

TUGAS SARJANA
KONVERSI ENERGI
ANALISA PERFORMA MOTOR BAKAR BENSIN
BERBAHAN BAKAR GAS TERHADAP VARIASI
BUKAAN KATUP BAHAN BAKAR

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

Disusun Oleh :

KHAIDIR ARFAN
1207230208



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

LEMBAR PENGESAHAN - I

TUGAS SARJANA

KONVERSI ENERGI

**ANALISA PERFORMA MOTOR BAKAR BENSIN
BERBAHAN BAKAR GAS TERHADAP VARIASI
BUKAAN KATUP BAHAN BAKAR**

Disusun Oleh :

KHAIDIR ARFAN
1207230208

Diperiksa dan Disetujui Oleh :

Pembimbing – I

Pembimbing – II

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

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

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 PERFORMA MOTOR BAKAR BENSIN
BERBAHAN BAKAR GAS TERHADAP VARIASI
BUKAAN KATUP BAHAN BAKAR

Disusun Oleh :

KHAIDIR ARFAN

1207230208

Telah diperiksa dan diperbaiki
Pada seminar tanggal 19 Oktober 2017

Disetujui Oleh :

Pembanding – I

Pembanding – II

(Ir. Husin Ibrahim.,M.T.)

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

Diketahui oleh :

Ka.Program Studi TeknikMesin

(Affandi, S.T)

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

**DAFTAR SPESIFIKASI
TUGAS SARJANA**

Nama Mahasiswa : KHAIDIR ARFAN

NPM : 1207230208

Semester : XI (Sebelas)

SPESIFIKASI :

Analisa Performa Motor Bakar Bensin Berbahan Bakar Gas

terhadap Variasi Buka-an Katup Bahan Bakar.

Diberikan Tanggal : 2 Januari 2017

Selesai Tanggal : 10 Oktober 2017

Asistensi : Seminggu sekali

Tempat Asistensi : Kampus Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

Medan, 11 Oktober 2017

Diketahui oleh :

Ka. Program Studi Teknik Mesin

Dosen Pembimbing – I

(AFFANDI, S.T.)

(KHAIRUL UMURANI, S.T., M.T.)

**DAFTAR HADIR ASISTENSI
TUGAS SARJANA**

NAMA: Khaidir Arfan PEMBIMBING-I : Khairul Umurani, S.T.,M.T.
NPM : 1207230208 PEMBIMBING-II : H.Muharnif M, S.T.,M.Sc.

NO	Hari / Tanggal	Uraian	Paraf

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS SARJANA

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Khaidir Arfan
Tempat/Tgl Lahir : Desa Perlis, 15 Mei 1993
NPM : 1207230208
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 PERFORMA MOTOR BAKAR BENSIN BERBAHAN BAKAR GAS TERHADAP VARIASI BUKAAN KATUP BAHAN BAKAR” 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 orisinil dan otentik.

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

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

Medan, 20 Oktober 2017
Saya yang menyatakan

(KHAIDIR ARFAN)

ABSTRAK

Perkembangan motor bakar sebagai penggerak, sangat memudahkan manusia dalam melaksanakan suatu pekerjaan. Disisi lain penggunaan motor bakar juga menimbulkan dampak sangat buruk terhadap lingkungan, terutama gas buang dari hasil pembakaran bahan bakar yang tidak terurai atau terbakar dengan sempurna. Fenomena ini mendorong manusia untuk mencari bahan bakar alternatif sebagai pengganti bahan bakar minyak untuk mengoperasikan mesin, salah satu energi pengganti bahan bakar minyak untuk motor bakar adalah bahan bakar gas (BBG). Untuk mengatasi masalah tersebut ada banyak cara yang bisa dilakukan salah satunya dengan mengganti bahan bakar premium dengan bahan bakar *Liquified Petroleum Gas* (LPG). Konverter kit merupakan peralatan tambahan pada motor bakar sehingga motor bakar tersebut dapat menggunakan bahan bakar gas. Pada penelitian ini katup bahan bakar divariasikan pada bukaan 50%, 75%, dan 100%. Dari hasil peneltian didapat torsi maksimum 0,53955 N.m diperoleh pada putaran 1500 rpm dengan beban 0,5 kg. Daya maksimum 0,0884709 kW diperoleh pada putaran 1500 dengan beban 0,5 kg. Konsumsi bahan bakar spesifik terendah 0,003900196 kg/kWh diperoleh pada bukaan katup 50% pada putaran 1000 rpm dengan beban 0,5 kg.

Kata kunci: *Liquified Petroleum Gas* (LPG).konverter kit, variasi bukaan katup.

KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakaatuh.

Alhamdulillah, puji syukur kehadirat *Allah Subhanallahu wa Ta'ala* pemilik langit dan bumi beserta segala isinya, yang selalu melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya kepada kita semua, dan tak lupa pula sholawat kepada nabi dan rasul terakhir kita *Muhammad Shallallahu 'alaihi wassalam*. Alhamdulillah akhirnya penulis dapat menyelesaikan tugas sarjana ini sebagai syarat untuk menyelesaikan program studi S-1 Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Adapun judul yang penulis ambil pada tugas akhir ini adalah “**ANALISA PERFORMA MOTOR BAKAR BENSIN BERBAHAN BAKAR GAS TERHADAP VARIASI BUKAAN KATUP BAHAN BAKAR**”. Dalam menyelesaikan tugas sarjana ini penulis telah berusaha untuk mendapatkan hasil yang sebaik-baiknya. Namun tidak terlepas dari kehilafan dan kekurangan, untuk itu penulis dengan segala kerendahan hati menerima kritik dan saran yang bersifat membangun dari para pembaca demi kesempurnaan tulisan dan kesempurnaan Tugas Sarjana ini.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan banyak terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Kedua orang tua saya, Ibunda tercinta (Halimatun) dan Ayahanda (Alm.Najir) yang tidak pernah berhenti memberi kasih, sayang, perhatian, nasihat, materil dan doanya hingga saat ini.
2. Bapak Rahmatullah, S.T., M.Sc., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah memberikan perhatian sehingga tugas sarjana ini dapat diselesaikan dengan baik.
3. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T., M.T., selaku Wakil Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah memberikan perhatian sehingga tugas sarjana ini dapat diselesaikan dengan baik.
4. Bapak Khairul Umurani, S.T.,M.T., selaku Pembimbing I tugas sarjana yang telah memberikan bimbingan dan perhatian sehingga tugas sarjana ini dapat diselesaikan dengan baik.
5. Bapak H. Muharnif M, S.T.,M.Sc., selaku Pembimbing II tugas sarjana yang telah memberikan bimbingan dan perhatian sehingga tugas sarjana ini dapat diselesaikan dengan baik.
6. Bapak Ir. Husin Ibrahim. M.T, Selaku Pembimbing I yang telah memberikan bimbingan sehingga tugas sarjana ini selesai.
7. Bapak Sudirman Lubis. S.T., M.T., Selaku Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan sehingga tugas sarjana ini selesai.
8. Bapak Affandi S.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Fakultas

Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

9. Bapak Chandra A. Siregar. S.T.,M.T., selaku Sekretaris Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah memberikan perhatian sehingga tugas sarjana ini dapat diselesaikan dengan baik.
10. Aminah (istri) yang selalu menemani dan memberi semangat untuk penulis dalam penulisan tugas sarjana.
11. Seluruh Pegawai Tata Usaha dan Seluruh Dosen Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
12. Teman satu perjuangan Andi Prasetia, Sugianto, Arif Sholihin, dan seluruh teman teman A3 malam, B3 malam, stambuk 2012.

Akhirkata, semoga Tugas Sarjana ini dapat bermanfaat terutama bagi penulis sendiri dan juga semua pembaca. Apa bila ada kesalahan, semata-mata kekhilafan penulis, sedangkan kebenaran semuanya hanya milik Allah SWT.

Bilahirfilshabili haq,fastabiqul khairat.

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakaatuh.

Medan, 11 Oktober 2017

Penulis

KHAIDIR ARFAN
1207230208

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	
LEMBAR SPESIFIKASI	
LEMBAR ASISTENSI	
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	2
1.4. Tujuan Penelitian	2
1.4.1. Tujuan Umum	2
1.4.2. Tujuan Khusus	3
1.5. Manfaat Penelitian	3
1.6. Sistematika Penulisan	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Definisi Motor Bakar	4
2.1.1. Sistem Pembakaran Pada Motor Bakar	4
2.1.2. Prinsip Kerja Motor Bensin 4 tak	5
2.2. Siklus Ideal	7
2.2.1. Siklus Aktual Motor Bensin	8
2.2.2. Siklus Udara Volume Konstan	10
2.3. Teori Pembakaran	12
2.4. Parameter Performa Mesin Bensin	13
2.4.1. Torsi	14
2.4.2. Daya Poros	15
2.4.3. Laju Aliran Massa Bahan Bakar	16
2.4.4. Konsumsi Bahan Bakar Spesifik Brake	16
2.5. Converter Kits	16
2.5.1. Prinsip Dasar Kits Konversi Bahan Bakar (BBG)	17
2.5.2. Sistem Kerja Kits Konversi	18
2.6. LPG	18
BAB 3 METODOLOGI	
3.1. Tempat dan Waktu Penelitian	22
3.1.1. Tempat	22
3.1.2. Waktu	22
3.2. Bahan dan Alat	23
3.2.1. Alat	23
3.2.2. Bahan	25

3.3.Diagram Alir Penelitian	30
3.4.Prosedur Penelitian	31
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1.Data Hasil Pengamatan	32
4.2.Tabel Hasil Pengujian	33
4.2.1.Hasil Pengujian Torsi	33
4.2.2.Hasil Pengujian Daya	34
4.2.3.Hasil Pengujian Laju Aliran Massa Bahan Bakar	35
4.2.4.Hasil Pengujian Konsumsi Bahan Bakar Spesifik	36
4.3.Perbandingan Unjuk Kerja Mesin Bensin Terhadap Pembebanan	38
4.3.1.Perbandingan Daya	38
4.3.2.Perbandingan Konsumsi Bahan Bakar Spesifik	39
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan	42
5.2 Saran	42
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Prinsip kerja mesin 4 langkah	6
Gambar 2.2	Diagram P-V siklus aktual motor bakar	10
Gambar 2.3	Diagram P-V siklus otto (siklus volume konstan)	11
Gambar 2.4	Mekanisme pengereman	15
Gambar 2.5	Instalasi kits konversi	17
Gambar 3.1	Break dynamometer	23
Gambar 3.2	Tahcometer	23
Gambar 3.3	Laptop	24
Gambar 3.4	Kosaku KX-160	25
Gambar 3.5	Tabung gas	26
Gambar 3.6	Regulator	26
Gambar 3.7	Kran mimbran	27
Gambar 3.8	Kran gas	27
Gambar 3.9	Karburator	28
Gambar 3.10	Load cell	28
Gambar 3.11	Proximity	29
Gambar 3.12	Arduino	29
Gambar 4.1	Grafik perbandingan daya terhadap putaran mesin	38
Gambar 4.2	Grafik perbandingan konsumsi bahan bakar pada bukaan katup bahan bakar dengan beban pengereman 0,1 kg	39
Gambar 4.3	Grafik perbandingan konsumsi bahan bakar pada bukaan katup bahan bakar dengan beban pengereman 0,3 kg	40
Gambar 4.4	Grafik perbandingan konsumsi bahan bakar pada bukaan katup bahan bakar dengan beban pengereman 0,5 kg	41

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Waktu kegiatan penelitian	22
Tabel 4.1	Hasil pengamatan pada bukaan katup bahan bakar 100%	32
Tabel 4.2	Hasil pengamatan pada bukaan katup bahan bakar 75%	32
Tabel 4.3	Hasil pengamatan pada bukaan katup bahan bakar 50%	33
Tabel 4.4	Hasil pengujian torsi pada bukaan katup bahan bakar 100%	33
Tabel 4.5	Hasil pengujian torsi pada bukaan katup bahan bakar 75%	33
Tabel 4.6	Hasil pengujian torsi pada bukaan katup bahan bakar 50%	34
Tabel 4.7	Hasil pengujian daya pada bukaan katup bahan bakar 100%	34
Tabel 4.8	Hasil pengujian daya pada bukaan katup bahan bakar 75%	34
Tabel 4.9	Hasil pengujian daya pada bukaan katup bahan bakar 50%	35
Tabel 4.10	Hasil pengujian laju aliran massa bahan bakar pada bukaan katup bahan bakar 100%	35
Tabel 4.11	Hasil pengujian laju aliran massa bahan bakar pada bukaan katup bahan bakar 75%	35
Tabel 4.12	Hasil pengujian laju aliran massa bahan bakar pada bukaan katup bahan bakar 50%	36
Tabel 4.13	Hasil pengujian konsumsi bahan bakar spesifik pada bukaan katup bahan bakar 100%	36
Tabel 4.14	Hasil pengujian konsumsi bahan bakar spesifik pada bukaan katup bahan bakar 75%	37
Tabel 4.15	Hasil pengujian konsumsi bahan bakar spesifik pada bukaan katup bahan bakar 50%	37

DAFTAR NOTASI

Simbol	Keterangan	Satuan
T	Torsi	N.m
m	Beban yang terbaca pada load cell	Kg
g	Gaya gravitasi	m/s ²
l	Jarak load cell terhadap sumbu poros	m
Ps	Daya poros	kW
n	Putaran poros	rpm
m _f	Laju aliran massa bahan bakar	Kg/h
ρ	Massa jenis bahan bakar	Kg/mL
v	Volume bahan bakar	mL
t	Waktu pemakaian bahan bakar	s
Bsfc	Konsumsi bahan bakar spesifik brake	Kg/kW.h

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan motor bakar sebagai penggerak, sangat memudahkan manusia dalam melaksanakan suatu pekerjaan. Selain mempercepat dan mempermudah aktivitas, di sisi lain penggunaan motor bakar juga menimbulkan dampak yang sangat buruk terhadap lingkungan, terutama gas buang dari hasil pembakaran bahan bakar yang tidak terurai atau terbakar dengan sempurna. Motor bakar yang menggunakan bahan bakar minyak (BBM) mengandung timah hitam (leaded gasoline) berperan sebagai penyumbang polusi cukup besar terhadap kualitas udara dan kesehatan. Fenomena ini mendorong manusia untuk mencari bahan bakar alternatif sebagai pengganti bahan bakar minyak untuk mengoperasikan mesin. Salah satu jenis bahan yang memungkinkan untuk menggantikan bahan bakar minyak terutama yang akan digunakan untuk motor bakar adalah bahan gas. Bahan bakar gas juga memiliki beberapa keuntungan antara lain seperti memiliki AO (angka oktan) yang lebih tinggi dibanding bensin (sekitar 120- 130 dibanding bensin yang hanya sekitar 80 untuk premium dan 94 untuk premix). Jenis bahan bakar gas yang di gunakan adalah LPG (Liquified Petroleum Gas).

Pada penelitian ini akan dilakukan pengujian motor bakar dengan berbagai variasi bukaan katup bahan bakar hubungannya terhadap prestasi mesin, untuk mengetahui pada bukaan katup Bahan bakar mana yang paling maksimal.

1.2 Rumusan Masalah

Melihat permasalahan diatas, perlu dilakukan penelitian tentang pengaruh bukaan katup aliran gas hubungannya dengan prestasi mesin. Secara rinci, permasalahan pada penelitian ini dirumuskan sebagai berikut:

1. Seberapa besar pengaruh tingkat bukaan katup aliran gas terhadap prestasi mesin.

1.3 Batasan Masalah

Adapun pembatasan masalah yang penulis tentukan agar penelitian ini bersifat terarah dan fokus pada bahasanya adalah:

1. Pembahasan dilakukan pada hal-hal yang berkaitan dengan motor bensin 4 langkah, dan sistem pengaplikasian gas LPG pada sistem bahan bakar untuk mengetahui prestasi mesin.
2. Pengujian dilakukan dengan menggunakan motor bensin 4 langkah yang dilengkapi dengan konverter kit.
3. Pengujian dilakukan dengan menggunakan alat brake dynamometer.
4. Variasi besarnya bukaan katup bahan bakar gas.
5. Variasi beban pengereman 0,1 kg, 0,3 kg dan 0,5 kg.

1.4 Tujuan Penelitian

1.4.1 Tujuan Umum

1. Untuk mengetahui kinerja bahan bakar gas (LPG) pada motor bakar dengan variasi bukaan katup bahan bakar.

1.4.2 Tujuan Khusus

1. Untuk mengetahui horse power, torsi, dan konsumsi bahan bakar dengan variasi bukaan katup bahan bakar terhadap prestasi mesin.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Dapat mengetahui seberapa besar pengaruh variasi bukaan katup bahan bakar terhadap prestasi mesin.
2. Dapat digunakan secara luas penggunaan motor bakar berbahan bakar gas ditengah- tengah masyarakat.

1.6 Sistematika Penelitian

1. Bab 1 yang akan dibahas meliputi latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.
2. Bab 2 akan dibahas mengenai tinjauan pustaka.
3. Bab 3 akan dibahas mengenai metodologi penelitian.
4. Bab 4 akan dibahas mengenai hasil dan pembahasan.
5. Bab 5 akan dibahas mengenai kesimpulan dan saran.
6. Daftar pustaka.
7. Lampiran.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Definisi Motor Bakar

Motor bakar adalah alat yang berfungsi untuk mengkonversikan energi termal dari pembakaran bahan bakar menjadi energi mekanik, dimana proses pembakaran berlangsung didalam silinder mesin itu sendiri sehingga gas pembakaran bahan bakar terjadi langsung digunakan sebagai fluida kerja untuk melakukan kerja mekanis.

Motor bakar torak mempergunakan beberapa silinder didalamnya terdapat torak yang bergerak translasi (bolak balik). Didalam silinder itulah terjadi pembakaran antara bahan bakar dengan oksigen dari udara. Gas pembakaran yang dihasilkan oleh proses tersebut mampu menggerakkan torak yang oleh batang penghubung (batang penggerak) dihubungkan dengan poros engkol. Gerak translasi torak tadi menyebabkan gerak rotasi pada poros engkol dan sebaliknya gerak rotasi poros engkol menimbulkan gerak translasi pada torak. Pada motor bakar tidak terdapat proses perpindahan kalor dari gas pembakaran ke fluida kerja karena itulah komponen motor bakar lebih sedikit daripada komponen mesin uap.

2.1.1 Sistem Pembakaran Pada Motor Bakar

Mesin atau *engine* dapat dibagi menjadi 2, berdasarkan sistem pembakarannya yaitu sistem pembakaran dalam (*internal combustion engines*) dan sistem pembakaran luar (*external combustion engines*). Pembagian mesin Menurut sistem pembakarannya didasarkan pada tempat proses pembakaran yang

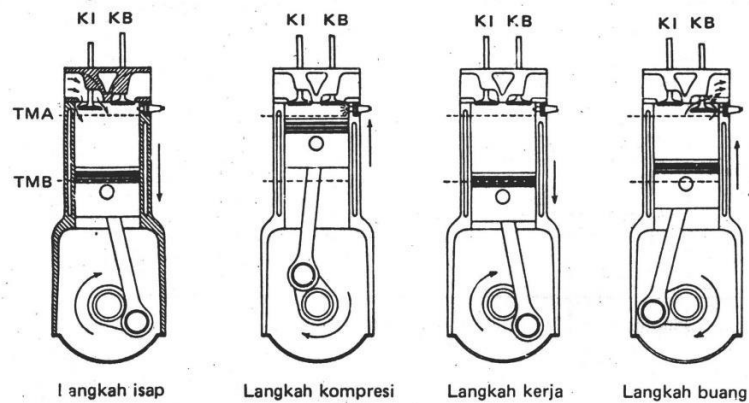
terjadi. Contohnya pada mesin sepeda motor. Agar sebuah sepeda motor dapat berjalan dengan normal, mesinnya memerlukan suatu proses pembakaran untuk menghasilkan energi yang nantinya akan menggerakkan sepeda motor tersebut. Suatu sistem pembakaran memerlukan 3 hal agar dapat menghasilkan energi yang diperlukan oleh mesin, yaitu bahan bakar, media pembakarannya, dan tempat terjadi pembakarannya. Pada sepeda motor, bahan bakar yang dimaksud adalah bensin dan udara yang mengandung oksigen. Media pembakarannya berupa busi (*sparkplug*) untuk menghasilkan api dan sistem silinder sebagai alat kompresinya, sedangkan tempat terjadinya proses pembakaran ada didalam suatu ruang bakar (*combustion chamber*). Dikarenakan proses pembakarannya didalam *combustion chamber* (termasuk ruang tertutup) maka mesin sepeda motor termasuk sistem pembakaran dalam.

Menurut sistem penyalanya, *internal combustion engine* dibagi menjadi dua jenis yaitu motor diesel dan motor bensin. Penyalan pada motor bensin terjadi karena loncatan bunga api listrik yang dipercikan oleh busi atau juga sering disebut juga *sparkplug*. 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.

2.1.2 Prinsip Kerja Motor Bensin 4 tak

Motor bakar empat langkah adalah mesin pembakaran dalam, yang dalam

yang dalam satu siklus pembakaran akan mengalami empat langkah *piston*. Mesin 4 tak memiliki 4 langkah *piston* antara lain: langkah hisap, kompresi, langkah usaha dan langkah buang.



Gambar 2.1. Prinsip kerja mesin 4 langkah

Langkah hisap atau *intake stroke* adalah posisi katup hisap terbuka sedangkan katup buang tertutup, *piston* bergerak dari Titik Mati Atas (TMA) ke Titik Mati Bawah (TMB). Gerakan *piston* menyebabkan ruang didalam silinder menjadi vakum, sehingga campuran bahan bakar dan udara masuk kedalam silinder.

Langkah kompresi atau *compression stroke* adalah langkah dimana campuran bahan bakar dan udara dikompresikan atau ditekan di dalam silinder. Proses yang terjadi pada langkah hisap adalah posisi katup hisap dan katup buang tertutup, *piston* bergerak dari Titik Mati Bawah (TMB) menuju ke Titik Mati Atas (TMA). Karena gerakan *piston*, volume ruang bakar mengecil sehingga membuat tekanan dan temperatur campuran udara dan bahan bakar di dalam silinder naik.

Langkah kerja atau *combustion stroke* adalah langkah dihasilkannya kerja dari energi pembakaran campuran bahan bakar dan udara di dalam

silinder. Posisi kedua katup tertutup, beberapa saat sebelum *piston* mencapai TMA busi memercikan bunga api pada campuran bahan bakar dan udara yang telah dikompresi dan terjadi pembakaran. Terjadinya pembakaran menyebabkan gas didalam silinder mengembang, tekanan dan suhu naik. Tekanan pembakaran mendorong *piston* bergerak ke TMB, gerakan inilah yang menjadi tenaga motor.

Langkah buang atau *exhaust stroke* adalah langkah dimana gas sisa pembakaran dikeluarkan dari silinder. Katup hisap tertutup dan katup buang terbuka, *piston* bergerak dari TMB menuju ke TMA, gas sisa hasil pembakaran akan terdorong ke luar dari dalam silinder melalui saluran katup buang. Ketika *piston* sudah mencapai TMA poros engkol sudah berputar dua kali.

Syarat mesin berjalan dengan maksimal harus memenuhi kriteria pembakaran yang baik yaitu kompresi tinggi, pengapian pada waktu yang tepat, penyalaan bunga api pada busi kuat atau besar serta campuran bahan bakar dan udara tepat.

2.2 Siklus Ideal

Proses termodinamika dan kimia yang terjadi dalam motor bakar torak amat kompleks untuk dianalisa menurut teori. Untuk memudahkan menganalisanya perlu membayangkan suatu keadaan yang ideal. Makin ideal suatu keadaan makin mudah untuk dianalisa, akan tetapi dengan sendirinya makin jauh menyimpang dari keadaan sebenarnya.

Pada umumnya untuk menganalisa motor bakar torak dipergunakan siklus udara sebagai siklus yang ideal. Siklus udara menggunakan beberapa keadaan

yang sama dengan siklus sebenarnya dalam hal sebagai berikut:

- a. Urutan proses
- b. Perbandingan kompresi
- c. Pemilihan temperatur dan tekanan pada suatu keadaan
- d. Penambahan kalor yang sama persatuan berat udara

Didalam analisis udara, khususnya motor bakar torak akan di bahas yaitu Siklus udara volume konstan (siklus otto).

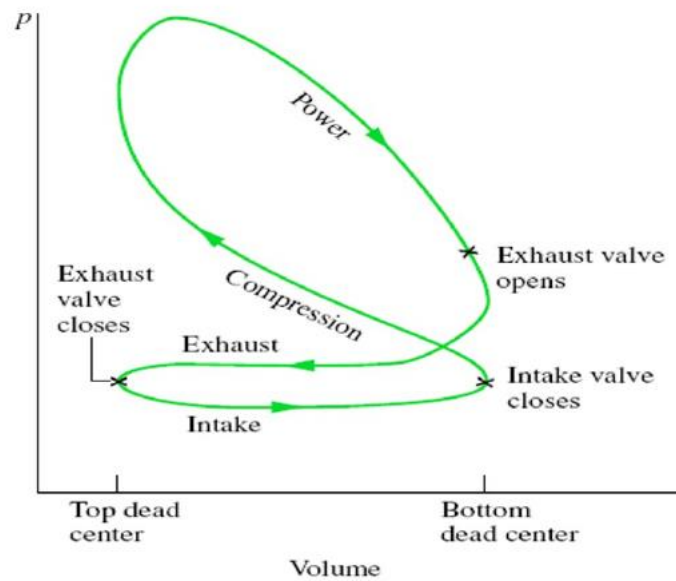
2.2.1 Siklus Aktual Motor Bensin

Siklus udara volume konstan atau siklus otto adalah proses yang ideal. Dalam kenyataannya baik siklus volume konstan, siklus tekanan konstan dan siklus gabungan tidak mungkin dilaksanakan, karena adanya beberapa hal sebagai berikut:

1. Fluida kerja bukanlah udara yang bisa dianggap sebagai gas ideal, karena fluida kerja di sini adalah campuran bahan bakar (premium) dan udara, sehingga tentu saja sifatnya pun berbeda dengan sifat gas ideal.
2. Kebocoran fluida kerja pada katup (*valve*), baik katup masuk maupun katup buang, juga kebocoran pada piston dan dinding silinder, yang menyebabkan tidak optimalnya proses.
3. Baik katup masuk maupun katup buang tidak dibuka dan ditutup tepat pada saat piston berada pada posisi TMA dan atau TMB, karna pertimbangan dinamika mekanisme katup dan kelembaman fluida kerja. kerugian ini dapat diperkecil bila saat pembukaan dan penutupan katup disesuaikan dengan besarnya beban dan kecepatan torak.
4. Pada motor bakar torak yang sebenarnya, saat torak berada di TMA tidak

Terdapat proses pemasukan kalor seperti pada siklus udara. Kenaikan tekanan dan temperatur fluida kerja disebabkan oleh proses pembakaran campuran udara dan bahan bakar dalam silinder.

5. Proses pembakaran memerlukan waktu untuk perambatan nyala apinya, akibatnya proses pembakaran berlangsung pada kondisi volume ruang yang berubah-ubah sesuai gerakan piston. Dengan demikian proses pembakaran harus dimulai beberapa derajat sudut engkol sebelum torak mencapai TMA dan berakhir beberapa derajat sudut engkol sesudah TMA menuju TMB. Jadi proses pembakaran tidak dapat berlangsung pada volume atau tekanan yang konstan.
6. Terdapat kerugian akibat perpindahan kalor dari fluida kerja ke fluida pendingin, misalnya oli, terutama saat proses kompresi, ekspansi dan waktu gas buang meninggalkan silinder. Perpindahan kalor tersebut terjadi karena ada perbedaan temperatur antara fluida kerja dan fluida pendingin.
7. Adanya kerugian energi akibat adanya gesekan antara fluida kerja dengan dinding silinder dan mesin.
8. Terdapat kerugian energi kalor yang dibawa oleh gas buang dari dalam silinder ke atmosfer sekitarnya. Energi tersebut tidak dapat dimanfaatkan untuk kerja mekanik. Siklus aktual motor bensin ditunjukkan pada Gambar 2.2.

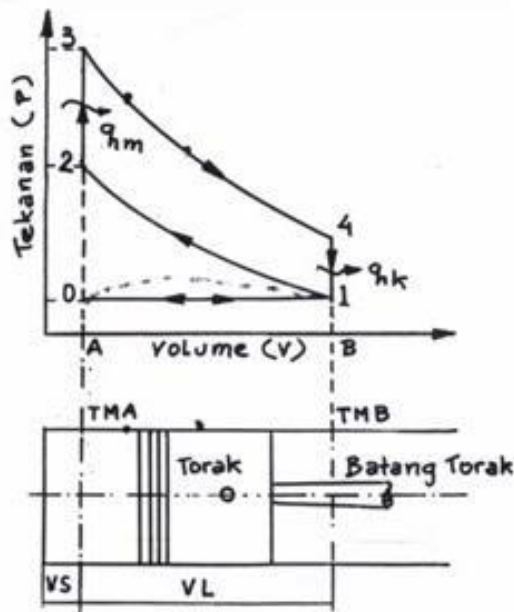


Gambar 2.2 Diagram P-V Siklus Aktual Motor Bensin

Berdasarkan kondisi seperti diatas, maka grafik tekanan (P) vs volume (V) mempunyai bentuk yang sedikit berbeda dengan grafik P-V siklus ideal.

2.2.2 Siklus Udara Volume Konstan

Motor bensin adalah jenis motor bakar torak yang bekerja berdasarkan siklus volume konstan, karena saat pemasukan kalor (langkah pembakaran) dan pengeluaran kalor terjadi pada volume konstan. Siklus ini adalah siklus yang ideal. Seperti yang terlihat di diagram P – V gambar 2.3.



Gambar.2.3 Diagram P-V Siklus otto (Siklus Volume Konstan)

Adapun siklus ini adalah sebagai berikut:

1. Langkah 0-1 adalah langkah hisap, yang terjadi pada tekanan (P) konstan.
2. Langkah 1-2 adalah langkah kompresi, pada kondisi isentropik.
3. Langkah 2-3 adalah dianggap sebagai proses pemasukan kalor pada volume konstan.
4. Langkah 3-4 adalah proses ekspansi, yang terjadi secara isentropik.
5. Langkah 4-1 adalah langkah pengeluaran kalor pada volume konstan.
6. Langkah 1-0 adalah proses tekanan konstan.

Dari penjelasan diatas maka didapat persamaan sebagai berikut:

- Proses 1 – 2, kompresi adiabatik ($dQ = 0$)

$$Q = U + W \qquad dQ = dU + dW$$

$$dW = -dU \qquad W_1 = -C_v (T_2 - T_1) \qquad (2.1)$$
- Proses 2 – 3, isokoris ($dV = 0 \rightarrow W = 0$)

$$Q = U$$

$$Q_{in} = C_v (T_3 - T_2) \quad (2.2)$$

- Proses 3 – 4, ekspansi adiabatik ($dQ = 0$)

$$W_1 = - C_v (T_4 - T_3) \quad (2.3)$$

- Proses 4 – 1, isokorik ($dV = 0$)

$$Q_{out} = C_v (T_1 - T_4) \quad (2.4)$$

2.3 Teori Pembakaran

Pembakaran dapat didefinisikan sebagai proses atau reaksi oksidasi yang sangat cepat antara bahan bakar (*fuel*) dan oksidator dengan menimbulkan panas atau nyala dan panas. Bahan bakar (*fuel*) merupakan segala substansi yang melepaskan panas ketika dioksidasi dan secara umum mengandung unsur-unsur karbon (C), hidrogen (H), oksigen (O), nitrogen (N), dan sulfur (S). Sementara oksidator adalah segala substansi mengandung oksigen (misalnya udara) yang akan bereaksi dengan bahan bakar (*fuel*).

Dalam proses pembakaran fenomena-fenomena yang terjadi antara lain interaksi proses-proses kimia dan fisika, pelepasan panas yang berasal dari energi ikatan-ikatan kimia, proses perpindahan panas, proses perpindahan massa, dan gerakan fluida.

Seperti telah diuraikan sebelumnya, proses pembakaran akan terjadi jika unsur-unsur bahan bakar teroksidasi. Proses ini akan menghasilkan panas sehingga akan disebut sebagai proses oksidasi eksotermis. Jika oksigen yang dibutuhkan untuk proses pembakaran diperoleh dari udara, dimana udara terdiri dari 21% oksigen dan 78% nitrogen, maka reaksi stoikimetrik pembakaran hidrokarbon murni C_mH_n dapat ditulis dengan persamaan:



Persamaan ini telah disederhanakan karena cukup sulit untuk memastikan proses pembakaran yang sempurna dengan rasio ekivalen yang tepat dari udara. Jika terjadi pembakaran tidak sempurna, maka hasil persamaan diatas CO_2 dan H_2O tidak akan akan terjadi, akan tetapi terbentuk hasil oksidasi parsial berupa CO , CO_2 , H_2O . Juga sering terbentuk hidrokarbon tak jenuh, formal dehidra dan kadang-kadang didapat juga karbon.

Pada temperatur yang sangat tinggi gas-gas pecah atau terdisosiasi menjadi gas-gas yang sederhana, dan molekul-molekul dari gas dasar akan terpecah menjadi atom-atom yang membutuhkan panas dan menyebabkan kenaikan temperatur. Reaksi akan bersifat endotermik dan disosiasi tergantung pada temperatur dan waktu kontak.

2.4 Parameter Performa Mesin Bensin

Perfoma suatu mesin pada umumnya dapat dilihat dari tingkat torsi, daya, konsumsi bahan bakar, dan efisiensi. Pada umumnya untuk mengetahui performa suatu mesin dapat diketahui dari spesifikasi mesin dari produsen pembuat mesin tersebut. Data dan spesifikasi dari produsen tersebut dapat dijadikan suatu acuan awal besarnya performa suatu mesin atau dapat disebut juga karakter mesin bensin tersebut.

Secara umum daya berbanding lurus dengan luas piston sedang torsi berbanding lurus dengan volume langkah. Parameter tersebut relatif penting digunakan pada mesin yang berkemampuan kerja dengan variasi kecepatan operasi dan tingkat pembebanan. Daya maksimum didefinisikan sebagai kemampuan maksimum yang bisa dihasilkan oleh suatu mesin. Adapun torsi poros pada kecepatan tertentu mengindikasikan kemampuan untuk memperoleh

aliran udara dan juga bahan bakar yang tinggi ke dalam mesin pada kecepatan tersebut. Sementara suatu mesin dioperasikan pada waktu yang cukup lama, maka konsumsi bahan bakar serta efisiensi mesinnya menjadi hal yang sangat penting.

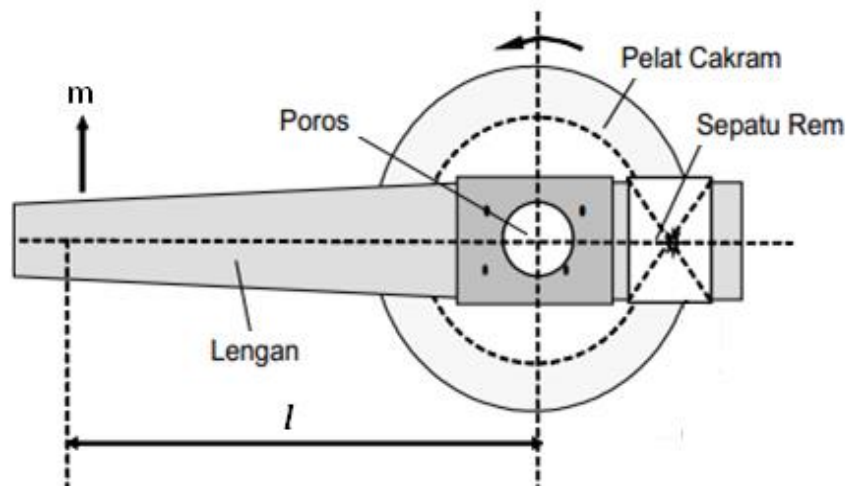
2.4.1 Torsi

Torsi (T) adalah ukuran kemampuan engine untuk menghasilkan kerja. Dan didalam keadaan sehari-hari torsi digunakan untuk akselerasi kendaraan untuk mendapatkan kecepatan tinggi. Torsi yang dihasilkan suatu mesin dapat diukur dengan menggunakan *dynamometer* yang dikopel dengan poros output mesin. Oleh karena sifat *dynamometer* yang bertindak seolah – olah seperti sebuah rem dalam sebuah mesin.

Mekanisme pengereman yang digunakan dalam instalasi pengujian nantinya terdiri atas piringan rem (*brake disk*), sepatu rem (*brake shoes*) yang terpasang pada lengan beban, serta baut penyetelan. Piringan rem bersatu bersama – sama dengan poros transmisi (gambar 2.4).

Apabila pengereman bekerja, sepatu rem yang menjepit piringan akan berputar bersama – sama dengan piringan, sehingga lengan beban akan menarik neraca pegas ke arah bawah dan memberikan keseimbangan gaya momen. Untuk menghitung Torsi digunakan persamaan:

$$T = m.g.l \quad (2.6)$$



Gambar 2.4 Mekanisme pengereman

2.4.2 Daya Poros

Daya poros (P_s) yang disebut juga dengan daya rem adalah ukuran dari daya mesin sebelum adanya kehilangan atau tambahan daya dari *gearbox*, *alternator*, diferensial, pompa hidraulik, *turbocharger*, dan komponen terkait lainnya. Istilah *brake* atau rem mengacu pada beban yang diaplikasikan pada mesin dan menahannya pada RPM tertentu. Selama pengujian, output torsi dan kecepatan putar diukur untuk menentukan daya rem. Tenaga kuda pada awalnya diukur menggunakan metode ini, diawali oleh James Watt lalu oleh De Prony dengan *Prony brake*. Sekarang, penggunaan dinamometer lebih umum dari pada *Prony brake*. Meski sebenarnya daya yang didapatkan pada pengukuran daya rem lebih tinggi dibandingkan daya yang didapatkan pada roda dan sumber beban. Daya rem memberikan gambaran daya mesin yang sebenarnya sebelum kehilangan daya melalui gearbox, alternator, dan sebagainya (wikipedia.org). Untuk menghitung daya poros digunakan persamaan :

$$P_s = \frac{T \cdot 2 \cdot \pi \cdot n}{60000} \quad (2.7)$$

2.4.3 Laju Aliran Massa Bahan Bakar

Laju aliran massa bahan bakar didefinisikan sebagai jumlah massa bahan bakar yang mengalir persatuan waktu. Karena yang digunakan disini adalah bahan bakar cair, maka jumlah volume bahan bakar yang mengalir persatuan waktu harus dikalikan dengan massa jenis tersebut.

Laju aliran massa bahan bakar dapat diketahui dengan jalan menghitung waktu yang diperlukan untuk menghabiskan sejumlah bahan bakar pada volume tertentu yang terdapat pada gelas ukur. Persamaan laju aliran massa bahan bakar dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$\dot{m} f = \frac{v}{t} \quad (2.8)$$

2.4.4 Konsumsi Bahan Bakar Spesifik Brake

Konsumsi bahan bakar spesifik (bsfc) adalah jumlah bahan bakar yang diperlukan mesin tiap satuan waktu untuk menghasilkan daya sebesar 1 kW daya poros. Dengan menghitung konsumsi bahan bakar spesifik, maka ukuran ekonomis bahan bakar dan suatu mesin dapat diperkirakan. Persamaan yang digunakan untuk menghitung konsumsi bahan bakar spesifik adalah :

$$bsfc = \frac{\dot{m} f}{P_s} \quad (2.9)$$

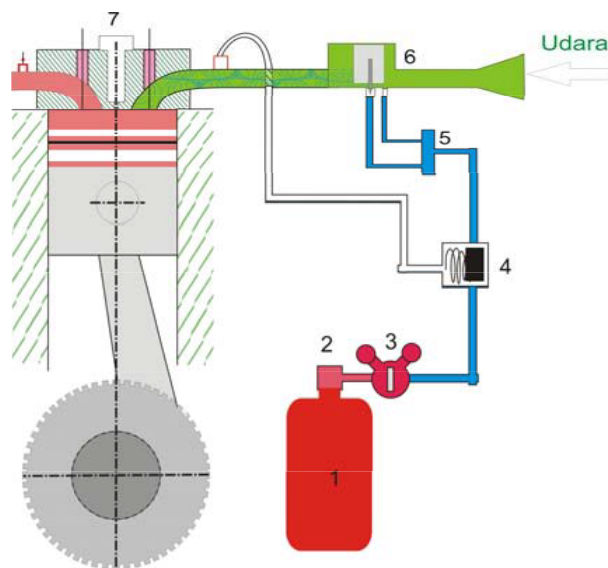
2.5 Converter Kits

Converter kits adalah alat penambahan untuk kendaraan, untuk merubah bakahan bakar bensin menjadi bahan bakar lpg. Fungsi dari konverter kits adalah sebuah alat yang digunakan untuk melakukan perubahan sehingga bisa memanfaatkan bahan bakar yang berbeda dikenal sebagai alat konversi (Converter) yang terdiri dari penggantian lubang gas/bahan bakar (main jet dan

pilot jet) dan sebuah alat regulator. Alat kelengkapan pemanfaatan gas dirancang untuk bekerja dengan gas tertentu yang memiliki tekanan tertentu. Dengan alat konversi ini tekanan gas diatur sesuai dengan tekanan dan jumlah (flow) yang dibutuhkan untuk menjalankan mesin. Memungkinkan motor bakar untuk menggunakan 100% gas alam (LPG).

2.5.1 Prinsip Dasar Kits Konversi Bahan Bakar (BBG)

Peralatan kits konversi terdiri dari tabung BBG tekanan tinggi (sekitar 200 bar), regulator gas, mixer, pipa, . Berikut adalah skema dari Kit Konversi untuk LPG



Gambar 2.5.Instalasi Kits Konversi

Keterangan gambar:

1. Tabung LPG
2. Regulator penurun tekanan I
3. Regulator pengatur tekanan II

4. Kran membran
5. Kran pembagi
6. Pencampur
7. Mesin satu silinder empat langkah

2.5.2 Sistem Kerja kits konversi

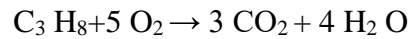
Bahan bakar gas LPG yang berada dalam tabung bertekanan tinggi (1) dikeluarkan dengan menurunkan tekanannya menggunakan regulator LPG tekanan tinggi (2) dan kembali diturunkan tekanannya sesuai dengan kebutuhan konsumsi bahan bakar dengan menggunakan regulator (3). Gas yang sudah diturunkan tekanannya dialirkan melalui selang gas ke kran membran (4). Kevakuman yang terjadi di ruang bakar yang diakibatkan oleh langkah isap piston dari TMA ke TMB mengakibatkan pegas kran membran tertarik dan membuka aliran gas dan gas akan mengalir ke kran (5) untuk kemudian dialirkan ke main jet dan pilot jet di dalam pencampur (mixer) (6). Udara yang masuk karena kevakuman dalam ruang bakar akan bercampur dengan gas LPG dan kemudian masuk ke dalam ruang bakar mesin satu silinder empat langkah (7).

2.6 LPG

Menurut Arends dan Berenshot (1980: 169) LPG adalah gas minyak tanah yang dicairkan. Bahan bakar LPG motor terdiri dari campuran propana dan butana. Apabila terjadi kebocoran pada udara yang tenang, gas akan dengan mudah tersebar secara perlahan. Untuk membantu pendeteksian kebocoran ke atmosfer, LPG ditambah bahan yang berbau yaitu pentana (C_5H_{12}). LPG yang dipasarkan

oleh Pertamina merupakan campuran antara 29,3 % propana, 69,7 % butana, 1 % pentana. Untuk mendapatkan rasio pembakaran teoritis dari komponen LPG dengan menggunakan perhitungan sebagai berikut:

1. Propana



$$\text{Mr C}_3 : 12 \times 3 = 36$$

$$\text{Mr H}_8 : 1 \times 8 = 8$$

$$\text{Mr C}_3\text{H}_8 : 36 + 8 = 44$$

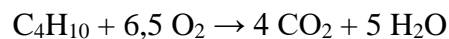
Massa atom relatif (Mr) dari propana adalah 44 dan Mr dari oksigen adalah 32 maka setiap kilogram propana membutuhkan oksigen sebanyak:

$$= \frac{5 \times \text{Mr oksigen}}{\text{Mr propana}} = \frac{5 \times 32}{44} = 3,64 \text{ kg oksigen}$$

Kadar oksigen dalam atmosfer adalah 23,2 % berat, maka udara yang dibutuhkan untuk membakar 1 kg propana adalah :

$$= 3,64 \times \frac{100}{23,2} = 15,67 \text{ kg udara}$$

2. Butana



$$\text{Mr C}_4 : 12 \times 4 = 48$$

$$\text{Mr H}_{10} : 1 \times 10 = 10$$

$$\text{Mr C}_4\text{H}_{10} : 48 + 10 = 58$$

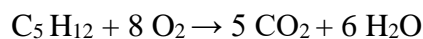
Massa atom relatif (Mr) dari butana adalah 58 dan Mr dari oksigen adalah 32 maka setiap kilogram butana membutuhkan oksigen sebanyak:

$$= \frac{6,5 \times Mr \text{ oksigen}}{Mr \text{ butana}} = \frac{6,5 \times 32}{58} = 3,58 \text{ kg oksigen}$$

Kadar oksigen dalam atmosfer adalah 23,2 % berat, maka udara yang dibutuhkan untuk membakar 1 kg butana adalah :

$$= 3,58 \times \frac{100}{23,2} = 15,46 \text{ kg udara}$$

3. Pentana



$$Mr \text{ C}_5 : 12 \times 5 = 60$$

$$Mr \text{ H}_{12} : 1 \times 12 = 12$$

$$Mr \text{ C}_5 \text{H}_{12} : 60 + 12 = 72$$

Massa atom relatif (Mr) dari pentana adalah 72 dan Mr dari oksigen adalah 32 maka setiap kilogram pentana membutuhkan oksigen sebanyak :

$$= \frac{8 \times Mr \text{ oksigen}}{Mr \text{ pentana}} = \frac{8 \times 32}{72} = 3,55 \text{ kg oksigen}$$

Kadar oksigen dalam atmosfer adalah 23,2 % berat, maka udara yang dibutuhkan untuk membakar 1 kg pentana adalah :

$$= 3,55 \times \frac{100}{23,2} = 15,32 \text{ kg udara}$$

Jadi untuk membakar 1 kg LPG yang terdiri dari 29,2 % propana, 69,7 % butana, dan 1 % pentana dibutuhkan udara sebanyak :

$= (29,3 \% \times \text{jumlah udara untuk membakar 1 kg propana}) + (69,7 \% \times \text{jumlah udara untuk membakar 1 kg butana}) + (1 \% \times \text{jumlah udara untuk membakar 1 kg pentana})$.

$$= (29,3 \% \times 15,67) + (69,7 \% \times 15,46) + (1 \% \times 15,32)$$

$$= 4,59 + 10,77 + 0,15$$

$$= 15,52 \text{ kg udara}$$

Jadi rasio udara- LPG secara teoritis adalah 1: 15,52

BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

3.1.1 Tempat

Tempat penelitian dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara JL.Kaptan Mukhtar Basri, No. 3 Medan 20238 Telp. 061-6624567, 6622400, Fax. 061-6625474, 6631003.

3.1.2 Waktu

Waktu pelaksanaan penelitian ini dimulai dari persetujuan dari pembimbing, pelaksanaan eksperimen pada bulan november 2016 pengambilan data hingga pengelolaan data sampai selesai bulan oktober 2017.

Tabel 3.1 Waktu Kegiatan Penelitian

No	Kegiatan	Tahun 2016 sampai Tahun 2017						
		Bulan 11 2016	Bulan 12 2016	Bulan 1 2017	Bulan 2 2017	Bulan 5 2017	Bulan 8 2017	Bulan 9 2017
1	Cari Judul							
2	Cari Pustaka							
3	Pembuatan Alat							
4	Penelitian dan Pengambilan data							
5	Mengelola Data							
6	Asistensi dan Perbaikan							

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat

Alat yang digunakan untuk mendukung proses penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Break Dynamometer

Break dynamometer ini berfungsi untuk mengukur torsi yang dikeluarkan dari mesin pengujian. Jenis rem yang digunakan adalah rem cakram.



Gambar 3.1 Break Dynamometer

2. Tachometer

Tachometer berfungsi sebagai pengukur rpm pada mesin penggerak.



Gambar 3.2 Tachometer

3. Laptop

Laptop digunakan untuk menampilkan data yang di deteksi oleh program arduino seperti load cell, termocople, proxymiti, dan program arduino lainnya.



Gambar 3.3 Laptop

3.2.2 Bahan

1. Mesin Kosaku KX-160



Gambar 3.4 Kosaku KX-160

Spesifikasi Mesin Kosaku KX-160

Daya	: 5,5 Hp
Tipe Mesin	: Air Cooled 4 tak OHV Single Silinder, PTO Shaft
Volume Silinder	: 163 cc
Bore X Stroke	: 68 x45 mm
Konsumsi Bahan Bakar	: 230 gr/ ps/ h
Torsi Maximum	: 1,1 Kg.m/ 2500 rpm
Output Maximum	: 4 Kw/ 4000 rpm
Starter	: Recoil
Kapasitas Tangki	: 4 Liter
Kapasitas Oli	: 0,6 Liter
Sistem Igrih	: Transistor Electric

2. Tabung Gas

Tabung gas berfungsi untuk penyimpanan gas elpiji



Gambar 3.5 Tabung Gas

3. Regulator

Regulator berfungsi sebagai penyalur gas.



Gambar 3.6 Regulator

4. Kran Mimbran

Kran mimbran berfungsi untuk mengalirkan bahan bakar gas keruang bakar suatu mesin hidup.



Gambar 3.7 Kran Mimbran

5. Kran Gas

Berfungsi sebagai pengatur masuknya bahan bakar pada mesin



Gambar 3.8 Kran gas

6. Karburator

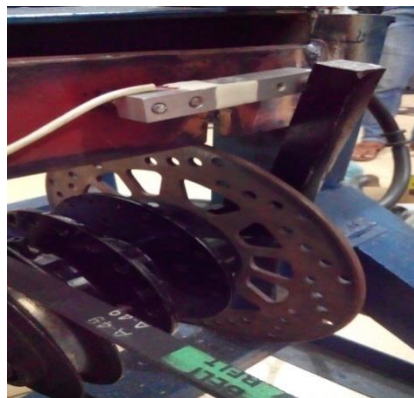
Karburator berfungsi sebagai tempat bercampurnya bahan bakar dan udara.



Gambar 3.9 karburator

7. Load Cell

Load cell berfungsi sebagai sensor beban dari hasil pengereman pada break dynamometer.



Gambar 3.10 Load Cell

8. Proximity

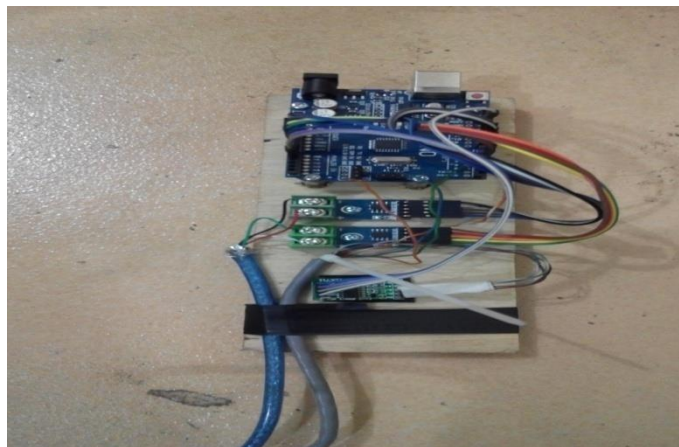
Proximity berfungsi sebagai sensor untuk mengetahui putaran pada mesin brake dinamometer.



Gambar 3.11 Proximity

9. Arduino

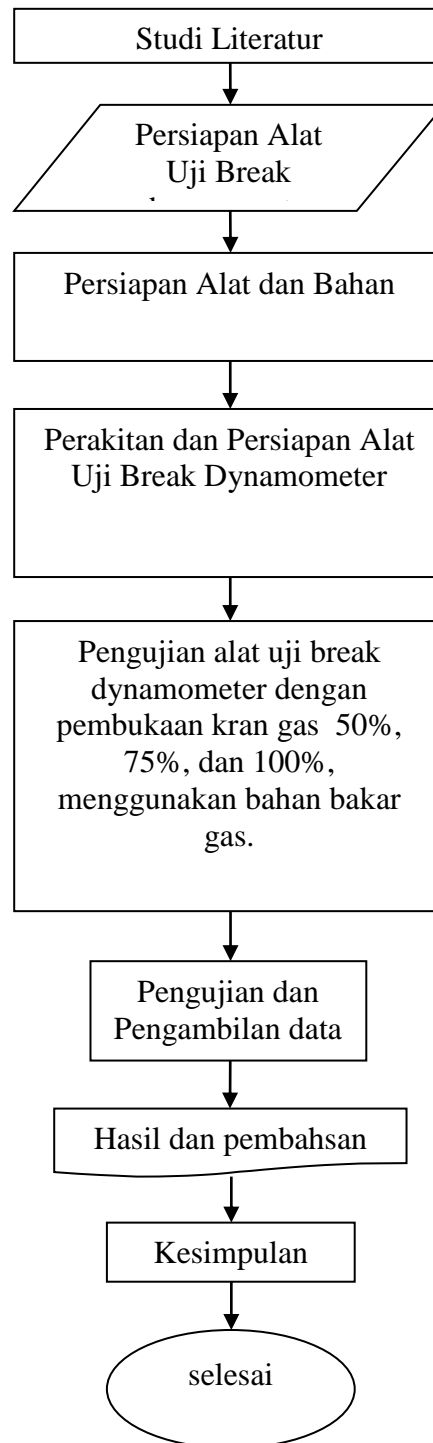
Arduino uno adalah sebuah aplikasi yang dapat membaca dan memerintahkan sensor loadcell, thermocopel, proximity, ke sebuah komputer / laptop.



Gambar 3.12 Arduino

3.3 Diagram Alir Penelitian

Langkah-langkah yang dilakukan dalam melakukan penelitian dapat dilihat pada diagram alir dibawah ini.



3.4 Prosedur Penelitian

1. Pada langkah pertama sebelum penelitian, dilakukan persiapan terlebih dahulu, meliputi persiapan brake dynamometer terlebih dahulu.
2. Setelah brake dynamometer telah siap maka selanjutnya hidupkan mesin selama 2 menit sebagai pemanasan.
3. Kemudian buka katup kran gas 100%.
4. Kemudian tentukan putaran mesin menggunakan proximity dan tachometer.
5. Setelah didapatkan putaran mesin, lakukan pembebanan pada rem.
6. Kemudian lakukan pembebanan dengan menggunakan caliper.
7. Pembebanan dilakukan pada setiap putaran mesin yang telah ditentukan, adapun putaran mesin tersebut adalah 1500 rpm, 1200 rpm, 1000 rpm.
8. Pembebanan dilakukan pada tiap-tiap putaran. Adapun pada putaran 1000 rpm pembebanan yang dilakukan 0,1 kg, 0,3 kg, dan 0,5 kg, pada putaran 1200 rpm pembebanan yang dilakukan 0,1 kg, 0,3 kg, dan 0,5 kg, pada putaran 1500 rpm pembebanan dilakukan 0,1 kg, 0,3 kg, dan 0,5 kg pada bukaan katup kran 100%.
9. Begitu seterusnya pada percobaan pada bukaan katup 75% dan 50%.
10. Selesai.

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Hasil Pengamatan

Setelah melakukan pengujian dengan divariasikan bukaan katup gas dengan variasi bukaan 100 % ; 75 %; dan 50 % pada motor bakar 4 langkah Kosaku kX-160, maka didapatkan data-data yang diperlukan untuk mengetahui performa mesin. Data-data tersebut meliputi nilai putaran mesin, nilai gaya pada pegas (kg) , serta waktu yang diperlukan dalam menghabiskan volume bahan bakar pengujian. Berikut dibawah ini tabel pengamatan dari hasil pengujian.

Tabel 4.1 Hasil pengamatan pada bukaan katup bahan bakar 100%

No	RPM	Beban (Kg)	Waktu (s)	Massa Bahan Bakar (kg)
1	1000	0,1	31,45	0,00841
		0,3	32,34	0,00921
		0,5	36,23	0,0109
2	1200	0,1	36,15	0,0138
		0,3	31,24	0,0147
		0,5	32,43	0,0171
3	1500	0,1	32,38	0,0200
		0,3	33,64	0,0377
		0,5	34,52	0,0540

Tabel 4.2 Hasil Pengamatan bukaan katup bahan bakar 75%

No	RPM	Beban (Kg)	Waktu (s)	Massa Bahan Bakar (kg)
1	1000	0,1	35,07	0,00835
		0,3	37,49	0,00862
		0,5	37,49	0,00913
2	1200	0,1	32,05	0,00981
		0,3	37,91	0,0133
		0,5	32,06	0,0138
		0,1	37,37	0,0163

3	1500	0,3	36,43	0,0242
		0,5	34,65	0,0302

Tabel 4.3 Hasil pengamatan bukaan katup bahan bakar 50%

No	RPM	Beban (Kg)	Waktu (s)	Massa bahan Bakar (kg)
1	1000	0,1	33,25	0,00639
		0,3	36,29	0,00647
		0,5	34,46	0,00759
2	1200	0,1	62,90	0,00805
		0,3	23,59	0,00819
		0,5	24,12	0,0112
3	1500	0,1	48,30	0,0121
		0,3	35,57	0,0154
		0,5	29,98	0,0258

4.2 Tabel Hasil Pengujian

4.2.1 Hasil Pengujian Torsi

Hasil pengujian torsi disajikan pada tabel dibawah ini.

Tabel 4.4 Hasil pengujian torsi pada bukaan katup bahan bakar 100%

No	Putaran (rpm)	Beban (Kg)	Torsi (N.m)
1	1000	0,1	0,10791
		0,3	0,32373
		0,5	0,53955
2	1200	0,1	0,10791
		0,3	0,32373
		0,5	0,53955
3	1500	0,1	0,10791
		0,3	0,32373
		0,5	0,53955

Tabel 4.5 Hasil pengujian torsi pada bukaan katup bahan bakar 75%

No	Putaran (rpm)	Beban (Kg)	Torsi (N.m)
1	1000	0,1	0,10791
		0,3	0,32373
		0,5	0,53955
2	1200	0,1	0,10791
		0,3	0,32373
		0,5	0,53955

3	1500	0,1	0,10791
		0,3	0,32373
		0,5	0,53955

Tabel 4.6 Hasil pengujian torsi pada bukaan katup bahan bakar 50%

No	Putaran (rpm)	Beban (Kg)	Torsi (N.m)
1	1000	0,1	0,10791
		0,3	0,32373
		0,5	0,53955
2	1200	0,1	0,10791
		0,3	0,32373
		0,5	0,53955
3	1500	0,1	0,10791
		0,3	0,32373
		0,5	0,53955

4.2.2 Hasil Pengujian Daya

Hasil pengujian daya disajikan pada tabel dibawah ini.

Tabel 4.7 Hasil Pengujian daya pada bukaan katup bahan bakar 100%

No	Putaran (rpm)	Torsi (N.m)	Daya poros (kW)
1	1000	0,10791	0,011295
		0,32373	0,033884
		0,53955	0,056473
2	1200	0,10791	0,013553
		0,32373	0,04066
		0,53955	0,067767
3	1500	0,10791	0,016942
		0,32373	0,050826
		0,53955	0,084709

Tabel 4.8 Hasil pengujian daya pada bukaan katup bahan bakar 75%

No	Putaran (rpm)	Torsi (N.m)	Daya poros (kW)
1	1000	0,10791	0,011295
		0,32373	0,033884
		0,53955	0,056473
2	1200	0,10791	0,013553
		0,32373	0,04066
		0,53955	0,067767
3	1500	0,10791	0,016942
		0,32373	0,050826

		0,53955	0,084709
--	--	---------	----------

Tabel 4.9 Hasil pengujian daya pada bukaan katup bahan bakar 50%

No	Putaran (rpm)	Torsi (N.m)	Daya poros (kW)
1	1000	0,10791	0,011295
		0,32373	0,033884
		0,53955	0,056473
2	1200	0,10791	0,013553
		0,32373	0,04066
		0,53955	0,067767
3	1500	0,10791	0,016942
		0,32373	0,050826
		0,53955	0,084709

4.2.3 Hasil Pengujian Laju Aliran Massa Bahan Bakar

Hasil pengujian laju aliran massa bahan bakar disajikan pada tabel dibawah.

Tabel 4.10 Hasil pengujian laju aliran massa bahan bakar pada bukaan katup 100%.

No	Putaran (rpm)	Waktu (s)	Massa bahan bakar (Kg)	Laju aliran massa bahan bakar(Kg/s)
1	1000	31,45	0,00841	0,000267
		32,34	0,00921	0,000285
		36,23	0,0109	0,000301
2	1200	36,15	0,0138	0,000382
		31,24	0,0147	0,000471
		32,43	0,0171	0,000527
3	1500	32,38	0,02	0,000618
		33,64	0,0377	0,001121
		34,52	0,054	0,001564

Tabel 4.11 Hasil pengujian laju aliran massa bahan bakar pada bukaan katup bahan bakar 75%.

No	Putaran (rpm)	Waktu (s)	Massa bahan bakar (Kg)	Laju aliran massa bahan bakar(Kg/s)
1	1000	35,07	0,00835	0,000238
		37,49	0,00862	0,00023
		37,49	0,00913	0,000244
		32,05	0,00981	0,000306

2	1200	37,91	0,0133	0,000351
		32,06	0,0138	0,00043
3	1500	37,37	0,0163	0,000436
		36,43	0,0242	0,000664
		34,65	0,0302	0,000872

Tabel 4.12 Hasil pengujian laju aliran massa bahan bakar pada bukaan katup bahan bakar 50%.

N0	Putaran (rpm)	Waktu (s)	Massa bahan bakar (Kg)	Laju aliran massa bahan bakar(Kg/s)
1	1000	33,25	0,00639	0,000176
		36,29	0,00647	0,000178
		34,46	0,00759	0,00022
2	1200	62,90	0,00805	0,000245
		23,59	0,00819	0,000347
		24,12	0,0112	0,000464
3	1500	48,30	0,0121	0,000363
		35,57	0,0154	0,000433
		29,98	0,0258	0,000861

4.2.4 Hasil Pengujian Konsumsi Bahan Bakar Spesifik (*bsfc*)

Hasil pengujian konsumsi bahan bakar spesifik disajikan pada tabel dibawah ini.

Tabel 4.13 Hasil pengujian konsumsi bahan bakar spesifik pada bukaan katup bahan bakar 100%

No	Putaran (rpm)	Laju aliran massa bahan bakar(Kg/s)	Daya (kW)	<i>Bsfc</i> (Kg/kWh)
1	1000	0,000267	0,011295	0,023676
		0,000285	0,033884	0,008405
		0,000301	0,056473	0,005327
2	1200	0,000382	0,013553	0,028166
		0,000471	0,04066	0,011573
		0,000527	0,067767	0,007781
3	1500	0,000618	0,016942	0,036458
		0,001121	0,050826	0,02205
		0,001564	0,084709	0,018467

Tabel 4.14 Hasil pengujian konsumsi bahan bakar spesifik pada bukaan katup bahan bakar 75%.

No	Putaran (rpm)	Laju aliran massa bahan bakar(Kg/s)	Daya (kW)	<i>Bsfc</i> (Kg/kWh)
1	1000	0,000238	0,011295	0,02108
		0,00023	0,033884	0,006786
		0,000244	0,056473	0,004312
2	1200	0,000306	0,013553	0,022583
		0,000351	0,04066	0,008628
		0,00043	0,067767	0,006352
3	1500	0,000436	0,016942	0,025746
		0,000664	0,050826	0,01307
		0,000872	0,084709	0,010289

Tabel 4.15 Hasil pengujian konsumsi bahan bakar spesifik pada bukaan katup bahan bakar 50%

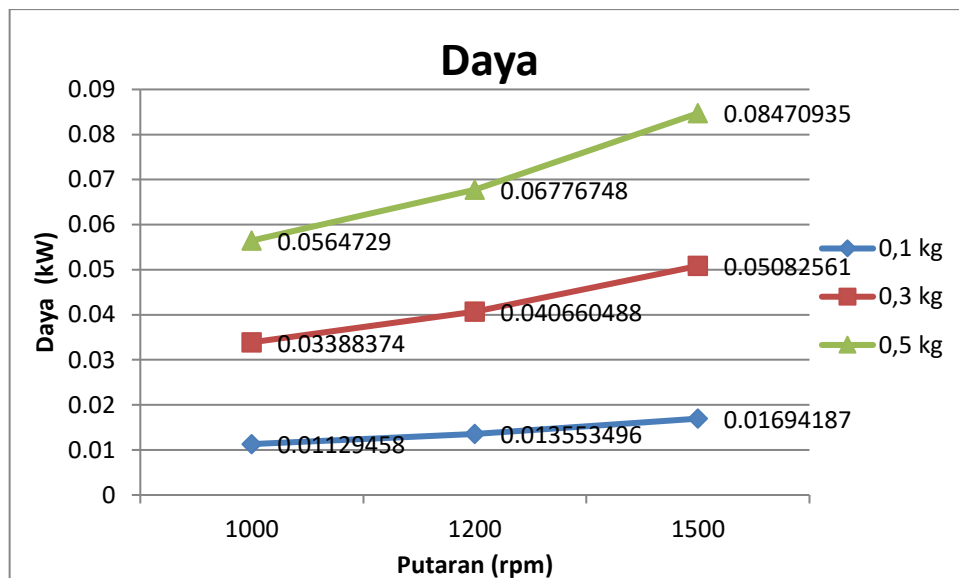
No	Putaran (rpm)	Laju aliran massa bahan bakar(Kg/s)	Daya (kW)	<i>Bsfc</i> (Kg/kWh)
1	1000	0,000176	0,011295	0,015607
		0,000178	0,033884	0,005262
		0,00022	0,056473	0,0039
2	1200	0,000245	0,013553	0,018047
		0,000347	0,04066	0,008539
		0,000464	0,067767	0,006852
3	1500	0,000363	0,016942	0,021415
		0,000433	0,050826	0,008518
		0,000861	0,084709	0,010159

4.3 Perbandingan Unjuk Kerja Mesin Bensin Terhadap Pembebanan

sub –bab ini akan membahas grafik unjuk kerja mesin bensin yang dioperasikan dengan bahan bakar LPG. Grafik tersebut meliputi torsi (N.m), daya, dan konsumsi bahan bakar spesifik.

4.3.1 Perbandingan Daya

Perbandingan daya pada variasi beban pengereman diperlihatkan pada gambar dibawah ini.

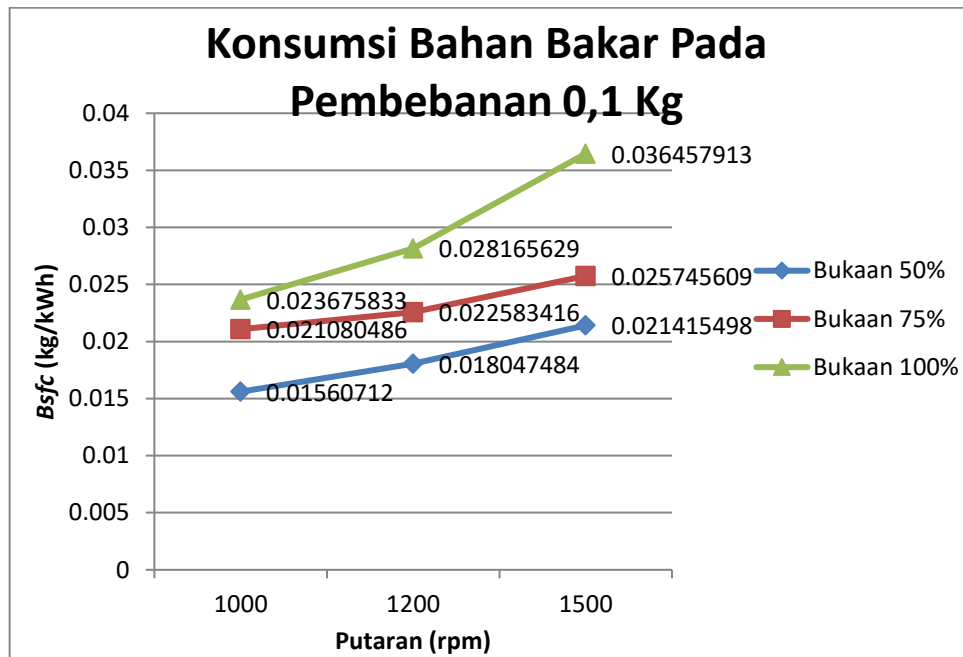


Gambar 4.1 Grafik perbandingan daya terhadap putaran mesin (rpm)

Pada gambar 4.1 grafik perbandingan daya pada putaran 1000 rpm dapat dilihat nilai tertinggi berada pada pembebanan 0,5 kg dengan nilai 0,0564729 kW sedangkan nilai terendah pada putaran 1000 rpm berada pada pembebanan 0,1 kg dengan nilai 0,01129458 kW. Pada putaran 1200 rpm dapat dilihat nilai tertinggi berada pada pembebanan 0,5 kg dengan nilai 0,06776748 kW sedangkan nilai terendah pada putaran 1200 berada pada pembebanan 0,1 kg dengan nilai 0,013553496 kW.

4.3.2 Perbandingan Konsumsi Bahan Bakar Spesifik

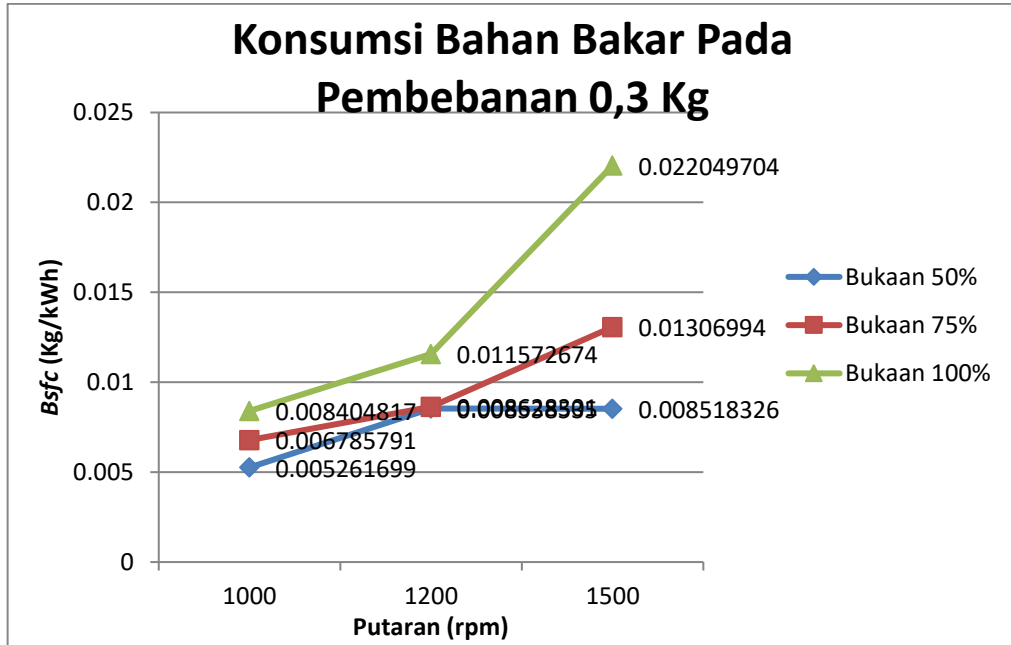
Perbandingan konsumsi bahan bakar pada variasi bukaan katup bahan bakar dengan beban pengereman 0,1 kg diperlihatkan pada gambar dibawah ini.



Gambar 4.2 Grafik perbandingan konsumsi bahan bakar pada variasi bukaan katup bahan bakar dengan beban pengereman 0,1 kg

Pada gambar 4.2 grafik perbandingan konsumsi bahan bakar spesifik dengan beban pengereman 0,1 kg bisa dibaca pada bukaan katup bahan bakar 50 % nilai konsumsi bahan bakar spesifik (*Bsfc*) cenderung kecil berada pada putaran 1000 rpm pada daya dengan nilai 0,01129458 kW dengan nilai konsumsi bahan bakar spesifik sebesar 0,01560712 kg/kWh. Hal ini menunjukkan bahwa pada putaran tersebut merupakan konsumsi bahan bakar yang irit. Sedangkan pada bukaan katup bahan bakar 75 % berada pada putaran 1000 rpm. Untuk bukaan katup bahan bakar 50 % berada pada putaran 1000 rpm. Pada putaran 1200 rpm dan putaran 1500 rpm konsumsi bahan bakar spesifik cenderung besar.

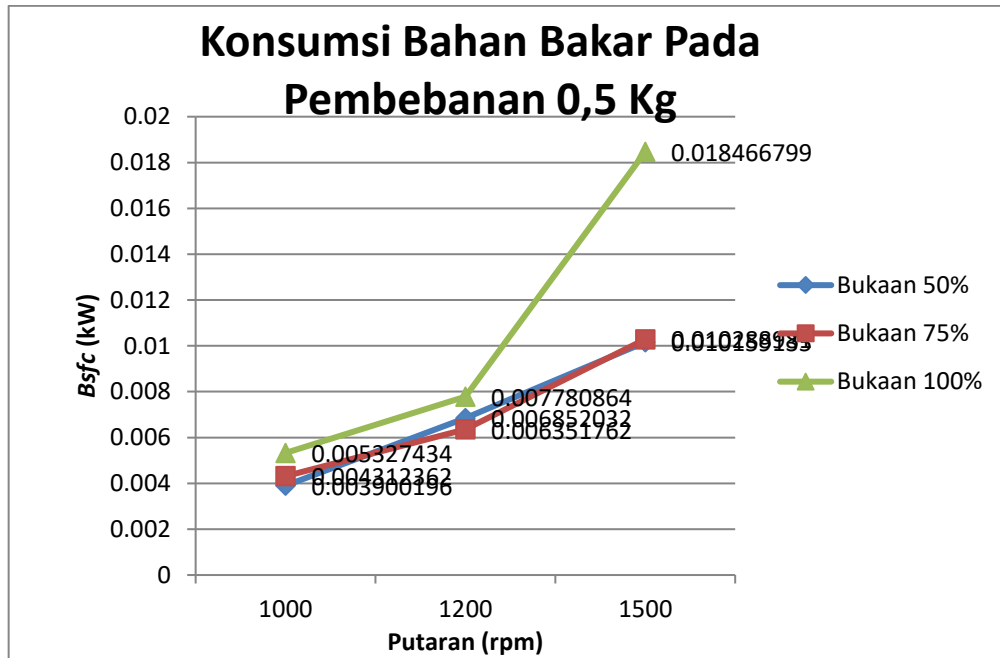
Perbandingan konsumsi bahan bakar pada variasi bukaan katup bahan bakar dengan beban pengereman 0,3 kg diperlihatkan pada gambar dibawah ini.



Gambar 4.3 Grafik perbandingan konsumsi bahan bakar pada variasi bukaan katup bahan bakar dengan beban pengereman 0,3 kg

Pada gambar 4.3 grafik perbandingan konsumsi bahan bakar spesifik dengan beban pengereman 0,3 kg bisa dibaca pada bukaan katup bahan bakar 50 % nilai konsumsi bahan bakar spesifik (*Bsfc*) cenderung kecil berada pada putaran 1000 rpm dengan nilai daya sebesar 0,03388374 kW dengan nilai konsumsi bahan bakar spesifik sebesar 0,005261699 kg/kWh . Hal ini menunjukkan bahwa pada putaran tersebut merupakan konsumsi bahan bakar yang irit. Sedangkan pada bukaan katup bahan bakar 75 % berada pada putaran 1000 rpm. Untuk bukaan katup bahan bakar 50 % berada pada putaran 1000 rpm. Pada putaran 1200 rpm dan putaran 1500 rpm konsumsi bahan bakar spesifik cenderung besar.

Perbandingan konsumsi bahan bakar pada variasi bukaan katup bahan bakar dengan beban pengereman 0,5 kg diperlihatkan pada gambar dibawah ini.



Gambar 4.4 Grafik perbandingan konsumsi bahan bakar pada variasi bukaan katup bahan bakar dengan beban pengereman 0,5 kg

Setelah dilihat dari gambar 4.2 sampai dengan gambar 4.4 memperlihatkan bahwa variasi bukaan katup bahan bakar sangat mempengaruhi nilai konsumsi bahan bakar spesifik. Untuk pengujian bahan bakar LPG nilai konsumsi bahan bakar spesifik terendah diperlihatkan pada gambar 4.4 yaitu pada bukaan katup bahan bakar 50% pada putaran 1000 dengan beban 0,5 kg dengan nilai *Bsfc* 0,003900196 kg/kWh.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Setelah melakukan pengujian terhadap mesin KX-160 dengan variasi bukaan katup 100%; 75 % dan 50 % dengan dinamometer terhadap performa motor bakar dapat diperoleh kesimpulan :

1. Untuk perhitungan nilai torsi, daya, dan konsumsi bahan bakar spesifik (*Bsfc*) pada variasi bukaan katup bahan bakar gas sebagai berikut:
 - a. Untuk perhitungan nilai torsi, torsi maksimal yang dapat dikeluarkan mesin Kosaku KX-160 adalah pada pembebanan 0,5 kg pada putaran 1500 rpm dengan nilai torsi maksimal 0,53955 N.m.
 - b. Untuk perhitungan nilai daya, daya maksimal yang dapat dikeluarkan pada pembebanan 0,5 kg pada putaran 1500 rpm dengan nilai daya maksimal 0,084709 kW.
 - c. Untuk perhitungan nilai konsumsi bahan bakar spesifik (*Bsfc*), konsumsi bahan bakar spesifik (*Bsfc*) minimum pada bukaan katup 50 % pada putaran 1000 rpm dengan beban 0,5 kg diperoleh nilai minimum sebesar 0,003900196 kg/kWh.

5.2 Saran

1. Pengujian sebaiknya dilakukan ditempat terbuka, untuk menghindari kebocoran gas LPG.
2. Perlu diadakan penelitian lebih lanjut untuk penggunaan bahan bakar gas LPG pada rpm rendah.

DAFTAR PUSTAKA

- Achmad Fauzan HS, Syamsul Komar, 2008, Disain Converter Kits Modifikasi Sistem Bahan Bakar Motor Bensin Menjadi Berbahan Bakar Gas, Lembaga Penelitian Universitas Muhammadiyah Malang.
- Al.Maryanto, 2010 ,Termodinamika, Jurusan Pendidikan Fisika, FMIPA, Universitas Negeri Yogyakarta.
- Arismunandar. W, 1988 ,Penggerak Mula Motor Bakar Torak”.ITB Bandung.
- Arismunandar.W, 2002, Penggerak Mula Motor Bakar Torak, Edisi Kelima Cetakan Pertama,Bandung, Penerbit ITB.
- Aldi Nata Pratama, 2014 ,Analisa Pagaruh Bukaannya Katup Gas (Throttle) Terhadap Performa Motor Bakar 4 Langkah Studi Kasus Honda GX-160, Skripsi, Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Mesin, Universitas Bengkulu, Bengkulu.
- Muji Setiyo NIS, Bagyo Condro P, 2012 , Optimasi Pemanfaatan LPG Sebagai Bahan Bakar Kendaraan Melalui Penyetelan Converter Kits dan Saat Pengapian, Laporan Penelitian Dosen, Universitas Muhammadiyah Magelang.

LAMPIRAN

**Contoh perhitungan secara matematis untuk mendapatkan nilai Torsi, Daya,
dan Konsumsi Bahan Bakar Spesifik (B_{sfc}),**

Diketahui:

Panjang lengan : 0,22 m

Perbandingan *pulley* : 1/2

Bukaan katup : 75%

No	RPM	Beban(kg)	Waktu (s)	Massa Bahan Bakar (Kg)
1	1000	0,1	35,07	0,00835
		0,3	37,49	0,00862
		0,5	37,49	0,00913
2	1200	0,1	32,05	0,00981
		0,3	37,91	0,0133
		0,5	32,06	0,0138
3	1500	0,1	37,37	0,0163
		0,3	36,43	0,0242
		0,5	34,65	0,0302

Keterangan : perhitungan dilakukan pada data yang di blok pada tabel.

Ditanya:

Hitunglah nilai dari parameter performa motor bakar yang meliputi:

- a. Torsi
- b. Daya
- c. Konsumsi Bahan Bakar spesifik (B_{sfc})

Penyelesaian:

Langkah 1

Menghitung torsi dinamometer:

$$\begin{aligned}T_{\text{dinamometer}} &= m \cdot g \cdot l \\ &= 0,5 \times 9,81 \times 0,22 \\ &= 1,0791 \text{ N.m}\end{aligned}$$

Langkah 2

Menghitung torsi mesin:

$$\begin{aligned}T_{\text{mesin}} &= T_{\text{dinamometer}} \cdot 1/2 \\ &= 1,0791 \cdot 1/2 \\ &= 0,53955 \text{ N.m}\end{aligned}$$

Langkah 3

Menghitung daya mesin:

$$\begin{aligned}P_s &= \frac{T \cdot 2 \cdot \pi \cdot N}{60000} \\ P_s &= \frac{0,53955 \cdot 2 \cdot 3,14 \cdot 1500}{60000} \\ P_s &= 0,08471 \text{ kW}\end{aligned}$$

Langkah 4

Menghitung laju aliran massa bahan bakar:

$$\begin{aligned}\dot{m} f &= \frac{v}{t} \\ \dot{m} f &= \frac{0,0302}{34,65} \\ \dot{m} f &= 0,000872 \text{ kg/s}\end{aligned}$$

Langkah 5

Menghitung konsumsi bahan bakar spesifik:

$$bsfc = \frac{\dot{m} f}{P_s}$$

$$bsfc = \frac{0,000872}{0,08471}$$

$$bsfc = 0,010289 \text{ kg / kWh}$$

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Nama : Khaidir Arfan
NPM : 1207230208
Tempat/Tanggal Lahir : Desa Perlis 15 Mei 1993
Jenis Kelamin : Laki - Laki
Alamat : JL KLY Sudarso LK III
Kelurahan/Desa : Mabar
Kecamatan : Medan Deli
Agama : Islam
Status Nikah : Menikah
No. HP : 082367932523
Nama Orang Tua
 Ayah : Alm. Najir
 Ibu : Halimatun

PENDIDIKAN FORMAL

1999 - 2005 : SD Negeri No 050753
2005 - 2008 : MTs Darul Arafah Pangkalan Berandan
2008 - 2011 : SMK Swasta YPT Pangkalan Berandan
2012 - 2017 : Mengikuti Program Studi S1 Teknik Mesin di
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

