

TUGAS AKHIR

PENGUJIAN DAN ANALISIS AIR-FUEL RATIO TERHADAP UNJUK KERJA MOTOR BENSIN 150 CC

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

Disusun Oleh:

ANDRE ANDANA
1407230196



UMSU
Unggul | Cerdas | Terpercaya

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

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Andre Andana
NPM : 1407230196
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Skripsi : Pengujian Dan Analisis Air-Fuel Ratio Terhadap Unjuk Kerja
Motor Bensin 150 CC
Bidang ilmu : Konversi Energi

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

Medan, 08 Maret 2019

Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Penguji I



Khairul Umurani, S.T., M.T

Dosen Penguji II



Sudirman Lubis, S.T., M.T

Dosen Penguji III



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

Dosen Penguji IV



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



Program Studi Teknik Mesin

Ketua,

Attandi, S.T., M.T

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Andre Andana
Tempat /Tanggal Lahir : Pematang Cengkering/23 Januari 1997
NPM : 1407230196
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Mesin

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

“Pengujian Dan Analisis Air-Fuel Ratio Terhadap Unjuk Kerja Motor Bensin 150 CC”,

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

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

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

Medan, 08 Maret 2019

Saya yang menyatakan,

Andre Andana

ABSTRAK

Energi terbesar yang dihasilkan dari kendaraan bermotor hanya menghasilkan sebagian kecil energi thermal hasil pembakaran yang diubah menjadi energi mekanik. Proses pembakaran bahan bakar minyak dalam silinder berlangsung sangat singkat, sehingga memungkinkan adanya sebagian BBM yang tidak sempat terbakar dan terbuang lewat gas buang dalam bentuk polusi yang memberikan dampak yang tidak baik untuk lingkungan dan sebagian besar hilang dalam bentuk kerugian panas. Perbandingan campuran udara dan bahan bakar sangat dipengaruhi oleh pemakaian bahan bakar. Perbandingan udara dan bahan bakar dinyatakan dalam bentuk volume atau berat dari bagian udara dan bensin. Bensin harus dapat terbakar seluruhnya agar menghasilkan tenaga yang besar dan meminimalkan tingkat emisi gas buang. *Air Fuel Ratio* adalah faktor yang mempengaruhi kesempurnaan proses pembakaran didalam ruang bakar. Merupakan komposisi campuran bensin dan udara. Untuk itu perlunya mengatur perbandingan bahan bakar dan udara (*Air-Fuel Ratio*) pada sepeda motor agar unjuk kerja motor semakin maksimal dan emisi gas buang yang dikeluarkan tidak berbahaya bagi lingkungan. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui unjuk kerja motor bensin 150 cc terhadap variasi *air-fuel ratio*. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode pengujian. Pemilihan metode ini disesuaikan dengan tujuan penelitian yaitu untuk membandingkan unjuk kerja mesin yang meliputi daya, torsi, konsumsi bahan bakar spesifik dan emisi gas buang yang dihasilkan pada motor bensin 150 cc dengan variasi *air-fuel ratio* yaitu dengan campuran standart, miskin dan kaya. Berdasarkan hasil penelitian ini diperoleh hasil yaitu unjuk kerja motor bensin 150 cc dengan campuran standart paling baik dan efektif dibandingkan variasi bahan bakar yang lain.

Kata kunci: *Air-Fuel Ratio*, unjuk kerja, motor bensin

ABSTRACT

The Largest Energy Produced from a Rotating Vehicle Only Produces the Biggest Thermal Energy The process of burning fuel oil in a cylinder lasts very short, allowing the emergence of fuel that does not waste and is wasted through exhaust gases that produce damage that is not good for the environment and mostly lost in the form of heat . Comparison of mixture of air and fuel is very complicated by fuel use. Air and fuel comparisons are announced in terms of volume or weight of air and gasoline parts. Gasoline must be fully spent to produce large power and successfully increase exhaust emissions. The Air Fuel Ratio is a factor that influences the perfection of the combustion process in the combustion chamber. It is a mixture of gasoline and air. For fuel and air (Air-Fuel Ratio) on motorbikes so that the performance of the motorbike becomes more maximal and the exhaust emissions released are not harmful to the environment. This research was conducted to find out the performance of a 150 cc gasoline motor against a variation of the air-fuel ratio. The method used in this study is the testing method. The choice of this method is adjusted to the research objectives, namely comparing the performance of the engine equipped with power, torque, specific fuel consumption and exhaust emissions produced on a 150 cc gasoline motorbike with variations in the ratio of air-fuel to standard, poor and rich comparisons. Based on the results of this study, the results are the performance of a 150 cc motor with a mixture of standards that is the best and most effective compared to other variations of fuel.

Keywords: Air-Fuel Ratio, performance, gasoline motorbike

KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “Pengujian Dan Analisis Air-Fuel Ratio Terhadap Unjuk Kerja Motor Bensin 150 Cc” sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan.

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

1. Ayahanda tercinta Wijiono, Ibunda tercinta Karmila dan adinda tersayang Arya Ramadhana, serta seluruh keluarga yang telah memberikan bantuan moril maupun materil serta nasehat dan doanya untuk penulis demi selesainya Tugas Sarjana ini.
2. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T.,M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah memberikan perhatian sehingga tugas sarjana ini dapat terselesaikan dengan baik.
3. Bapak H.Muharnif, S.T.,M.Sc., selaku Pembimbing I dalam tugas akhir ini yang telah memberikan bimbingannya, masukan dan bantuan sehingga tugas sarjana ini dapat terselesaikan dengan baik.
4. Bapak Chandra A Siregar, S.T., M.T., selaku Pembimbing II sekaligus sebagai Sekretaris Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah memberikan bimbingannya, masukan dan bantuan sehingga tugas sarjana ini dapat terselesaikan dengan baik.
5. Bapak Khairul Umurani, S.T.,M.T., selaku Pembimbing I dalam tugas akhir ini yang telah memberikan bimbingannya, masukan dan bantuan sehingga tugas sarjana ini dapat terselesaikan dengan baik.

6. Bapak Sudirman Lubis, S.T., M.T., selaku Pembanding II dalam tugas akhir ini yang telah memberikan bimbingannya, masukan dan bantuan sehingga tugas sarjana ini dapat terselesaikan dengan baik.
7. Bapak Affandi S.T., M.T, selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin yang telah memberikan perhatian sehingga tugas sarjana ini diselesaikan dengan baik.
8. Seluruh staff Tata Usaha, Seluruh Dosen dan rekan-rekan Labolatorium Teknik Mesin FT UMSU, Bg Sawirman, Bg Arief, Bg Rudi, Bg Wawan, Bg Ghani, Bg Amin, Rian dan Panji.
9. Kepada Bg Hendri Fauzi dan seluruh Rekan-Rekan Mahasiswa Seperjuangan di Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara terutama kelas A2 Siang TM stambuk 2014. Terima kasih atas dukungan bantuan dan motivasi dalam penyelesaian skripsi dan kebersamaannya selama ini.
10. Kepada seluruh keluarga besar Pimpinan Komisariat Ikatan Mahasiswa Muhammadiyah Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang merupakan keluarga kedua diperantauan yang banyak memberikan segudang pengalaman dan ilmu yang tidak penulis dapatkan dibangku perkuliahan.
11. Teruntuk kawan-kawan Rumah Ceria Bahagia, Abangda Ricky Prianda Damanik, Asrul Ardian Harahap, Guntur Amanda, Habiburrahman, Irfan Nofri, Wahyudi, Surya Pradana, Fariz Abdilah dan Arismunandar Hasibuan. Terima kasih atas dukungan bantuan dan motivasi dalam penyelesaian skripsi dan kebersamaannya selama ini.

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

Medan, 08 Maret 2019



Andre Andana

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR NOTASI	xii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan masalah	2
1.3. Ruang lingkup	2
1.4. Tujuan	2
1.5. Manfaat	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Motor Bakar	4
2.2. Klasifikasi Motor Bakar	4
2.2.1. Berdasarkan Sistem Pembakarannya	4
2.2.2. Berdasarkan Sistem Penyalanya	5
2.2.3. Berdasarkan Langkah Kerjanya	5
2.3. Prinsip Kerja Motor Bakar 4 Langkah	6
2.4. Siklus Otto	10
2.5. <i>Air-Fuel Ratio</i> (AFR)	12
2.6. Pertamax	14
2.6.1. Komposisi Pertamax	16
2.6.2. Kelebihan Pertamax	17
2.7. Torsi dan Daya	18
2.8. Konsumsi Bahan Bakar Spesifik	18
2.9. Effisiensi Thermal	19
2.10. Teori Emisi Gas Buang	19
2.10.1. Sumber Gas Buang Kendaraan Bermotor	21
2.10.2. Dampak Gas Buang Kendaraan Bermotor	22
BAB 3 METODOLOGI	24
3.1 Waktu dan Tempat	24
3.1.1. Waktu	24
3.1.2. Tempat	24
3.2 Waktu dan Tempat	24
3.2.1. Bahan	24
3.2.2. Alat	25

3.3	Bagan Alir Penelitian	34
3.4	Metode Pengumpulan Data	35
3.5	Metode Pengolahan Data	35
3.6	Pengamatan dan Tahap Pengujian	35
	3.6.1. Pengamatan	35
	3.6.2. Tahap Pengujian	36
3.7	Prosedur Penggunaan Alat Uji	36
	3.7.1. Prosedur Gas Analyzer	36
	3.7.2. Prosedur <i>Dynotest/Dynamometer</i>	39
3.8	Pengambilan Data	40
	3.8.1. Pengambilan data Gas Analyzer	40
	3.8.2. Pengambilan data <i>Dynotest/Dynamometer</i>	40
	3.8.3. Pengambilan data Konsumsi Bahan Bakar	40
BAB 4	HASIL DAN PEMBAHASAN	41
4.1	Hasil Pengujian	41
	4.1.1 Hasil Pengujian Daya Pada 3 Variasi AFR Terhadap Putaran	41
	4.1.2 Hasil Pengujian Torsi Pada 3 Variasi AFR Terhadap Putaran	42
	4.1.3 Hasil Pengujian Konsumsi Bahan Bakar Pada 3 Variasi AFR Terhadap Putaran	43
	4.1.4 Hasil Pengujian Emisi Gas Buang Dengan 3 Variasi AFR Terhadap Putaran	45
	4.1.5 Hasil Perhitungan Efisiensi Thermal Efektif Pada 3 Variasi AFR Terhadap Putaran	46
BAB 5	KESIMPULAN DAN SARAN	48
5.1.	Kesimpulan	48
5.2.	Saran	48
	DAFTAR PUSTAKA	50
	LAMPIRAN	
	LEMBAR ASISTENSI	
	DAFTAR RIWAYAT HIDUP	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Komposisi bahan bakar Pertamax 92	16
Tabel 2.2	Dampak Emisi Gas Buang Bagi Kesehatan	23
Tabel 3.1	Jadwal Penelitian	25
Tabel 3.2	Spesifikasi Gas Analyzer	28

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Langkah Hisap	6
Gambar 2.2	Langkah Kompresi	7
Gambar 2.3	Langkah Pembakaran	8
Gambar 2.4	Langkah Buang	9
Gambar 2.5	Diagram p-v	11
Gambar 2.6	Grafik Emisi Degan AFR	13
Gambar 2.7	Struktur Kimiawi Ikatan Hidrokarbon	15
Gambar 2.8	Sumber Gas Buang Kendaraan Bermotor	22
Gambar 3.1	Pertamax	26
Gambar 3.2	Yamaha Vixion 150 cc	27
Gambar 3.3	FI <i>Diagnostic Tool</i>	27
Gambar 3.4	Gas Analyzer	28
Gambar 3.5	Probe	29
Gambar 3.6	Selang Probe Dengan Filter Probe	29
Gambar 3.7	<i>Power Cable</i>	30
Gambar 3.8	Kertas Printer	30
Gambar 3.9	<i>Dynotest/Dynamometer</i>	31
Gambar 3.10	Monitor	31
Gambar 3.11	Meja <i>Dynotest</i>	32
Gambar 3.12	<i>Blower</i> Pendingin Mesin	32
Gambar 3.13	<i>Control Panel</i>	33
Gambar 3.14	<i>Roller</i>	33
Gambar 3.15	Gelas Ukur	34
Gambar 3.16	<i>Stopwatch</i>	34
Gambar 3.17	Bagan Alir Penelitian	35
Gambar 4.1	Grafik Perbandingan Daya Pada 3 Variasi AFR Terhadap Putaran	42
Gambar 4.2	Grafik Perbandingan Torsi Pada 3 Variasi AFR Terhadap Putaran	43
Gambar 4.3	Grafik Perbandingan Emisi Gas Buang Pada 3 Variasi AFR Terhadap Putaran	46

DAFTAR NOTASI

Simbol	Keterangan	Satuan
ρ	Massa Jenis	Kg/cc
V	Volume Bahan Bakar	Cc
\dot{V}	Volume Bahan Bakar/waktu	cc/s
\dot{m}_f	Laju Bahan Bakar	g/s
P	Daya	kW
Sfc	<i>Spesifik Fuel Consumption</i>	g/kW.s
t	Waktu	s
\dot{m}	Laju aliran massa	kg/s
η_b	Efisiensi thermal efektif	
Q_i	Nilai kalor bahan bakar	Kcal/Kg

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Saat ini peranan industri otomotif sangat besar dalam pembangunan di tanah air khususnya pada bidang otomotif baik produksi mobil maupun sepeda motor. Industri otomotif tidak henti-hentinya melakukan penyempurnaan. Berbagai energi alternatif saat ini terus diupayakan dan dikembangkan, untuk kenyamanan pengguna, keselamatan pengguna dan nilai ekonomis maupun dampak lingkungan yang ditimbulkan.

Selama ini penggunaan energi terbesar yang dihasilkan dari kendaraan bermotor dan industri hanya menghasilkan sebagian kecil energi thermal hasil pembakaran yang diubah menjadi energi mekanik.

Proses pembakaran bahan bakar minyak (BBM) dalam silinder berlangsung sangat singkat, sehingga memungkinkan adanya sebagian BBM yang tidak sempat terbakar dan terbuang lewat gas buang dalam bentuk polusi yang memberikan dampak yang tidak baik untuk lingkungan dan sebagian besar hilang dalam bentuk kerugian panas.

Bahan Bakar (Bensin) yang hendak dimasukkan kedalam ruang bakar haruslah dalam keadaan yang mudah terbakar, hal tersebut agar bisa didapatkan efisiensi tenaga motor yang maksimal. Campuran bahan bakar yang belum sempurna akan sulit dibakar oleh percikan bunga api dari busi. Bahan bakar tidak dapat terbakar tanpa adanya udara (O_2), tentunya dalam keadaan yang homogen. Bahan bakar atau bensin yang dipakai dalam pembakaran sesuai dengan ketentuan atau aturan, sebab bahan bakar yang melimpah pada ruang bakar justru tidak meningkatkan tenaga dari motor tersebut namun akan merugikan motor sendiri. Semakin banyak bahan bakar yang tidak terbakar akan meningkatkan filamen pada dinding silinder (tempat gesekan antara dinding silinder dengan ring piston).

Perbandingan campuran udara dan bahan bakar sangat dipengaruhi oleh pemakaian bahan bakar. Perbandingan udara dan bahan bakar dinyatakan dalam bentuk volume atau berat dari bagian udara dan bensin. Bensin harus dapat terbakar seluruhnya agar menghasilkan tenaga yang besar dan meminimalkan tingkat emisi gas buang.

Air Fuel Ratio adalah faktor yang mempengaruhi kesempurnaan proses pembakaran didalam ruang bakar. Merupakan komposisi campuran bensin dan udara.

Untuk itu perlunya mengatur perbandingan bahan bakar dan udara (*Air-Fuel Ratio*) pada sepeda motor agar unjuk kerja motor semakin maksimal dan emisi gas buang yang dikeluarkan tidak berbahaya bagi lingkungan. Oleh karena itu, penulis mengangkat judul “Pengujian Dan Analisis Air-Fuel Ratio Terhadap Unjuk Kerja Motor Bensin 150 CC”.

1.2 Rumusan Masalah

Permasalahan yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah bagaimana unjuk kerja motor bensin yang di dapatkan pada berbagai variasi *air-fuel ratio* dan pengaruh emisi gas buang yang di keluarkan?

1.3 Ruang Lingkup

Karena luasnya permasalahan, penulis merasa perlu untuk membatasi masalah yang akan dibahas dalam laporan ini, mengingat keterbatasan waktu, tempat, kemampuan dan pengalaman.

Adapun hal-hal yang akan dibatasi dalam tugas sarjana ini adalah sebagai berikut:

1. Variasi campuran bahan bakar dengan udara, menggunakan *FI Diagnostig Tool* yaitu campuran standar adalah 0 (standart pabrikan), campuran kaya adalah (+20 / +1 cc) dan campuran miskin adalah (-20 / -1 cc) .
2. Bahan bakar yang digunakan adalah Pertamina
3. Unjuk kerja motor bensin hanya untuk menghitung :
 - 1) Torsi dan Daya
 - 2) Konsumsi bahan bakar spesifik
 - 3) Emisi gas buang
 - 4) Effisiensi thermal efektif

1.4 Tujuan Penelitian

1.4.1 Tujuan Umum

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui unjuk kerja motor bensin terhadap variasi *air-fuel ratio*.

1.4.2 Tujuan Khusus

- 1) Untuk mengetahui Torsi dan Daya dari beberapa variasi AFR
- 2) Untuk mengetahui konsumsi bahan bakar spesifik dari beberapa variasi AFR
- 3) Untuk mengetahui emisi gas buang dari beberapa variasi AFR
- 4) Untuk menghitung Effisiensi thermal efektif

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan pada penelitian ini :

1. Memberikan informasi kepada masyarakat luas tentang perbandingan unjuk kerja motor bensin dengan variasi AFR
2. Memberikan informasi kepada masyarakat luas tentang emisi gas buang yang dihasilkan dengan variasi AFR
3. Memberikan informasi kepada masyarakat luas tentang variasi AFR yang baik digunakan untuk motor bensin.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Motor Bakar

Motor bakar adalah salah satu jenis dari mesin kalor yang mengubah tenaga kimia bahan bakar menjadi tenaga mekanis dan perubahan itu dilaksanakan dalam mesin itu sendiri. Dewasa ini motor bakar torak mempunyai peranan sangat penting dalam kehidupan manusia. Hampir setiap orang telah menikmati manfaat yang dihasilkan oleh motor bakar, misalnya dalam bidang transportasi, penerangan, pertanian, produksi dan sebagainya.

2.2. Klasifikasi Motor Bakar (Fauzi H, 2018)

Motor bakar dapat diklasifikasikan menjadi 3 (tiga) macam. Adapun pengklasifikasian motor bakar adalah sebagai berikut:

2.2.1. Berdasarkan sistem pembakarannya

1. Mesin pembakaran luar

Yaitu suatu mesin yang mempunyai sistem pembakaran yang terjadi diluar dari mesin itu sendiri. Misalnya mesin uap dimana energi thermal dari hasil pembakaran dipindahkan kedalam fluida kerja mesin. Pembakaran air pada ketel uap menghasilkan uap kemudian uap tersebut baru dimasukkan kedalam sistem kerja mesin untuk mendapatkan tenaga mekanik.

Hal-hal yang dimiliki pada mesin pembakaran luar yaitu :

- 1) Dapat memakai semua bentuk bahan bakar.
- 2) Dapat memakai bahan bakar bermutu rendah.
- 3) Cocok untuk melayani beban-beban besar dalam satu poros.
- 4) Lebih cocok dipakai untuk daya tinggi.

Contoh mesin pembakaran luar yaitu pesawat tenaga uap, pelaksanaan pembakaran bahan bakar dilakukan diluar mesin.

2. Mesin pembakaran dalam

Pada umumnya motor pembakaran dalam dikenal dengan motor bakar. Proses pembakaran bahan bakar terjadi didalam mesin itu sendiri sehingga gas hasil pembakaran berfungsi sekaligus sebagai fluida kerja mesin. Motor bakar itu sendiri dibagi menjadi beberapa macam berdasarkan sistem yang dipakai, yaitu motor bakar torak, motor bakar turbin gas, dan motor bakar propulsi pancar

gas. Untuk motor bakar torak dibagi atas 2 (dua) macam, yaitu motor bensin dan motor diesel. Menurut langkah kerjanya motor bakar dibagi menjadi mesin dengan proses dua langkah dan mesin dengan proses empat langkah.

Hal-hal yang dimiliki pada mesin pembakaran dalam yaitu :

- 1) Pemakaian bahan bakar irit
- 2) Berat tiap satuan tenaga mekanis lebih kecil
- 3) Kontruksi lebih sederhana, karena tidak memerlukan ketel uap, kondesor, dan sebagainya.

Pada umumnya mesin pembakaran dalam dikenal dengan nama motor bakar.

2.2.2. Berdasarkan sistem penyalannya

1. Motor bensin

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

2. Motor diesel

Motor diesel adalah motor bakar torak yang berbeda dengan motor bensin. Proses penyalannya bukan menggunakan loncatan bunga api listrik. Pada waktu torak hampir mencapai titik TMA bahan bakar disemprotkan ke dalam ruang bakar. Terjadilah pembakaran pada ruang bakar pada saat udara dalam silinder sudah bertemperatur tinggi. Persyaratan ini dapat terpenuhi apabila perbandingan kompresi yang digunakan cukup tinggi.

2.2.3. Berdasarkan langkah kerjanya

1. Motor 4 tak/4 langkah

Motor 4 tak atau 4 *circle engine* adalah motor yang dalam satu siklus kerjanya membutuhkan 4 kali piston bolak-balik, 2 kali putaran poros engkol dan menghasilkan 1 kali langkah usaha. Contoh motor 4 tak : Honda supra, Yamaha vega, Yamaha jupiter, Pithong dan lain sebagainya.

2. Motor 2 tak/2 langkah

Motor 2 tak atau 2 *circle engine* adalah motor yang dalam satu siklus kerjanya membutuhkan 2 kali piston bolak-balik, 1 kali putaran poros engkol dan menghasilkan 1 langkah usaha. Contoh motor 2 tak : Yamaha RX King, Vespa, Kawasaki Ninja, Force One, dan lain sebagainya.

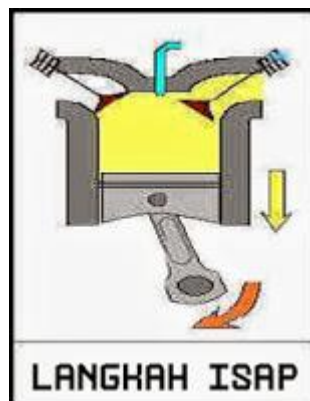
2.3. Prinsip Kerja Motor Bakar 4 Langkah

Motor bakar torak menggunakan beberapa silinder yang didalamnya terdapat torak yang bergerak translasi bolak-balik (*reciprocating engine*). Didalam silinder itulah terjadi pembakaran antara bahan bakar dengan oksigen dari udara. Gas pembakaran yang dihasilkan oleh proses tersebut mampu menggerakkan torak yang dihubungkan dengan poros engkol oleh batang penghubung (batang penggerak). Gerak translasi torak tadi menyebabkan gerak rotasi pada poros engkol dan sebaliknya.

Untuk prinsip kerja motor 4 tak kurang lebih dibagi menjadi 4 step diantaranya yaitu sebagai berikut ini :

1. Langkah Hisap (*Intake*)

Adapun langkah hisap (*intake*) dapat dilihat pada gambar 2.1 dibawah ini.



Gambar 2.1. Langkah hisap (Fauzi H, 2018)

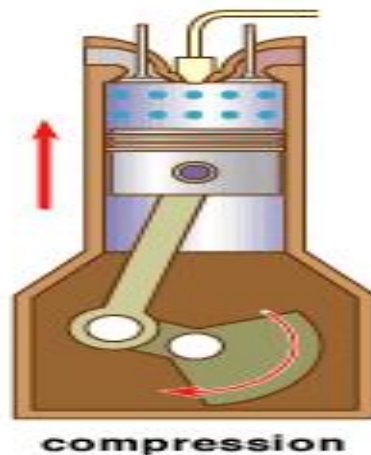
Langkah ini yaitu bertujuan untuk memasukan kabut udara dan bahan bakar ke dalam silinder mesin motor. Dimana seperti yang kita ketahui bahwa tenaga mesin diproduksi tergantung dari seberapa banyak jumlah bahan bakar yang terbakar selama proses pembakaran.

Untuk prosesnya diantaranya yaitu :

- 1) Piston bergerak dari titik mati atas atau yang biasanya disingkat dengan istilah (TMA) dalam dunia otomotif menuju ke titik mati bawah atau singkatan dari (TMB)
- 2) Kemudian klep in (*intake valve*) terbuka dan klep ex (*exhaust valve*) akan tertutup.
- 3) Kruk as akan berputar 180°
- 4) Noken as berputar 90°
- 5) Selanjutnya tekanan yang dibuat oleh piston tersebut maka campuran bahan bakar dan juga udara yang telah dibuat menjadi kabut oleh karburator akan terhisap melalui *intake port*

2. Langkah Kompresi (*Compression*)

Adapun langkah kompresi (*compression*) dapat dilihat pada gambar 2.2 di bawah ini.



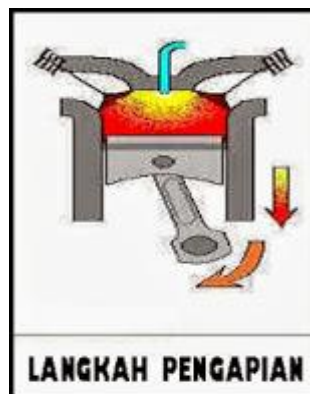
Gambar 2.2. Langkah kompresi (Fauzi H, 2018)

Langkah ini yaitu dengan piston bergerak dari TMB ke TMA posisi katup masuk dan keluar tertutup, yang mengakibatkan udara atau gas dalam ruang bakar terkompresi beberapa saat sebelum piston sampai pada posisi TMA. Tujuan dari langkah kompresi ini yaitu untuk meningkatkan temperatur sehingga campuran udara dan juga bahan bakar dapat bersenyawa. Rasio kompresi ini juga nantinya akan berhubungan erat dengan produksi tenaga pada mesin motor.

Untuk prosesnya sebagai berikut :

- 1) Piston bergerak kembali dari TMB ke TMA.
 - 2) Klep in menutup, klep ex tetap tertutup.
 - 3) Bahan Bakar termampatkan ke dalam kubah pembakaran (*combustion chamber*).
 - 4) Sekitar 15° sebelum TMA, busi mulai menyalakan bunga api dan memulai proses pembakaran.
 - 5) Kruk as mencapai satu rotasi penuh (360°).
 - 6) Noken as mencapai 180° .
3. Langkah Pembakaran (*Combustion*)

Adapun langkah pembakaran (*combustion*) dapat dilihat pada gambar 2.3 di bawah ini.



Gambar 2.3. Langkah pembakaran (Fauzi H, 2018)

Langkah ini yaitu dimulai dengan menyalakan busi yang menyebabkan terbakarnya bahan bakar, dalam proses pembakaran tersebut maka akan menyebabkan ledakan yang akan mendorong piston menuju ke bawah untuk menggerakkan kruk as (*crank shaft*), yang mana perputaran atau gerakan kruk as ini akan memutar *fly wheel* yang akhirnya memutar gear untuk memutar roda kendaraan.

Untuk prosesnya adalah :

- 1) Ledakan tercipta secara sempurna di ruang bakar
- 2) Piston terlempar dari TMA menuju TMB

- 3) Klep inlet menutup penuh, sedangkan menjelang akhir langkah usaha klep buang mulai sedikit terbuka.
 - 4) Terjadi transformasi energi gerak bolak-balik piston menjadi energi rotasi kruk as
 - 5) Putaran kruk as mencapai 540°
 - 6) Putaran noken as 270°
4. Langkah Pembuangan (*Exhaust*)

Adapun langkah pembuangan (*exhaust*) dapat dilihat pada gambar 2.4 di bawah ini.



Gambar 2.4. Langkah buang (Fauzi H, 2018)

Untuk langkah yang terakhir yaitu klep ex akan terbuka dan klep in akan tertutup, yang kemudian dilanjutkan dengan piston naik karena dorongan balik dari kruk as tersebut setelah proses pembakaran dilakukan. Masa sisa pembakaran tersebut akan didorong keluar oleh piston melalui *exhaust port*, maka setelah satu siklus kerja dari sebuah mesin 4 tak dan siklus tersebut akan terjadi berulang ulang dengan sangat cepat.

Untuk prosesnya adalah sebagai berikut ini :

- 1) Counter balance weight pada kruk as memberikan gaya normal untuk menggerakkan piston dari TMB ke TMA.
- 2) Klep ex terbuka sempurna, klep inlet menutup penuh.
- 3) Gas sisa hasil pembakaran didesak keluar oleh piston melalui *exhaust port* menuju knalpot.
- 4) Kruk as melakukan 2 rotasi penuh (720°).
- 5) Noken as menyelesaikan 1 rotasi penuh (360°).

2.4. Siklus Otto (Fauzi H, 2018)

Siklus Otto adalah siklus termodinamika yang paling banyak digunakan dalam kehidupan manusia. Mobil dan sepeda motor berbahan bakar bensin (*Petrol Fuel*) adalah contoh penerapan dari sebuah siklus Otto.

Pada mesin pembakaran dalam empat langkah alias empat tak, mula-mula campuran udara dan uap bensin mengalir dari karburator menuju silinder pada saat piston bergerak ke bawah (langkah masukan). Selanjutnya campuran udara dan uap bensin dalam silinder ditekan secara adiabatik ketika piston bergerak ke atas (langkah kompresi alias penekanan). Karena ditekan secara adiabatik maka suhu dan tekanan campuran meningkat. Pada saat yang sama, busi memercikkan bunga api sehingga campuran udara dan uap bensin terbakar. Ketika terbakar, suhu dan tekanan gas semakin bertambah. Gas bersuhu tinggi dan bertekanan tinggi tersebut memuai terhadap piston dan mendorong piston ke bawah (langkah pemuaian). Selanjutnya gas yang terbakar dibuang melalui katup pembuangan dan dialirkan menuju pipa pembuangan (langkah pembuangan). Katup masukan terbuka lagi dan keempat langkah diulangi.

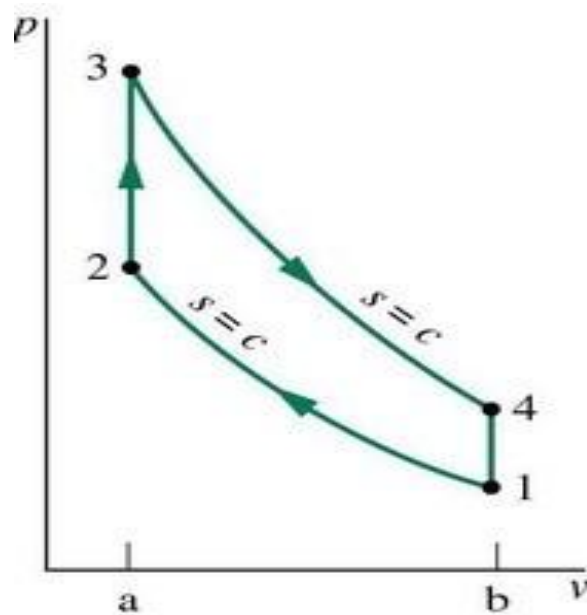
Perlu diketahui bahwa tujuan dari adanya langkah kompresi alias penekanan adiabatik adalah menaikkan suhu dan tekanan campuran udara dan uap bensin. Proses pembakaran pada tekanan yang tinggi akan menghasilkan suhu dan tekanan ($P = F/A$) yang sangat besar. Akibatnya gaya dorong ($F = PA$) yang dihasilkan selama proses pemuaian menjadi sangat besar. Mesin motor atau mobil menjadi lebih bertenaga. Walaupun tidak ditekan, campuran udara dan uap bensin bisa terbakar ketika si busi memercikkan bunga api. Tapi suhu dan tekanan gas yang terbakar tidak terlalu tinggi sehingga gaya dorong yang dihasilkan juga kecil. Akibatnya mesin menjadi kurang bertenaga.

Proses perubahan bentuk energi dan perpindahan energi pada mesin pembakaran dalam empat langkah di atas bisa dijelaskan seperti ini : Ketika terjadi proses pembakaran, energi potensial kimia dalam bensin dan energi dalam udara berubah menjadi kalor alias panas. Sebagian kalor berubah menjadi energi mekanik batang piston dan poros engkol, sebagian kalor dibuang melalui pipa pembuangan (knalpot). Sebagian besar energi mekanik batang piston dan poros engkol berubah menjadi energi mekanik kendaraan (kendaraan bergerak),

sebagian kecil berubah menjadi kalor alias panas. Panas timbul akibat adanya gesekan.

Proses pemuaihan dan penekanan secara adiabatik pada siklus otto bisa dilihat pada gambar 2.5. di bawah ini. Diagram ini menunjukkan model ideal dari proses termodinamika yang terjadi pada mesin pembakaran dalam yang menggunakan bensin.

Secara termodinamika, siklus ini memiliki 4 buah proses termodinamika yang terdiri dari 2 buah proses isokhorik (volume tetap) dan 2 buah proses adiabatik (kalor tetap). Untuk lebih jelasnya dapat dilihat diagram tekanan (p) vs temperatur (V) pada gambar 2.5 berikut:



Gambar 2.5. Diagram p-v (Fauzi H, 2018)

Proses yang terjadi adalah :

- 1-2 : Kompresi adiabatik
- 2-3 : Pembakaran isokhorik
- 3-4 : Ekspansi / langkah kerja adiabatik
- 4-1 : Langkah buang isokhorik

2.5. *Air-Fuel Ratio* (AFR)

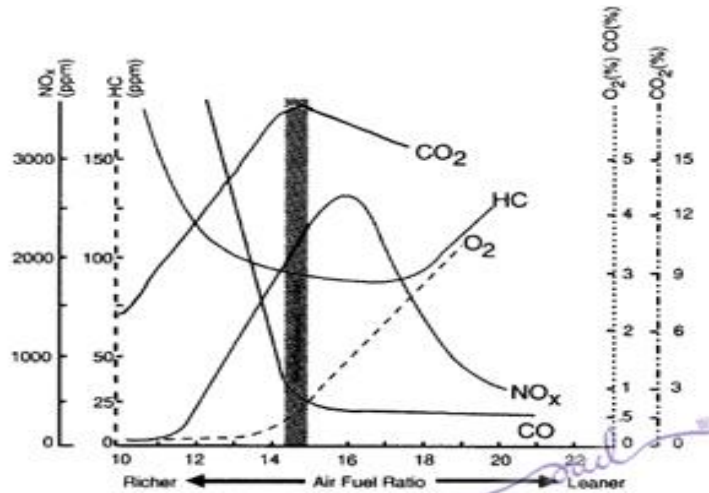
Bahan Bakar (Bensin) yang hendak dimasukkan kedalam ruang bakar haruslah dalam keadaan yang mudah terbakar, hal tersebut agar bisa didapatkan efisiensi tenaga motor yang maksimal. Campuran bahana bakar yang belum sempurna akan sulit dibakar oleh percikan bunga api dari busi. Bahan bakar tidak dapat terbakar tanpa adanya udara (O₂), tentunya dalam keadaan yang homogen. Bahan bakar atau bensin yang dipakai dalam pembakaran sesuai dengan ketentuan atau aturan, sebab bahan bakar yang melimpah pada ruang bakar justru tidak meningkatkan tenaga dari motor tersebut namun akan merugikan motor sendiri. Semakin banyak bahan bakar yang tidak terbakar akan meningkatkan filamen pada dinding silinder (tempat gesekan antara dinding silinder dengan ring piston). Perbandingan campuran udara dan bahan bakar sangat dipengaruhi oleh pemakaian bahan bakar. Perbandingan udara dan bahan bakar dinyatakan dalam bentuk volume atau berat dari bagian udara dan bensin. Bensin harus dapat terbakar seluruhnya agar menghasilkan tenaga yang besar dan meminimalkan tingkat emisi gas buang.

Air Fuel Ratio (AFR) adalah faktor yang mempengaruhi kesempurnaan proses pembakaran didalam ruang bakar. Merupakan komposisi campuran bensin dan udara. Idelanya AFR bernilai 14,7 artinya campuran terdiri dari 1 bensin dan 14,7 udara biasa disebut Stoichiometry.

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 (Sudomo, 2018).

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. (Swiss contact, 2000). λ 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 2.6. 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 performa saat dinyalakan. Campuran yang tepat akan menghasilkan pembakaran yang sempurna.

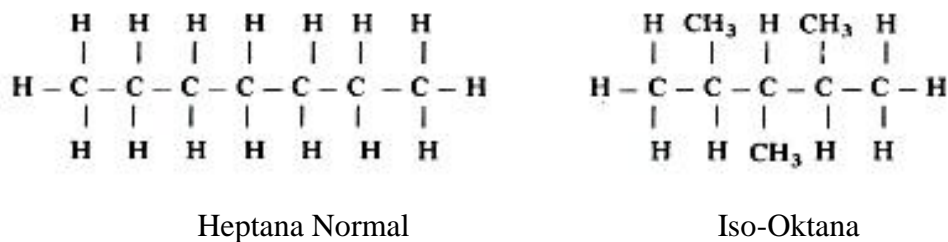
2.6. Pertamax

Pertamax adalah salah satu jenis mogas atau motor gasoline, yang digunakan sebagai bahan bakar untuk mesin kendaraan dengan penyalan busi atau spark ignition engine. Pertamax pertama kali diluncurkan pada tahun 1999 sebagai pengganti Premix 98 karena unsur MTBE (Methyl Tertiary Butyl Ether, $C_5H_{11}O$) yang berbahaya bagi lingkungan. MTBE murni setara berbilangan oktan 118. Selain dapat meningkatkan bilangan oktan, MTBE juga dapat menambah oksigen pada campuran pada campuran gas didalam mesin, sehingga akan mengurangi pembakaran tidak sempurna bensin yang menghasilkan gas CO.

Pertamax merupakan jenis bahan bakar dengan angka oktan 92. Bensin pertamax dianjurkan digunakan untuk kendaraan bahan bakar bensin yang mempunyai perbandingan kompresi tinggi (9 : 1 sampai 10 : 1). Pada bahan bakar pertamax ditambahkan aditif sehingga mampu membersihkan mesin dari timbunan deposit pada fuel injector dan ruang pembakaran.

Bahan bakar pertamax sudah tidak menggunakan campuran timbal sehingga dapat mengurangi racun gas buang kendaraan bermotor seperti nitrogen oksida dan karbon monoksida dan warna dari pertamax ini adalah biru.

Bahan bakar bensin ini 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 2.7. Struktur kimiawi ikatan Hidrokarbon (Sudomo, 2018)

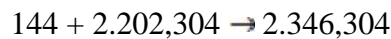
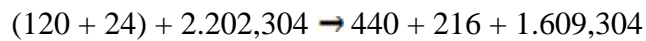
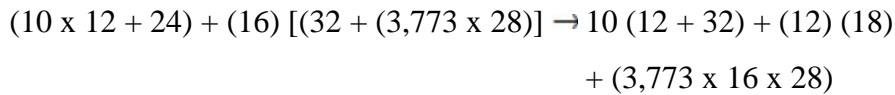
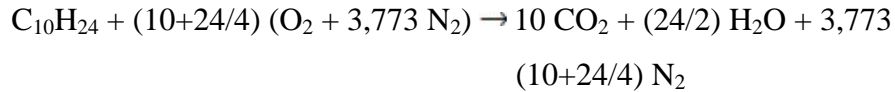
Reaksi pembakaran teoritis antara hidrokarbon dengan udara adalah sebagai berikut:

$$C_nH_m + (n + m/4)(O_2 + 3,773 N_2) \Rightarrow nCO_2 + m/2 H_2O + 3,76 (n + m/4)N_2 \quad (2.1)$$

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 pertamax. Rumus kimia pertamax adalah C₁₀H₂₄ (Muadi Iksan,2008). Reaksi pembakaran bahan bakar pertamax adalah sama dengan persamaan reaksi pembakaran teoritis antara hidrokarbon dengan udara, hal ini disebabkan karena pertamax merupakan senyawa dari hidrokarbon

Dari persamaan 2.1, jika Pertamina mempunyai nilai $C_{10}H_{24}$, maka akan didapatkan hasil stoikiometri (A/F) sebagai berikut :



$$1 + 15,3 = 16,3$$

Jadi, hasil stoikiometri (A/F) dari bahan bakar Pertamina adalah 15 : 1

2.6.1. Komposisi Pertamina

Beberapa kandungan didalam Pertamina ON 92, adalah :

1. Sulfur (S) 0,1 %
2. Oksigen (O) 2,72 %
3. Pewarna 0,13 gr / 100 L, dll

Berikut adalah komposisi dari bahan bakar bensin Pertamina 92

Tabel. 2.1 Komposisi Bahan Bakar Pertamina 92 dari data Pertamina (www.pertamina.com,2015).

No	Karakteristik	Satuan	Batas		Metode Uji	
			Mi	Mak	ASTM	Lain
1	Bilangan Oktana Riset	RON	92,0	-	D 2699	
2	Stabilitas Oksidasi	Menit	480	-	D 252	
3	Kandungan Sulfur	% m/m	-	0,05	D 2622 / D 4294	
4	Kandungan Timbal (Pb)	gr/liter	-	0,013	D 3237	
5	Kandungan Fosfor	mg/l	-	-	D 3231	
6	Kandungan Logam (Mn, Fe dll)	mg/l	-	-	D 3831	
7	Kandungan Silikon	mg/kg	-	-	IICP-AES (Merujuk metode in house dengan batasan deteksi = 1 mg/kg)	
8	Kandungan Oksigen	% m/m	-	2,7		

9	Kandungan Olefin	% v/v	-	-	
10	Kandungan Aromatik	% v/v	-	50,0	
11	Kandungan Benzena	% v/v	-	5,0	
12	Distilasi :				D 86
	10 % vol. Penguapan	⁰ C	-	70	
	50 % vol. Penguapan	⁰ C	77	110	
	90 % vol. Penguapan	⁰ C	13	180	
	Titik Didih Akhir	⁰ C	0	215	
	Residu	% v/v	-	2,0	
			-		
13	Sedimen	mg/l	-		D 5452
14	Unwashed Gum	mg/100 ml	-		D 381
15	Washed Gum	mg/100 ml	-		D 381
16	Tekanan Uap	kPa	45		D 5191 / D 323
17	Berat Jenis (pada suhu 15 ⁰ C)	kg/m ³	71	5	D 4052 / D 1298
18	Korosi Bilah Tembaga	menit	Kelas 1		D 130
19	Uji Doctor		Negatif		IP 30
20	Belerang Mercaptan	% massa	-	0,002	D 3227
21	Penampakan Visual		Jernih dan		
22	Warna		Terang		
23	Kandungan Perwarna	gr/100 l	-	0,13	

2.6.2. Kelebihan pertamax 92

Kelebihan dari bahan bakar Pertamina diantaranya :

1. Ditujukan untuk kendaraan yang menggunakan bahan bakar beroktan tinggi dan tanpa timbal.
2. Untuk kendaraan yang menggunakan electronic fuel injection dan catalytic converters.
3. Mempunyai nilai oktan yang lebih tinggi dibanding bahan bakar yang lain yaitu Pertamina 92, Pertamina Plus 95, dan Pertamina Racing 100.
4. Bebas timbal.
5. Menghasilkan Nox dan Cox dalam jumlah yang sangat sedikit dibanding BBM tanpa lain.

2.7. Torsi dan Daya

Torsi adalah ukuran kemampuan mesin untuk melakukan kerja, jadi torsi adalah suatu energi. Besarnya torsi adalah besaran turunan yang biasa digunakan untuk menghitung energi yang dihasilkan dari benda yang berputar pada porosnya.

Daya mesin adalah hubungan kemampuan mesin untuk menghasilkan torsi maksimal pada putaran tertentu. Daya menjelaskan besarnya output kerja mesin yang berhubungan dengan waktu, atau rata-rata kerja yang dihasilkan.

Daya yang dihasilkan dari proses pembakaran di dalam silinder dan biasanya disebut dengan daya indikator. Daya tersebut dikenakan pada torak yang bekerja bolak balik didalam silinder mesin. Jadi di dalam silinder mesin, terjadi perubahan energi dari energi kimia bahan bakar dengan proses pembakaran menjadi energi mekanik pada torak.

Daya efektif terjadi pada poros engkol saat torak bergerak dari TMA ke TMB akibat proses pembakaran.

2.8. Konsumsi Bahan Bakar Spesifik

Konsumsi bahan bakar spesifik (sfc) menyatakan laju konsumsi bahan bakar pada suatu motor bakar torak, pada umumnya dinyatakan dalam jumlah massa bahan bakar per satuan keluaran daya.

Sfc adalah indikator keefektifan suatu motor bakar yang tersedia untuk menghasilkan daya. Dengan demikian, semakin kecil SFC maka dapat dikatakan motor semakin hemat bahan bakar.

Konsumsi bahan bakar spesifik dapat ditentukan menggunakan Pers. 2.2 dibawah ini:

$$Sfc = \frac{\dot{mf}}{P} \quad (2.2)$$

Sedangkan untuk mencari \dot{mf} dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$\dot{mf} = \dot{V} \times \dots \quad (2.3)$$

2.9. Efisiensi Thermal

Efisiensi thermal (η_{th}) suatu mesin didefinisikan sebagai energi keluar dengan energi kimia yang masuk yang di hisap ke dalam ruang bakar. Efisiensi termal menurut definisinya merupakan parameter untuk mengukur bahan bakar.

Sedangkan untuk mencari efisiensi thermal efektif (η_b) digunakan persamaan berikut:

$$\eta_b = \frac{632}{sfc \cdot Q_i} \quad (2.4)$$

2.10. 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).

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 diruang bakar, jika kandungan semakin tinggi, maka artinya pembakaran semakin sempurna, jika AFR berada diangka ideal, emisi karbon dioksida akan berkisar antara 12% - 15%, namun jika AFR terlalu kurus atau kaya maka 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 diruang bakara 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 kondisis atmosphere normal, nitrogen merupakan gas inert yang sangat stabil dan tidak berikatan dengan unsur senyawa lainnya, namun saat mesin dalam kondisis panas, suhu tinggi dan tekanan tinggi akan mempengaruhi unsur nitrogen

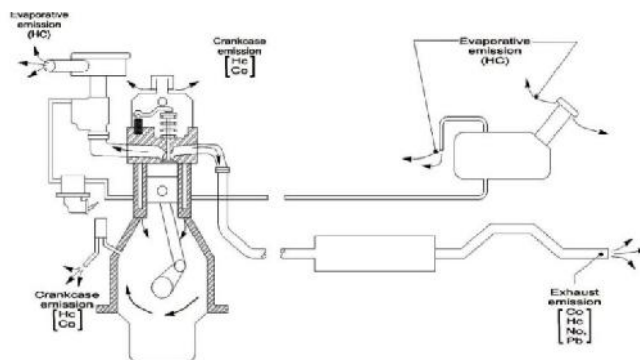
sehingga senyawa ini terpecah ikatannya dan tercampur dengan oksigen. Nitrogen adalah senyawa yang tidak stabil, efeknya jika menjadi gas buang motor akan berikatan dengan oksigen di udara bebas sehingga membentuk kandungan NO₂, kandungan ini mengandung racun dan jika bercampur air akan menjadi asam nitrat yang sangat berbahaya jika dihirup manusia.

2.10.1. 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), karbonmonoksida (CO) dan campuran alkohol, aldehida, keton, penol, asam, ester, ether, epoksida, peroksida dan oksigen yang lain.
2. Bakoli 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 2.8. Sumber gas buang kendaraan bermotor (Irawan, B. 2012)

2.10.2 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 karbonmonoksida (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 ke udara 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, sertamual- 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 kan kepada 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, seringkali sangat sulit untuk menentukan senyawa mana atau kombinasi senyawa yang mana yang paling berperan memberikan pengaruh membahayakan terhadap kesehatan (Depkes, 2004)

Tabel 2.2. 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 meningkatnya suhu rata – rata di permukaan bumi dan dapat mengakibatkan meningginya permukaan air laut akibat melelehnya gunung-gunung es ,yang pada akhirnya akan mengubah berbagai sirklus 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).

BAB 3 METODOLOGI

3.1. Waktu dan Tempat

3.1.1. Waktu

Waktu pelaksanaan penelitian ini dilakukan dalam waktu selama 10 bulan terhitung dari tanggal 15 April 2018 sampai 07 Februari 2019. Dimulai dengan persetujuan proposal ini sampai selesainya penelitian. Penelitian ini dimulai dengan kajian awal (tinjauan pustaka), penyetingan alat dan pengujian emisi gas buang serta unjuk kerja motor, lalu analisa data, kesimpulan dan saran. Rincian dari penelitian ini seperti pada tabel berikut :

3.1. Tabel Jadwal Penelitian

No	Uraian	Bulan Ke-									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.	Kajian literatur										
2.	Penyusunan proposal penelitian										
3.	Penulisan Bab 1 s/d Bab 3										
4.	Pengujian motor bakar										
5.	Analisa data dan penyusunan laporan penelitian										
6.	Seminar hasil penelitian										
7.	Sidang akhir										

3.1.2. Tempat

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Motor Bakar, Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara dan PT. Indako Trading Co. Jl.SM Raja No.362 Medan.

3.2. Bahan dan Alat

3.2.1. Bahan

Bahan yang digunakan menjadi objek pengujian adalah bahan bakar Pertamina, dapat dilihat pada gambar 3.1 dibawah ini.



Gambar 3.1. Pertamina.

3.2.2. Alat

Untuk melakukan penelitian ini, alat uji yang digunakan adalah:

1. Sepeda Motor Yamaha Vixion 150 cc

Sepeda motor sebagai objek pengujian yang dilakukan untuk menganalisa emisi gas buang yang terjadi setelah proses pembakaran dan unjuk kerja motor dengan variasi campuran bahan bakar dan udara.

Spesifikasi sepeda motor Yamaha Vixion 150 cc (www.motorvixion.com, 2015)

Tipe mesin	:	4 langkah, 4 Valve SOHC - Fuel Injection, Berpendingin cairan
Volume silinder	:	149,8 cc
Daya maksimum	:	14,88 PS / 8500 rpm
Torsi maksimum	:	13,1 N.m / 7500 rpm
Perbandingan kompresi	:	10,4 : 1
Diameter x langkah	:	57,0 x 58,7 mm

Sepeda Motor Yamaha Vixion 150 cc dapat dilihat pada gambar 3.2 dibawah ini:



Gambar 3.2. Yamaha vixion 150 cc.

2. *FI Diagnostic Tool*

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. Alat ini bertugas melakukan adjuster atau penyetingan dengan range (jarak) antara -30 sampai +30. Maksudnya bila angka dinaikkan atau (+) bertambah, artinya campuran gas bakar akan kaya bensin begitu juga jika diturunkan atau (-) berkurang. Setiap penambahan satu angka maka yang terjadi adalah penambahan suplai bensin sebesar 0,05 cc lebih banyak dibanding sebelumnya dan jika angkanya dibuat minus atau di bawah 0, maka itu artinya miskin bahan bakar (www.ruangmaya.wordpress.com, 2014). *FI Diagnostic Tool* dapat dilihat pada gambar 3.3 dibawah ini:



Gambar 3.3. *FI Diagnostic Tool*

3. 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 3.4 dibawah ini:



Gambar 3.4. Gas Analyzer

Table 3.2. 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 $\pm 2\%$ 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

Komponen – komponen gas analizer ialah :

a. Probe

Probe berfungsi untuk mendeteksi gas hasil pembakaran yang kemudian disalurkan melalui selang probe ke gas analizer. Probe dapat dilihat pada gambar 3.5 dibawah ini:



Gambar 3.5. Probe

b. Selang probe dengan filter probe

Selang probe digunakan untuk menyalurkan gas hasil sisa pembakaran ke gas analizer. Filter probe berfungsi untuk menyaring kotoran yang lewat melalui selang probe. Selang probe dengan filter probe dapat dilihat pada gambar 3.6 dibawah ini:



Gambar 3.6. Selang probe dengan filter probe

c. Power cable

Power cable digunakan untuk menghubungkan arus listrik ke gas analyzer.

Power cable dapat dilihat pada gambar 3.7 dibawah ini:



Gambar 3.7. Power cable

d. Kertas Printer

Kertas printer berguna untuk mencetak hasil pengujian. Kertas Printer dapat dilihat pada gambar 3.8 dibawah ini:



Gambar 3.8. Kertas Printer

4. Dynotest / Dynamometer

Dynotest/Dynamometer adalah sebuah alat yang digunakan untuk mengukur daya dan torsi pada sepeda motor dengan spesifikasi Kowa Seiki Japan. Dynotest dapat dilihat pada gambar 3.9 dibawah ini:

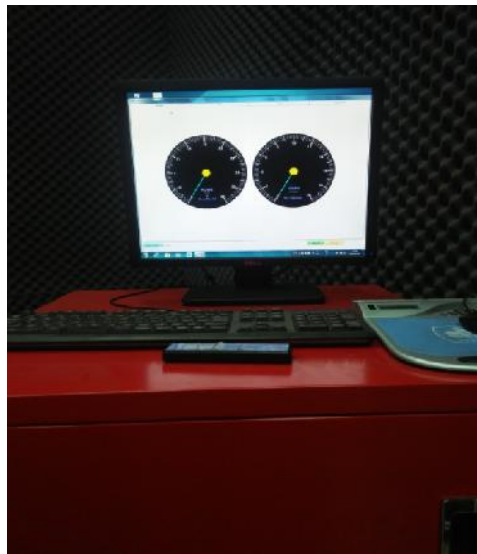


Gambar 3.9. Dynotest / Dynamometer

Komponen – komponen Dynotest/Dynamometer ialah:

a. Monitor

Monitor adalah tampilan suatu program pengukuran torsi dan daya pada sepeda motor. Monitor dapat dilihat pada gambar 3.10 di bawah ini:



Gambar 3.10. Monitor

b. Meja Dynotest

Sebagai dudukan dari sepeda motor untuk melakukan pengujian torsi dan daya. Meja dynotest dapat dilihat pada gambar 3.11 dibawah ini:



Gambar 3.11. Meja Dynotest

c. Blower Pendingin Mesin

Blower pendingin mesin berfungsi mendinginkan mesin se[eda motor apabila sedang berlangsung proses pengujian torsi dan daya. Blower pendingin mesin dapat dilihat pada gambar 3.12 dibawah ini:



Gambar 3.12. Blower Pendingin Mesin

d. Control Panel

Control panel berfungsi sebagai tempat pengoperasian alat-alat dynotest. Control panel dapat dilihat pada gambar 3.13 dibawah ini:



Gambar 3.13. Control Panel

e. Roller

Roller berfungsi sebagai pembaca putaran, daya, dan torsi pada sepeda motor. Roller dapat dilihat pada gambar 3.14 dibawah ini:



Gambar 3.14. Roller

5. Gelas Ukur

Gelas ukur berfungsi untuk mengukur volume bahan bakar yang digunakan saat pengujian dengan spesifikasi 50 ml – 1000 ml. Gelas ukur dapat dilihat pada gambar 3.15 dibawah ini:



Gambar 3.15. Gelas ukur

6. Stopwatch

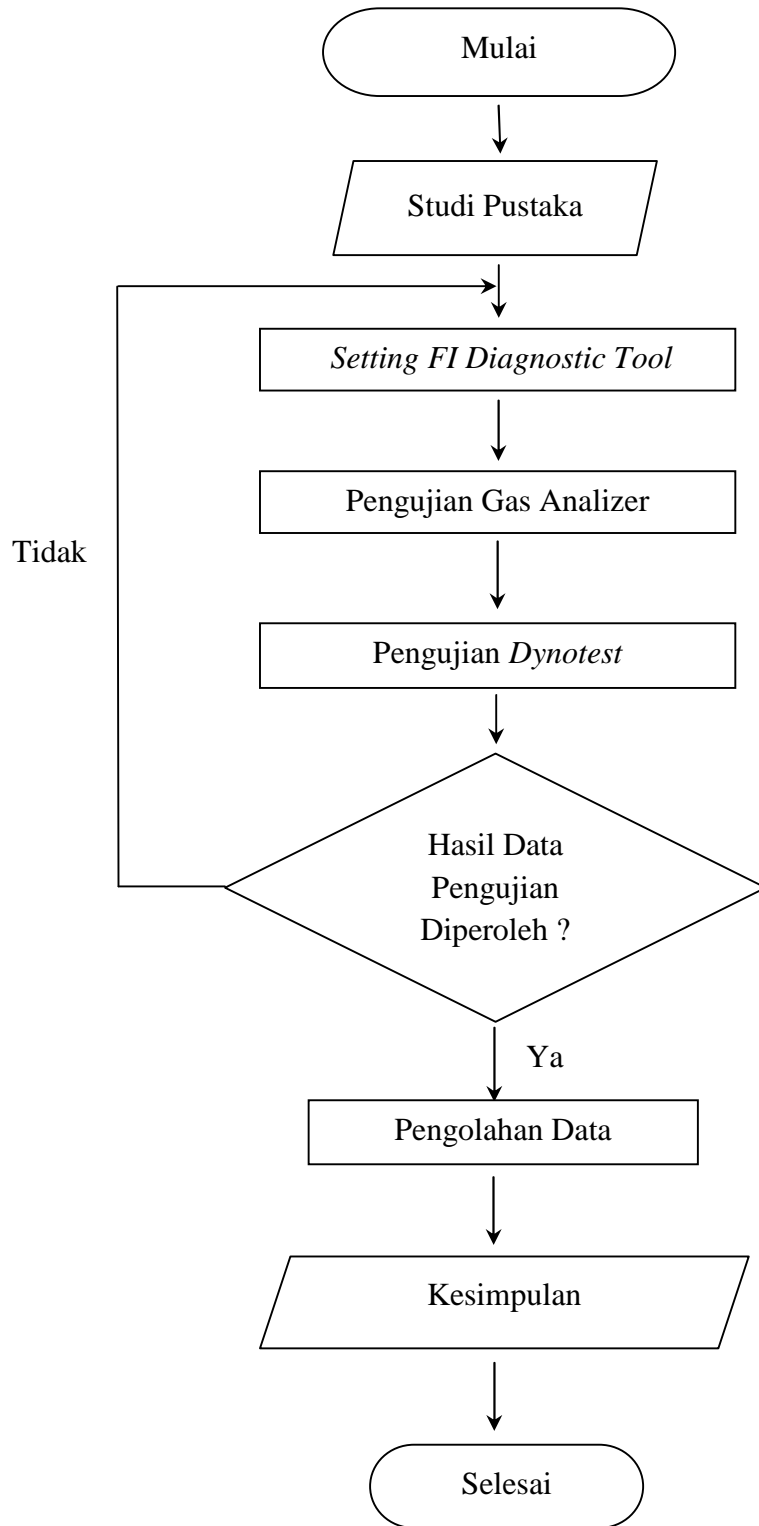
Stopwatch berfungsi untuk menghitung waktu yang dibutuhkan sepeda motor untuk menghabiskan bahan bakar. Stopwatch dapat dilihat pada gambar 3.16 dibawah ini:



Gambar 3.16. Stopwatch

3.3. Bagan Alir Penelitian

Bagan alir pada penelitian ini dapat dilihat pada gambar 3.16 di bawah ini :



Gambar 3.17. Bagan Alir Penelitian.

3.4. Metode Pengumpulan Data

Prosedur yang dilakukan dalam pengujian motor bakar ini dengan menggunakan 3 jenis variasi campuran bahan bakar dan udara, yaitu :

- 1) Bahan bakar pertamax
- 2) Campuran standart

Ini dilakukan dengan cara menyeting *FI Diagnostic Tool* pada campuran standart

- 3) Campuran kaya

Ini dilakukan dengan cara menyeting *FI Diagnostic Tool* pada campuran kaya.

- 4) Campuran miskin

Ini dilakukan dengan cara menyeting *FI Diagnostic Tool* pada campuran miskin

- 5) Pengujian yang di lakukan untuk menganalisa emisi gas buang yang terjadi setelah proses pembakaran dan unjuk kerja motor dengan variasi campuran bahan bakar dan udara.

Proses pelaksanaan pengujian yaitu :

1. Menguji motor bakar dengan menggunakan bahan bakar pertamax
2. Melakukan pengujian motor bakar untuk mengambil data emisi gas buang yang dihasilkan serta performa motor bakar dan konsumsi bahan bakar. Dengan menyeting terlebih dahulu campuran bahan bakar dengan udaranya menggunakan *FI Diagnostic Tool*, dengan variasi campuran standart, kaya dan miskin.

3.5. Metode Pengolahan Data

Data yang diperoleh dari data primer dan data skunder diolah kedalam rumus empiris, kemudian data perhitungan disajikan dalam bentuk tabel dan grafik.

3.6. Pengamatan dan Tahap Pengujian

3.6.1. Pengamatan

Pada penelitian ini yang akan diamati adalah:

1. Emisi gas buang
2. Torsi (T) dan Daya (P)

3. Konsumsi bahan bakar (Sfc).

3.6.2. Tahap pengujian

Pada tahapan ini yang menjadi acuan adalah variasi dari campuran bahan bakar dan udara. Kemudian dilakukan pengujian untuk mendapatkan data karakteristik dari motor bakar dengan menggunakan ketiga variasi dari campuran bahan bakar dan udara yang akan di gunakan.

Pengujian yang dilakukan, meliputi :

1. Emisi gas buang yang dihasilkan motor bakar terhadap variasi dari campuran bahan bakar dan udara
2. Pengujian performa mesin yang meliputi daya dan torsi yang dihasilkan motor bakar terhadap variasi dari campuran bahan bakar dan udara.
3. Pengukuran konsumsi bahan bakar dengan beberapa variasi dari campuran bahan bakar dan udara.

3.7. Prosedur Penggunaan Alat Uji

Pada pengujian emisi gas buang ini menggunakan sepeda motor 150 cc tahun 2011, yang akan di uji menggunakan gas analizer dan *dynotest/dynamometer* .

3.7.1. Prosedur gas analizer

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 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, dan kita lihat apakah bahan bakar sudah sesuai.
 - e) Jika CO sudah sesuai dengan campuran standart , maka matikan kendaraan dan lepas FI diagnostic tools,
6. Hidupkan sepeda motor selama 2 menit.
 7. Masukkan probe kedalam mulut knalpot, setelah mesin panas.
 8. Percobaan ini dilakukan bersamaan dengan percobaan *dynotest/dynamometer*
 9. 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.
 10. Tekan tombol HOLD/PRINT sebanyak 3 kali untuk melakukan pencetakan hasil pengujian.
2. Pengujian Dengan campuran kaya

Langkah - langkah pengujian sebagai berikut :

1. Setelah melakukan pengujian campuran standar, tekan tombol ESC/STAND BY pada gas analizer 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. Percobaan ini dilakukan bersamaan dengan percobaan *dynotest/dynamometer*
 6. 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.
 7. Tekan tombol HOLD/PRINT sebanyak 3 kali untuk melakukan pencetakan hasil pengujian.
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 Connetion”,
 - 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. Percobaan ini dilakukan bersamaan dengan percobaan *dynotest/dynamometer*
6. 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.
7. Tekan tombol HOLD/PRINT sebanyak 3 kali untuk melakukan pencetakan hasil pengujian.
8. Cabut probe dari knalpot
9. Pengujian selesai, matikan sepeda motor dan gas analyzer

3.7.2. Prosedur *dynotest/dynamometer*

Pada pengujian performa mesin ini digunakan alat *dynotest* untuk mengukur performa mesin pada berbagai tingkat putaran mesin. Prosedur pengujian adalah sebagai berikut :

1. Hal pertama yang harus diperhatikan adalah tahap awal penyetingan *FI diagnostic tool* pada 3 variasi campuran : standart, kaya dan miskin dan sudah mengeset peralatan gas analyzer ke sepeda motor.
2. Memeriksa dahulu minyak pelumas, penyetelan rantai roda, tekanan udara dalam ban (terutama ban belakang).
3. Menyalakan monitor dengan menekan tombol UPS kemudian menekan tombol CPU. Pilih menu di monitor dengan mengklik icon DYNO, maka akan keluar grafik torsi dan daya kemudian tekan tombol POWER TEST untuk memulai pengujian.
4. Menaikkan sepeda motor keatas meja *dynotest*, roda depan dimasukkan kedalam slot roda lalu dilakukan pengepresan atau penguncian terhadap roda depan.
5. Mengikat bagian roda belakang dengan tali pada posisi kanan dan kiri ujung standart/pijakan kaki belakang sehingga sepeda motor tegak.

6. Sepeda motor dihidupkan dan didiamkan sejenak agar mesin mencapai suhu idealnya.
7. Mengoperasikan sepeda motor sampai gigi 3th sambil menunggu aba-aba dari operator yang mengoperasikan monitor, untuk mencapai rpm maksimumnya.
8. Setelah tombol power test diklik, pengendara sepeda motor harus membuka penuh *trotel* sampai mesin menunjukkan putaran maksimum.
9. Setelah sepeda motor mencapai rpm maksimum, segera pengendara menurunkan gas sepeda motornya lalu operator dynotest mengklik tombol stop. Lalu pada monitor dynotest dapat dilihat hasilnya berupa data.
10. Setelah selesai mendapatkan semua data maka sepeda motor dapat dimatikan dan melepas pengikat pada roda depan, dan roda belakang. Lalu sepeda motor diturunkan dari meja dynotest.

3.8. Pengambilan Data

3.8.1. Pengambilan data gas analyzer

Pengambilan data berupa emisi gas buang yang di hasilkan dari ketiga variasi campuran.

3.8.2. Pengambilan data *dynotest/dynamometer*

Pengambilan data berupa daya dan torsi yang di hasilkan dari ketiga variasi campuran.

3.8.3. Pengambilan data konsumsi bahan bakar

Pengambilan data konsumsi bahan bakar dilakukan setelah alat uji terpasang dengan baik. Kemudian mesin dioperasikan pada putaran mesin (1000 rpm) sampai putaran maksimum dengan menghitung waktu yang dibutuhkan sepeda motor untuk menghabiskan bahan bakar saat pengujian. Dengan cara memasukkan 100 cc bahan bakar pertamax ke dalam tangki. Lalu menghidupkan mesin kendaraan dan mengambil data daya dan torsi serta menghitung waktu pada saat pengujian berlangsung. Setelah selesai matikan mesin dan mengeluarkan kembali bahan bakar dari tangki dan menghitung sisa bahan bakar yang habis pada proses pengujian. Lakukan tahap tersebut untuk tahap pengujian yang selanjutnya sampai selesai.

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

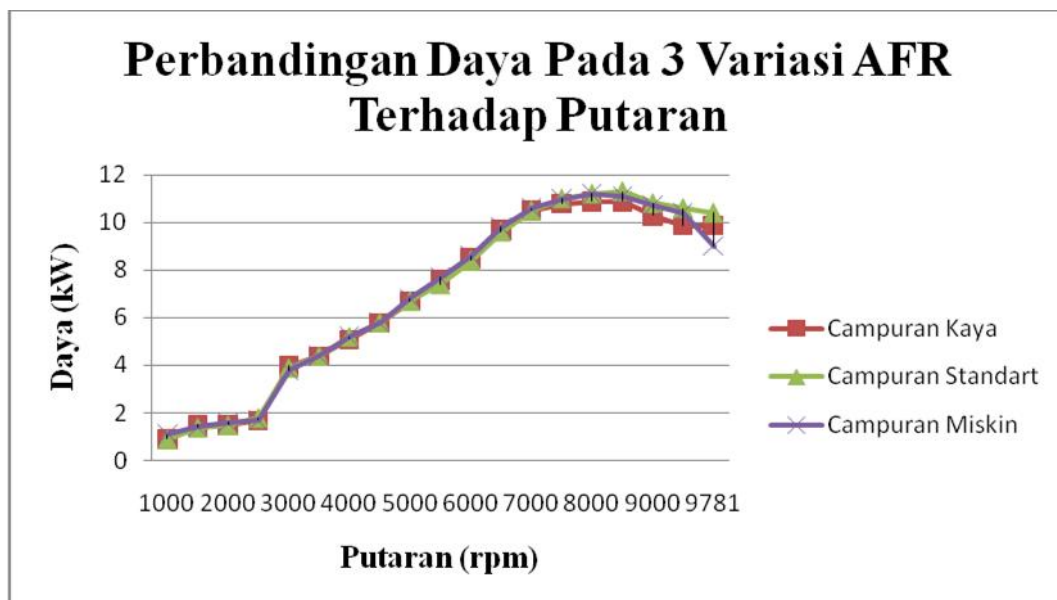
4.1. Hasil Pengujian

Berdasarkan data hasil Pengujian yang telah dilakukan di PT. Indako Trading Co. Jalan S.M. Raja No. 362 Medan Sumatera Utara, emisi gas buang dan performa sepeda motor Yamaha Vixion 150 cc, maka data yang didapatkan untuk menjawab permasalahan dengan menganalisis data tersebut dan memberikan gambaran dalam bentuk data dan grafik.

Pada bab ini akan dipaparkan data hasil dari percobaan yang telah dilakukan dalam penelitian ini. Data yang diperoleh tersebut meliputi data spesifikasi objek penelitian dan hasil percobaan. Selanjutnya data tersebut diolah dengan perhitungan untuk mendapatkan variabel yang diinginkan. Berikut ini adalah data hasil percobaan yang dilakukan dalam penelitian dan data perhitungan yang dilakukan untuk mengetahui emisi gas buang dan kinerja mesin berdasarkan variasi AFR terhadap sepeda motor Yamaha Vixion 150 cc.

4.1.1. Hasil pengujian daya pada 3 variasi AFR terhadap putaran

Daya didapatkan dari hasil pengujian. Grafik perbandingan hasil pengujian daya dapat dilihat pada gambar 4.1 dibawah ini:

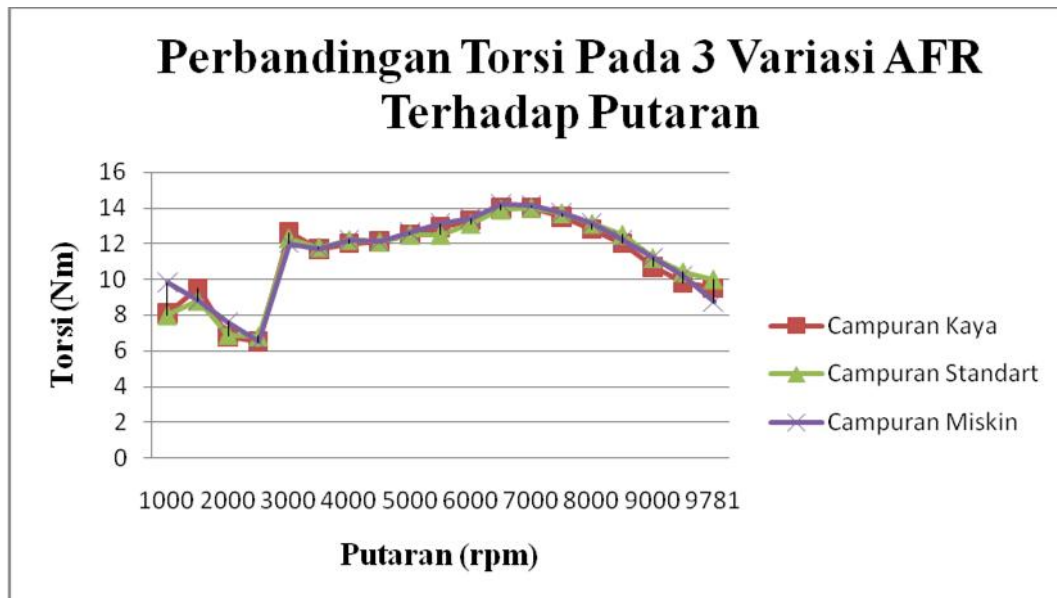


Gambar 4.1. Grafik perbandingan daya pada 3 variasi AFR terhadap putaran

Berdasarkan perbandingan daya pada 3 variasi AFR terhadap putaran, daya maksimum yang dihasilkan pada campuran miskin dan standart adalah 11,3 kW, akan tetapi putaran untuk menghasilkan daya maksimum tersebut berbeda. Pada campuran miskin untuk menghasilkan 11,3 kW daya membutuhkan putaran 8300 rpm sedangkan untuk campuran standart membutuhkan putaran yang lebih tinggi yaitu pada putaran 8500 rpm. Selanjutnya pada campuran kaya daya maksimum yang dihasilkan lebih rendah dari campuran miskin dan standart yaitu sebesar 11,0 kW dan pada putaran yang lebih tinggi, yaitu pada putaran 8700 rpm.

4.1.2. Hasil pengujian torsi pada 3 variasi AFR terhadap putaran

Torsi didapatkan dari hasil pengujian. Grafik perbandingan hasil pengujian torsi dapat dilihat pada gambar 4.2 dibawah ini:



Gambar 4.2. Grafik perbandingan torsi pada 3 variasi AFR terhadap putaran

Berdasarkan perbandingan torsi pada 3 variasi AFR terhadap putaran, torsi maksimum yang dihasilkan pada campuran kaya dan standart adalah 15,1 Nm, akan tetapi putaran untuk menghasilkan torsi maksimum tersebut berbeda. Pada campuran kaya untuk menghasilkan 15,1 Nm torsi membutuhkan putaran 7300 rpm sedangkan untuk campuran standart membutuhkan putaran yang lebih rendah yaitu pada putaran 7200 rpm. Selanjutnya pada campuran miskin torsi maksimum

yang dihasilkan lebih rendah dari campuran kaya dan standart yaitu sebesar 14,3 Nm dan pada putaran yang lebih rendah pula, yaitu pada putaran 6200 rpm.

4.1.3. Hasil pengujian konsumsi bahan bakar pada 3 variasi AFR terhadap putaran

Hasil pengujian konsumsi bahan bakar pada 3 variasi AFR dari putaran 1000 sampai 9000 rpm dapat dihitung sebagai berikut. Dengan data yang terlampir adalah pada pengujian dengan campuran standart menghabiskan 50 cc bahan bakar dalam waktu 38,12 detik, pada pengujian dengan campuran kaya menghabiskan 50 cc bahan bakar dalam waktu 24,41 detik sedangkan pada pengujian dengan campuran miskin menghabiskan 40 cc bahan bakar dalam waktu 33,02 detik.

Keterangan :

$$\text{pertamax} \quad : 0,000723 \text{ kg/cc (ilham,2016)}$$

A. Dengan Campuran Standart

Perhitungan konsumsi bahan bakar pada 1000-9000 rpm

Dimana, $t = 38,12 \text{ s}$

$$V \text{ bahan bakar} = 50 \text{ cc}$$

$$\text{bahan bakar} = 0,000723 \text{ kg/cc}$$

$$P \text{ rata-rata} = 6,989 \text{ kW}$$

$$\dot{V} = \frac{V}{t} = \frac{50 \text{ cc}}{38,12 \text{ s}} = 1,312 \text{ cc/s}$$

$$\text{Maka, } \dot{mf} = \dot{V} \times \dots$$

$$\dot{mf} = 1,312 \text{ cc/s} \times 0,000723 \text{ kg/cc}$$

$$\dot{mf} = 0,000948 \text{ kg/s}$$

$$\dot{mf} = 0,948 \text{ g/s}$$

$$\text{Sehingga, } Sfc = \frac{\dot{mf}}{P}$$

$$Sfc = \frac{0,948 \text{ g/s}}{6,989 \text{ kW}}$$

$$Sfc = 0,136 \text{ g/kW} \cdot \text{s}$$

B. Dengan Campuran Kaya

Perhitungan konsumsi bahan bakar pada 1000-9000 rpm

Dimana, $t = 24,41 \text{ s}$

$V \text{ bahan bakar} = 50 \text{ cc}$

$\text{bahan bakar} = 0,000723 \text{ kg/cc}$

$P \text{ rata-rata} = 6,874 \text{ kW}$

$$\dot{V} = \frac{V}{t} = \frac{50 \text{ cc}}{24,41 \text{ s}} = 2,049 \text{ cc/s}$$

Maka, $\dot{mf} = \dot{V} \times \dots$

$$\dot{mf} = 2,049 \text{ cc/s} \times 0,000723 \text{ kg/cc}$$

$$\dot{mf} = 0,00148 \text{ kg/s}$$

$$\dot{mf} = 1,48 \text{ g/s}$$

Sehingga, $Sfc = \frac{\dot{mf}}{P}$

$$Sfc = \frac{1,48 \text{ g/s}}{6,874 \text{ kW}}$$

$$Sfc = 0,215 \text{ g/kW} \cdot \text{s}$$

C. Dengan Campuran Miskin

Perhitungan konsumsi bahan bakar pada 1000-9000 rpm

Dimana, $t = 33,02 \text{ s}$

$V \text{ bahan bakar} = 40 \text{ cc}$

$\text{bahan bakar} = 0,000723 \text{ kg/cc}$

$P \text{ rata-rata} = 6,942 \text{ kW}$

$$\dot{V} = \frac{V}{t} = \frac{40 \text{ cc}}{33,02 \text{ s}} = 1,211 \text{ cc/s}$$

Maka, $\dot{mf} = \dot{V} \times \dots$

$$\dot{mf} = 1,211 \text{ cc/s} \times 0,000723 \text{ kg/cc}$$

$$\dot{mf} = 0,000875 \text{ kg/s}$$

$$\dot{m}_f = 0,875 \text{ g / s}$$

Sehingga, $Sfc = \frac{\dot{m}_f}{P}$

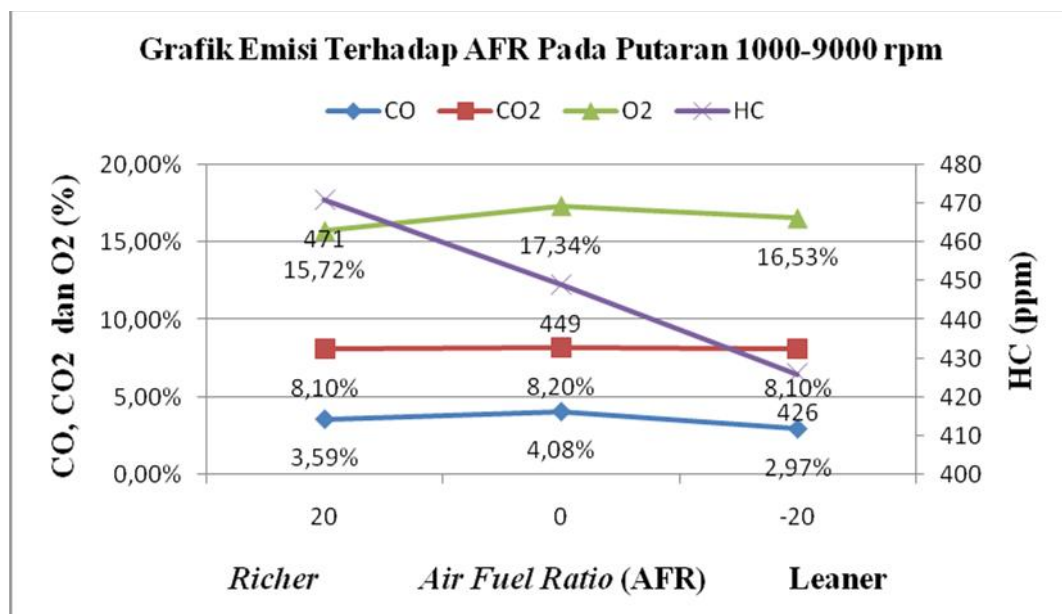
$$Sfc = \frac{0,875 \text{ g / s}}{6,942 \text{ kW}}$$

$$Sfc = 0,126 \text{ g / kW} \cdot \text{s}$$

Berdasarkan dari pengujian dan perhitungan konsumsi bahan bakar spesifik diatas, dapat disimpulkan bahwa konsumsi bahan bakar yang paling irit adalah pada campuran miskin. Karena hanya membutuhkan 0,126 g bahan bakar untuk menghasilkan 1 kW.s.

4.1.4. Hasil pengujian emisi gas buang pada 3 variasi AFR terhadap putaran

Emisi gas buang didapatkan dari hasil pengujian. Grafik perbandingan hasil pengujian emisi gas buang dapat dilihat pada gambar 4.3 dibawah ini:



Gambar 4.3. Grafik perbandingan emisi gas buang dengan 3 variasi AFR terhadap putaran

Dilihat dari gambar 4.3 hasil pengujian yang dilakukan menggunakan gas analizer pada putaran 1000-9000 rpm bahwa kadar CO tertinggi pada AFR standart yaitu 4,08 % campuran standart ini merupakan kadar CO kurang pas, dan

mengalami penurunan saat AFR kaya yaitu 3,59 % dan AFR miskin yaitu 2,97 % dimana terjadi penambahan dan pengurangan konsumsi bahan bakar.

Dimana kadar HC tertinggi berada pada AFR kaya yaitu 471 ppm campuran kaya dimana dilakukan penambahan konsumsi bahan bakar. Campuran kaya ini merupakan kadar HC yang pas. Sedangkan pada AFR standart kadar HC menurun menjadi 449 ppm pada campuran standar ini merupakan kadar HC paling pas, dan kembali menurun pada AFR campuran miskin dimana terjadi pengurangan konsumsi bahan bakar sehingga nilai HC menjadi 426 ppm.

Kadar nilai CO₂ tertinggi berada pada AFR standart yaitu 8,20 % campuran standar dan merupakan nilai CO₂ kurang pas, mengalami penurunan saat AFR kaya yaitu 8,10 % dan AFR miskin yaitu 8,10 % dimana terjadi penambahan dan pengurangan konsumsi bahan bakar.

Dan dimana kadar O₂ tertinggi berada pada AFR standart yaitu 17,34 % campuran standart dan merupakan O₂ kurang pas, mengalami penurunan saat AFR kaya yaitu 15,72 % dan AFR miskin yaitu 16,53 % dimana terjadi penambahan dan pengurangan konsumsi bahan bakar. Grafik sesuai dari gambar 2.6 (obert, Edward F, 1973).

4.1.5. Hasil perhitungan efisiensi thermal efektif pada 3 variasi AFR terhadap putaran

Hasil perhitungan efisiensi thermal efektif pada 3 variasi AFR dari putaran 1000 sampai 9000 rpm dapat dihitung sebagai berikut.

Keterangan :

Nilai kalor bahan bakar pertamax : 10.100 Kcal/Kg (audri,2014)

A. Dengan Campuran Standart

Perhitungan efisiensi thermal efektif pada putaran 1000-9000 rpm

Dimana, Q_i bahan bakar = 10.100 Kcal/Kg

$$Sfc = 0,136 \text{ g / kW} \cdot \text{s}$$

$$\text{Maka, } \eta_b = \frac{632}{Sfc \cdot Q_i}$$

$$\eta_b = \frac{632}{0,136 \text{ g/kW.s} \cdot 10.100 \text{ Kcal/Kg}}$$

$$= 0,46 \quad 46 \%$$

B. Dengan Campuran Kaya

Perhitungan efisiensi thermal efektif pada putaran 1000-9000 rpm

Dimana, Q_i bahan bakar = 10.100 Kcal/Kg

$$Sfc = 0,215 \text{ g / kW} \cdot s$$

$$\text{Maka, } \eta_b = \frac{632}{Sfc \cdot Q_i}$$

$$\eta_b = \frac{632}{0,215 \text{ g/kW.s} \cdot 10.100 \text{ Kcal/Kg}}$$

$$= 0,29 \quad 29 \%$$

C. Dengan Campuran Miskin

Perhitungan efisiensi thermal efektif pada putaran 1000-9000 rpm

Dimana, Q_i bahan bakar = 10.100 Kcal/Kg

$$Sfc = 0,126 \text{ g / kW} \cdot s$$

$$\text{Maka, } \eta_b = \frac{632}{Sfc \cdot Q_i}$$

$$\eta_b = \frac{632}{0,126 \text{ Kg/kW.s} \cdot 10.100 \text{ Kcal/Kg}}$$

$$= 0,49 \quad 49 \%$$

Berdasarkan dari pengujian dan perhitungan efisiensi thermal efektif diatas, dapat disimpulkan bahwa efisiensi thermal efektif yang paling tinggi adalah pada campuran miskin adalah sebesar 49 %.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan data pengujian yang telah diuraikan pada bab sebelumnya maka dapat dilihat kesimpulan sebagai berikut :

1. Daya maksimal terjadi pada campuran miskin dan standart adalah 11,3 kW, akan tetapi putaran untuk menghasilkan daya maksimum tersebut berbeda. Pada campuran miskin untuk menghasilkan 11,3 kW daya membutuhkan putaran 8300 rpm sedangkan untuk campuran standart membutuhkan putaran yang lebih tinggi yaitu pada putaran 8500 rpm.
2. Torsi maksimal terjadi pada campuran kaya dan standart adalah 15,1 Nm, akan tetapi putaran untuk menghasilkan torsi maksimum tersebut berbeda. Pada campuran kaya untuk menghasilkan 15,1 Nm torsi membutuhkan putaran 7300 rpm sedangkan untuk campuran standart membutuhkan putaran yang lebih rendah yaitu pada putaran 7200 rpm.
3. Konsumsi bahan bakar spesifik yang paling irit adalah pada campuran. Karena hanya membutuhkan 0,126 g bahan bakar untuk menghasilkan 1 kW.s.
4. Dilihat dari ambang batas emisi kendaraan pada gas HC masih berada pada ambang batas emisi, sedangkan gas CO, CO₂ dan O₂ berada pada tingkat yang tidak aman lagi, dikarenakan campuran standart mengandung nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan campuran lainnya.
5. Perhitungan dari efisiensi thermal efektif yang paling tinggi adalah sebesar 49 %.

5.2. Saran

1. Perlu pengujian lebih lanjut untuk mendapatkan analisa lebih lengkap diantaranya mengetahui faktor-faktor yang dapat mempengaruhi hasil sehingga dapat mengganggu keakuratan hasil penelitian.
2. Pengguna sepeda motor diharapkan untuk mempertimbangkan campuran AFR karena mempengaruhi performa pada sepeda motor.
3. 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.

4. Selain hal diatas, bagi peneliti yang mengadakan penelitian dimasa mendatang diharapkan hasil penelitian ini dapat dijadikan sebagai bahan masukan dan pertimbangan dalam melakukan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Jhon B. Haywood. *Internal Combustion Engine Fundamentals*, McGraw-Hill International Book Company, 1988
- VL. Maleev, ME., Dr. A.M., *Internal Combustion Engine Theory and Design*, McGraw-Hill International Book Company, 1984
- Cengel & Boles, Michael A : *Thermodynamic An Engineering Aproach*, McGraw-Hill International Book Company, 1984
- Arismunandar, W. (1988). *Penggerak Mula Motor Bakar Torak*. Bandung: ITB.
- Hartono, T. (2011) Penelitian Pengaruh Penggunaan Bahan Bakar Premium, Pertamina dan Pertamina Plus Terhadap Unjuk Kerja Motor Bakar Bensin. Laporan Tugas Akhir. Surakarta: Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Lesmana, F. (2008). *Klasifikasi Motor Bakar*. Bandung: UPI.
- Mulyono S., Gunawan, G., Maryanti B. (2014) Pengaruh Penggunaan dan Perhitungan Efisiensi Bahan Bakar Premium dan Pertamina Terhadap Unjuk Kerja Motor Bakar Bensin. *Jurnal Teknologi Terpadu*. Vol. 2(1).
- Pertamina. (2015). *Pertamax*.Indonesia. PT Pertamina (Persero).
- Prabowo, M. (2013) Pengertian Motor Bakar. Palembang: UNSRI
- Solikin, Moch. M.Kes dan Sutiman, M.T. 2005. *Mesin Sepeda Motor*. Yogyakarta: Insania.
- Puswanto, N. (2013) Pengaruh Jarak Kerenggangan Busi Terhadap Unjuk Kerja Motor Bensin 4 Langkah Dengan Bahan Bakar Pertamina. *Universitas Jember Digital Repository*.
- Surono, U.B., Machmud S., Pujusemedi D.A. (2013) Pengaruh Jenis Bahan Bakar Terhadap Unjuk Kerja Sepeda Motor Sistem Injeksi dan Karburator. *Rekayasa Teknologi Industri dan Informasi*
- Fauzi, H. (2018) Analisa Unjuk Kerja Motor Bakar Empat Langkah Menggunakan Pertalite Dengan Variasi Tambahan Zat Aditif. Laporan Tugas Akhir. Medan : Program Studi Teknik Mesin UMSU
- Sudomo. (2018) Analisa Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor Berbahan Bakar Premium Dengan Variasi Campuran Bahan Bakar Dan Udara. Laporan Tugas Akhir. Medan : Program Studi Teknik Mesin UMSU

Ali, B., Widodo, E.S. (2016) Analisa Unjuk Kerja Mesin Sepeda Motor Type “X” 115 CC Sistem Karbulator Dengan Menggunakan Bahan Bakar Premium Dan Campuran Premium Ethanol (10,15,20) % . Laporan Tugas Akhir. Jakarta : Program Studi Teknik Mesin FTI-ISTN

Cappenberg, A. D. (2014) Studi Tentang Berbagai Tipe Bahan Bakar Terhadap Prestasi Mesin Mobil Toyota XXX. Laporan Tugas Akhir. Jakarta : Program Studi Teknik Mesin Universitas 17 Agustus 1945

Lampiran

LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

Pengujian Dan Analisis Air-Fuel Ratio Terhadap Unjuk Kerja Motor Bensin 150 Cc

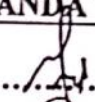

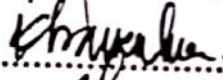

Nama : Andre Andana
NPM : 1407230196



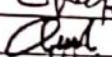

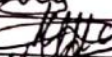


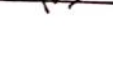
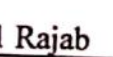
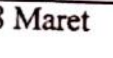
Dosen Pembimbing 1 : H. Muharnif, S.T., M.Sc
Dosen Pembimbing 2 : Candra A Siregar, S.T., M.T

No	Hari/Tanggal	Kegiatan	Paraf
1.	Selasa/22-05-2018	Perbaiki Bab 1 dan 2	f
2.	Jumat/23-11-2018.	Perbaiki Bab 3	f
3.	Kamis/13-12-2018	Perbaiki Bab 4 dan 5	f
4.	Rabu/23-01-2019	Lengkapi Kesimpulan Grafik dan rumus.	f
5.	Jumat/15-02-2019	ACC. Lanjut ke Pembimbing II	f
6.	Sabtu/20-02-2019	perbaiki format dan bab I	f
7.	22 feb.-2019	perbaiki hasil	f
8.	26 feb -2019	ACC seminar	f
9.	27 feb - 2019	<u>ACC</u> Seminar	f

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

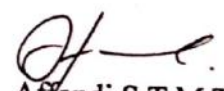
Peserta Seminar
 Nama : Andre Andana
 NPM : 1407230196
 Judul Tugas Akhir : Pengujian Dan Analisis Air Fuel Ratio Terhadap Unjuk Kerja Motor Bensin 150 CC.

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

No	NPM	Nama Mahasiswa	Tanda Tangan
1	1407230201	Andre Rizky Putra	
2	1407230204	Agung Tribowo	
3	1307230275	Bambang Katriashan	
4	1307230262	ARIE INDRAWIRANWARA	
5	1307230209	Abdi saputra.	
6	1407230194	Muhammad Agung Prauwika	
7	1407230239	Yudistira Suganda	
8	1407230187	Muhammad Afr yuda	
9	1307230183	Dicky zulfandy	
10	1407230231	M. Amin	

Medan, 01 Rajab 1440 H
08 Maret 2019 M

Ketua Prodi. T Mesin


Affandi.S.T.M.T

DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA

NAMA : Andre Andana
NPM : 1407230196
Judul T.Akhir : Pengujian Dan Analisis Air Fuel Ratio Terhadap Unjuk Kerja Motor Bensin 150 CC.

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

KEPUTUSAN

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

*Abstract harus di perbaiki
tabel ini belum pada buku*

3. Harus mengikuti seminar kembali

Perbaikan :

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

Medan 01 Rajab 1440H
08 Maret 2019 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T.Mesin

Affandi
Affandi.S.T.M.T

Dosen Pemanding- I
Khairul Umurani
Khairul Umurani.S.T.M.T

DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA

NAMA : Andre Andana
NPM : 1407230196
Judul T.Akhir : Pengujian Dan Analisis Air Fuel Ratio Terhadap Unjuk Kerja
Motor Bensin 150 CC.


Dosen Pembimbing - I : H.Muharnif.S.T.M.Sc
Dosen Pembimbing - II : Chandra A Siregar.S.T.M.T
Dosen Pembanding - I : Khairul Umurani.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 :
..... *sesuaikan ISPO sampai dgn data p works.*
..... *Perbaiki SPK*
.....
.....
3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :
.....
.....
.....
.....

Medan 01 Rajab 1440H
08 Maret 2019 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T.Mesin


Affandi.S.T.M.T

Dosen Pembanding- II

Sudirman Lubis.S.T.M.T

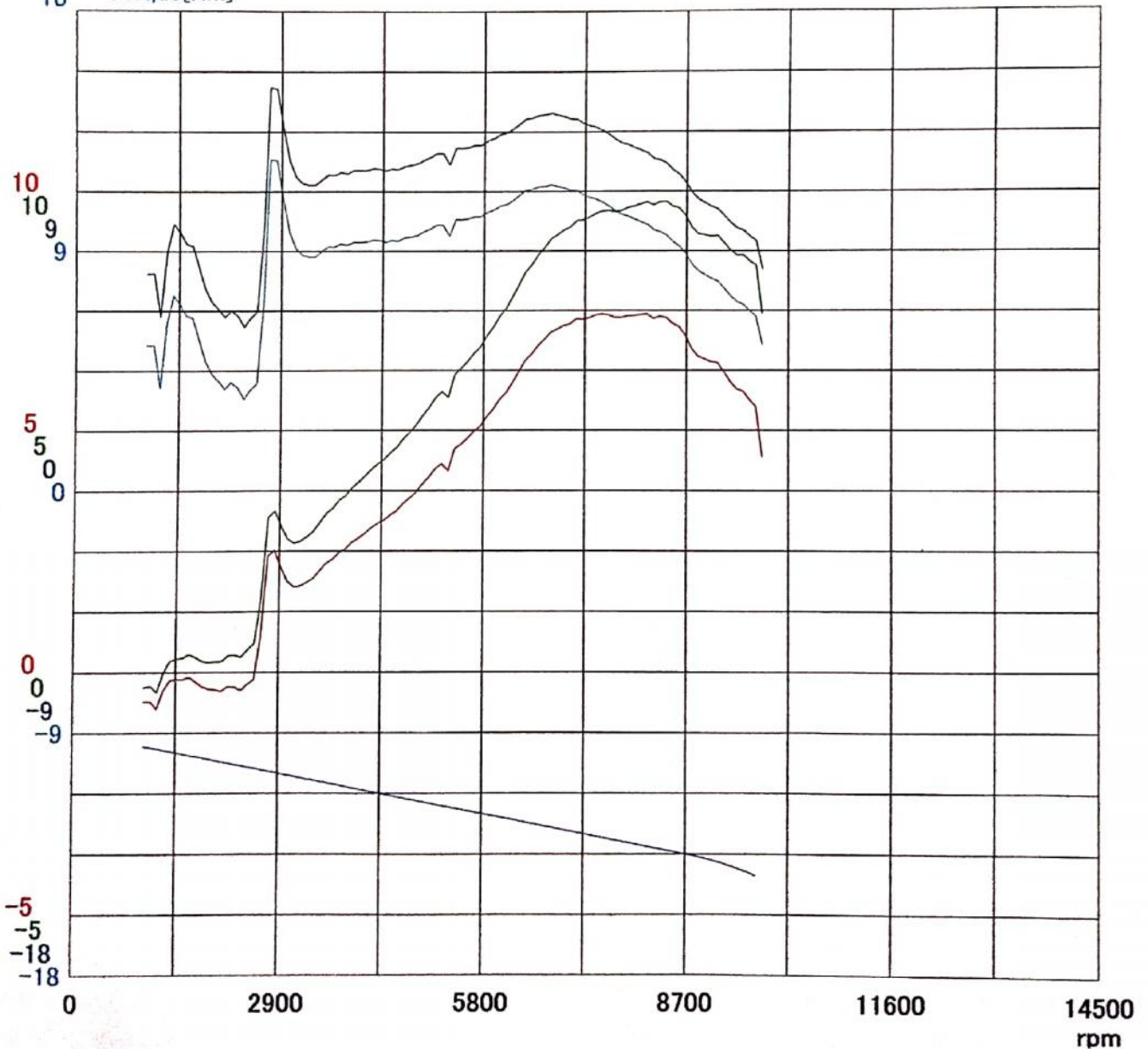
Meas. Day 2019/01/31 15:03:55
 Owner andre
 Model vixion 150
 Dry Temp. 31 C
 Wet Temp. 16 C
 Atmos. Pres. 1029 hPa
 W. Coeffic. 1.022
 Gear Ratio 10.338
 Tire Dia. 600 mm
 Memo



One HEART.

File Kaya20.PWD
 MAX->8.7 KW 11.0 KW 15.1 Nm

15 Power [KW]
 15 E/g Power[KW]
 18 E/g Torque[Nm]
 18 Torque[Nm]



Car name : KayaZÜ.PWD

MAX → 8.7 KW 11.0 KW 15.1 Nm

E/g rpm	Power	E/g Power	Torque	E/g Torque
[rpm]	[KW]	[KW]	[Nm]	[Nm]
1000	0.6	0.9	5.4	8.1
1500	1.1	1.5	6.8	9.5
2000	0.9	1.5	4.1	6.8
2500	1.0	1.7	3.8	6.5
3000	3.2	4.0	9.9	12.6
3500	3.4	4.4	9.0	11.7
4000	4.0	5.1	9.3	12.0
4500	4.5	5.8	9.4	12.1
5000	5.2	6.7	9.8	12.5
5500	6.0	7.6	10.2	12.9
6000	6.8	8.5	10.6	13.3
6500	7.8	9.7	11.3	14.0
7000	8.4	10.5	11.3	14.0
7500	8.7	10.8	10.8	13.5
8000	8.6	10.9	10.1	12.8
8500	8.5	10.9	9.3	12.0
9000	7.7	10.3	8.0	10.7
9500	7.1	9.9	7.0	9.8
9781	6.9	9.9	6.6	9.5

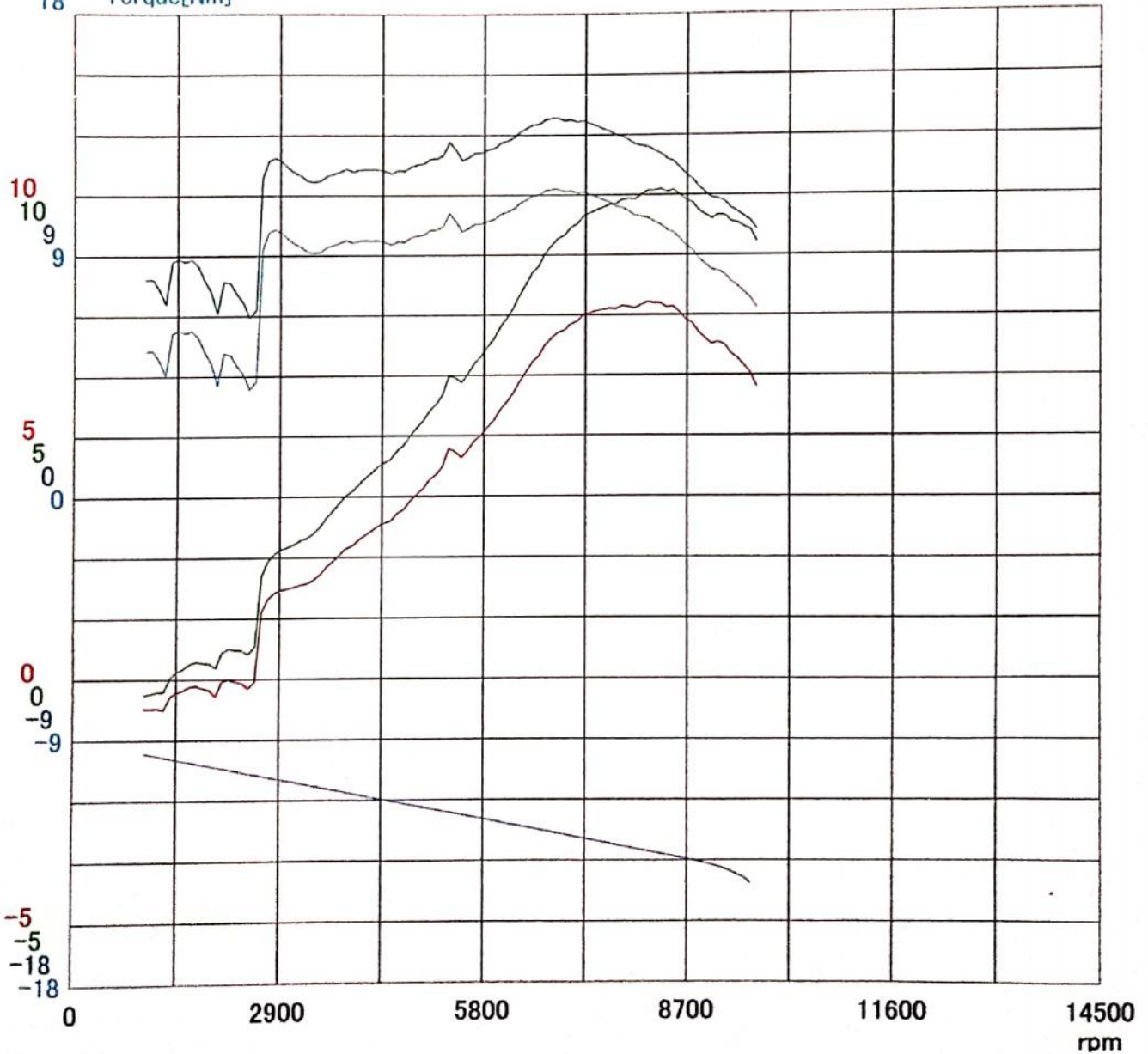
Meas. Day 2019/01/31 15:03:55
 Owner andre
 Model vixion 150
 Dry Temp. 31 C
 Wet Temp. 16 C
 Atmos. Pres. 1029 hPa
 W. Coeffic. 1.022
 Gear Ratio 10.338
 Tire Dia. 600 mm
 Memo



One HEART.

File Standart.PWD
 MAX->9.0 KW 11.3 KW 14.1 Nm

15 Power [KW]
 15 E/g Power[KW]
 18 E/g Torque[Nm]
 18 Torque[Nm]



Car Name : Standart.PWD

MAX ->

9.0 KW

11.3 KW

14.1 Nm

E/g rpm	Power	E/g Power	Torque	E/g Torque
[rpm]	[KW]	[KW]	[Nm]	[Nm]
1000	0.6	0.9	5.4	8.0
1500	1.0	1.4	6.1	8.8
2000	0.9	1.5	4.2	6.9
2500	1.1	1.8	4.1	6.8
3000	3.1	3.9	9.6	12.3
3500	3.4	4.4	9.2	11.8
4000	4.1	5.2	9.5	12.2
4500	4.5	5.8	9.4	12.1
5000	5.3	6.7	9.9	12.5
5500	5.8	7.4	9.9	12.5
6000	6.7	8.4	10.4	13.1
6500	7.8	9.6	11.2	13.9
7000	8.5	10.5	11.4	14.0
7500	8.8	11.0	11.0	13.7
8000	8.9	11.2	10.4	13.1
8500	8.9	11.3	9.8	12.5
9000	8.2	10.8	8.5	11.2
9500	7.7	10.6	7.6	10.4
9690	7.4	10.4	7.1	10.0

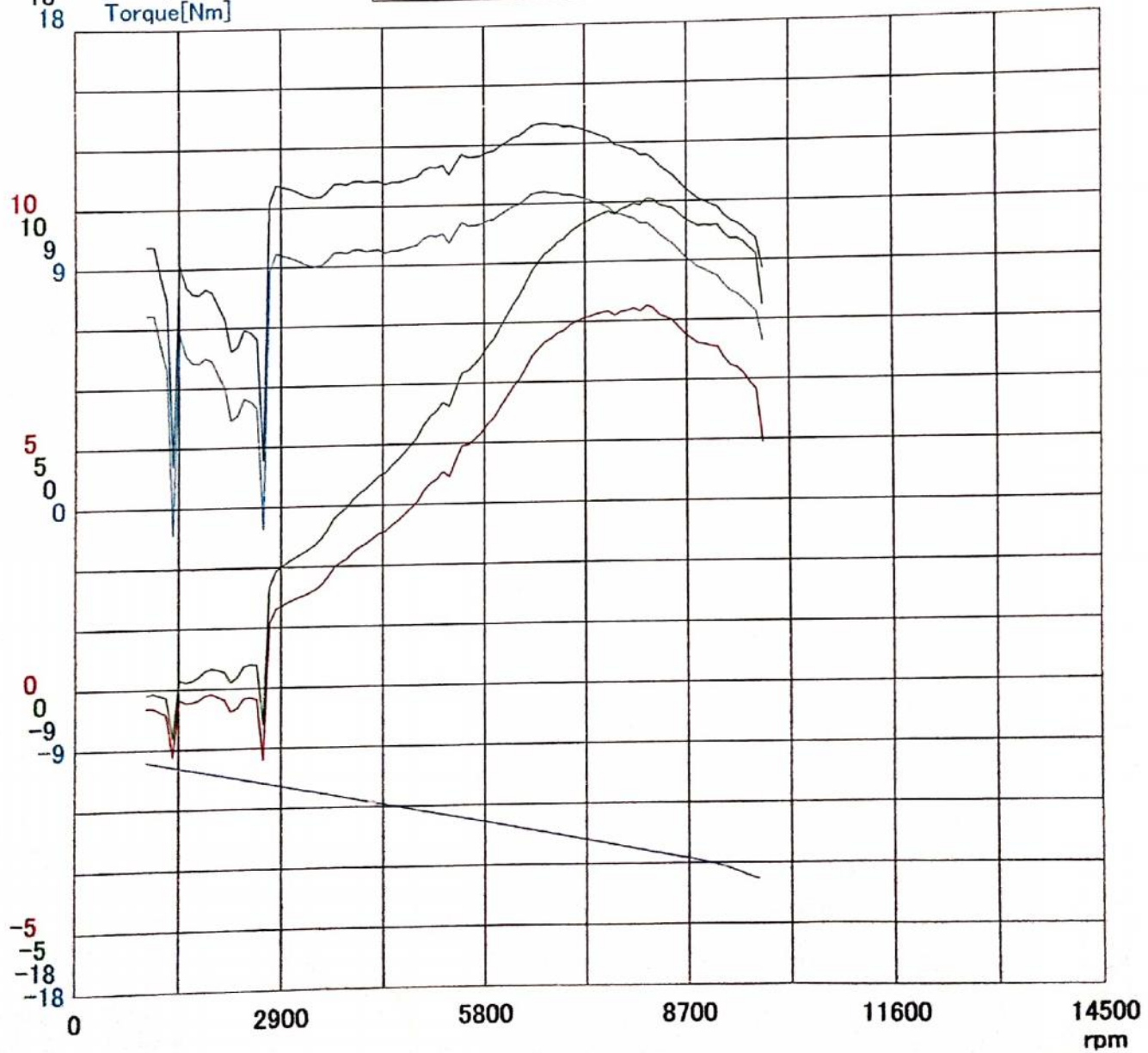
Meas. Day 2019/01/31 15:03:55
 Owner andre
 Model vixion 150
 Dry Temp. 31 C
 Wet Temp. 16 C
 Atmos. Pres. 1029 hPa
 W. Coeffic. 1.022
 Gear Ratio 10.338
 Tire Dia. 600 mm
 Memo



One HEART.

File Miskin20.PWD
 MAX->9.0 KW 11.3 KW 14.3 Nm

15 Power [KW]
 15 E/g Power[KW]
 18 E/g Torque[Nm]
 18 Torque[Nm]

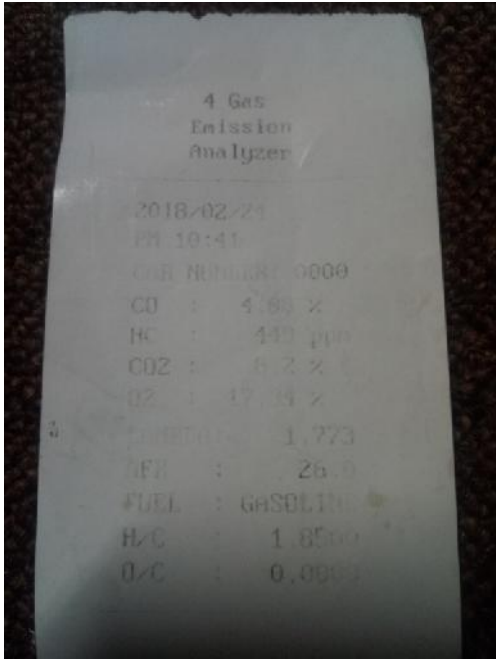


Car Name : Miskin20.PWD

MAX → 9.0 KW 11.3 KW 14.3 Nm

E/g rpm	Power	E/g Power	Torque	E/g Torque
[rpm]	[KW]	[KW]	[Nm]	[Nm]
1000	0.8	1.1	7.2	9.8
1500	1.0	1.4	6.2	8.8
2000	1.1	1.6	5.0	7.6
2500	1.0	1.7	3.9	6.5
3000	3.0	3.8	9.4	12.0
3500	3.4	4.4	9.1	11.7
4000	4.1	5.2	9.6	12.2
4500	4.6	5.8	9.5	12.1
5000	5.4	6.8	10.1	12.6
5500	6.2	7.7	10.5	13.1
6000	6.9	8.6	10.8	13.4
6500	8.0	9.8	11.6	14.2
7000	8.6	10.6	11.5	14.1
7500	8.9	11.0	11.1	13.7
8000	9.0	11.2	10.5	13.1
8500	8.7	11.1	9.6	12.2
9000	8.2	10.7	8.5	11.2
9500	7.6	10.4	7.5	10.2
9781	6.2	9.0	5.9	8.7

Lampiran Hasil Pengujian Emisi Gas Buang



Campuran Standart



Campuran Kaya



Campuran Miskin

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



DATA PRIBADI

Nama : Andre Andana
Alamat : Dusun Antara, Pematang Cengkering
Kec.Medang Deras Kab.Batu Bara
Jenis kelamin : Laki – laki
Umur : 22 Tahun
Agama : Islam
Status : Belum Menikah
Tempat, Tgl. Lahir : Pematang Cengkering, 23 Januari 1997
Tinggi/Berat Badan : 160 cm/64 Kg
Kewarganegaraan : Indonesia
No.Hp : 081288486197
Email : andreandana@gmail.com

ORANG TUA

Nama Ayah : Wijiono
Agama : Islam
Nama Ibu : Karmila
Agama : Islam
Alamat : Dusun Antara, Pematang Cengkering
Kec.Medang Deras Kab.Batu Bara

LATAR BELAKANG PENDIDIKAN

2002-2008 : SDN 013869 Indrapura
2008-2011 : SMP Negeri 1 Sipare-pare
2011-2014 : SMK Swasta Budhi Darma Indrapura
2014-2019 : Tercatat Sebagai Mahasiswa Program Studi Teknik
Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah
Sumatera Utara (UMSU)

PENGALAMAN ORGANISASI

20015-2016 : Ketua Bidang Organisasi PK IMM FATEK UMSU
20016-2017 : Sekretaris Umum PK IMM FATEK UMSU