

$$= (1.815 \times 14.7 \times 0.639) \text{ kg/jam}$$

$$= 17.04 \text{ kg/jam}$$

$$\dot{m}_{\text{gas buang eksperimen}} = (\dot{m}_{\text{udara eks}} + \dot{m}_{bb \text{ eks}}) \text{ kg/jam}$$

$$= (17.04 + 0.639) \text{ kg/jam}$$

$$= 17.687 \text{ kg/jam}$$

$$\dot{m}_{\text{udara standar}} = (\lambda_{\text{stan}} \times A/F \text{ stoichiometri} \times \dot{m}_{bb \text{ stan}}) \text{ kg/jam}$$

$$= (1.821 \times 14.7 \times 0.639) \text{ kg/jam}$$

$$= 17.105 \text{ kg/jam}$$

$$\dot{m}_{\text{gas buang standar}} = (\dot{m}_{\text{udara stan}} + \dot{m}_{bb \text{ stan}}) \text{ kg/jam}$$

$$= (17.105 + 0.639) \text{ kg/jam}$$

$$= 17.744 \text{ kg/menit}$$

Laju reduksi CO:

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

$$\begin{aligned}
\text{Laju reduksi CO} &= (0.0485 \times 17.744 \text{ kg/jam}) - (0.0680 \times 17.687 \text{ kg/jam}) \\
&= 0.860 - 1.202 \text{ kg/jam} \\
&= -0.342 \text{ kg/jam}
\end{aligned}$$

Laju reduksi HC:

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

$$\begin{aligned}
\text{Laju reduksi HC} &= (942 \times 17.744 \text{ kg/jam}) - (1348 \times 17.687 \text{ kg/jam}) \\
&= 16714.848 - 23842.076 \text{ kg/jam} \\
&= -7127.228 \text{ kg/jam}
\end{aligned}$$

4. Menghitung laju reduksi CO dan HC pada putaran 3000 rpm

Dik:

$$\lambda \text{ eksperimen} = 1.915$$

$$\lambda \text{ standar} = 1.945$$

$$\dot{m}_{bb} \text{ standar} = 0.639 \text{ kg/jam}$$

$$\text{kadar emisi CO eksperimen} = 7.63\% = 0.0763$$

$$\text{kadar emisi CO standar} = 5.22\% = 0.0522$$

$$\text{kadar emisi HC standar} = 1021 \text{ ppm}$$

$$\text{kadar emisi HC eksperimen} = 1634 \text{ ppm}$$

$$\dot{m}_{bb} \text{ eksperimen} = 0.639 \text{ kg/jam}$$

penyelesaian:

$$\begin{aligned}\dot{m} \text{ udara eksperimen} &= (\lambda \text{ eks} \times A/F \text{ stoichiometri} \times \dot{m}_{\text{bb eks}}) \text{ kg/jam} \\ &= (1.915 \times 14.7 \times 0.639) \text{ kg/jam} \\ &= 17.988 \text{ kg/jam}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\dot{m} \text{ gas buang eksperimen} &= (\dot{m} \text{ udara eks} + \dot{m}_{\text{bb eks}}) \text{ kg/jam} \\ &= (17.988 + 0.639) \text{ kg/jam} \\ &= 18.627 \text{ kg/jam}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\dot{m} \text{ udara standar} &= (\lambda \text{ stan} \times A/F \text{ stoichiometri} \times \dot{m}_{\text{bb stan}}) \text{ kg/jam} \\ &= (1.945 \times 14.7 \times 0.639) \text{ kg/jam} \\ &= 18.269 \text{ kg/jam}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\dot{m} \text{ gas buang standar} &= (\dot{m} \text{ udara stan} + \dot{m}_{\text{bb stan}}) \text{ kg/jam} \\ &= (18.269 + 0.639) \text{ kg/jam} \\ &= 18.908 \text{ kg/jam}\end{aligned}$$

Laju reduksi CO:

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

$$\begin{aligned}\text{Laju reduksi CO} &= (0.0 \times 17.359 \text{ kg/jam}) - (0.0822 \times 17.282 \text{ kg/jam}) \\ &= 0.973 - 1.417 \text{ kg/jam} \\ &= -0.444 \text{ kg/jam}\end{aligned}$$

Laju reduksi HC:

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

$$\text{Laju reduksi HC} = (1307 \times 17.359 \text{ kg/jam}) - (1733 \times 17.282 \text{ kg/jam})$$

$$= 22688.213 - 29949.706 \text{ kg/jam}$$

$$= -7261.493 \text{ kg/jam}$$

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dengan melakukan pengujian emisi gas buang pada kendaraan bermotor 150cc maka penulis mengambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Gas buang yang dikeluarkan oleh kendaraan bermotor sangat berbahaya bagi kesehatan dan juga lingkungan.
2. Emisi gas buang tertinggi berada pada campuran bahan bakar kaya saat putaran 1000 rpm dengan nilai emisi HC 1972 ppm dan , CO 10,97%
3. Emisi gas buang CO₂ yang tertinggi berada pada putaran 2000 rpm dengan nilai 8.30%
4. Dilihat dari ambang batas emisi kendaraan pada gas HC masih berada pada ambang batas emisi, sedangkan gas CO dan CO₂ berada pada tingkat yang tidak aman lagi
5. Pada putaran rendah yaitu saat mesin dalam keadaan dingin bensin tidak dapat tercampur dengan sempurna sehingga campuran menjadi gemuk dan pembakaran menghasilkan CO dan HC yang banyak.

5.2 Saran

1. Sebaiknya kendaraan yang mengeluarkan gas buang yang tidak sesuai dengan ambang batas emisi kendaraan yang ditetapkan tidak digunakan lagi, atau dilakukan perbaikan hingga mendapat sesuai batas ambang emisi gas buang kendaraan bermotor yang ada di Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

- Abubakar Iskandar , 2003, *Kerusakan Lingkungan Yang Diakibatkan Oleh Sumber Tranportasi*.
- Aloha Point, “ FI Diagnostic Tools Yamaha”, <https://www.slideshare.net> diakses 11 agustus 2017
- Anonim, 2011. *Gas buang Kendaraan Bermotor dan Dampaknya bagi Kesehatan*, <http://aeriine.wordpress.com/gas-buang-kendaraan-bermotor-dan-dampaknya-bagi-kesehatan/>, diakses Sabtu 1 agustus 2017
- BAPEDAL. (1997). *Indeks Standar Pencemar Udara*. Jakarta: Menteri Lingkungan Hidup. Boote, K., Jones, J.
- Bosch, Robert. 2001. *Gasoline-Engine Management, Basics and Components*. Stuttgart: Robert Bosch GmbH.
- Robert, 1993. *Automotive Band Book*, VDI Verlag Germany. P 108 – 184
- 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 : SUDOMO
NPM : 1307230208
Tempat/ Tanggal Lahir : Parbutaran , 20 Juli 1995
Jenis Kelamin : Laki-laki
Agama : Islam
Status : Belum Menikah
Alamat : Jl. Kinanti KM 2
 Kel/Desa : Pinggir
 Kecamatan : Pinggir
 Kabupaten : Bengkalis
 Provinsi : Riau
Nomor HP : 0852 7248 0443
Nama Orang Tua
 Ayah : Sudarwis
 Ibu : Nurajjah

PENDIDIKAN FORMAL

2001-2007 : SD Negeri 15 Desa Pinggir
2007-2010 : SMP Negeri 2 Bosar Maligas
2010-2013 : SMA Negeri 2 Desa Pinggir
2013-2017 : Mengikuti Pendidikan S1 Program Studi Teknik Mesin Fakultas
Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara