

**SKRIPSI**

**KAJI EKSPERIMENTAL  
PENGARUH MODIFIKASI KEPALA SILINDER  
TERHADAP CAMPURAN BAHAN BAKAR – UDARA  
(*AIR-FUEL RATIO*)  
(STUDI KASUS PADA MESIN HONDA GX-160)**

**Diajukan untuk memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan pendidikan  
tingkat Sarjana (S-1) pada Program Studi Teknik Mesin  
Fakultas Teknik Universitas Bengkulu**



**Oleh:**

**APRINALDI**

**NPM. G1C008016**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS BENGKULU  
2014**

## HALAMAN PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam Tugas Akhir yang mengambil topik motor pembakaran dalam dan berjudul **“Kaji Eksperimental Pengaruh Modifikasi Kepala Silinder Terhadap Campuran Bahan Bakar – Udara (*Air-Fuel Ratio*)”** tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi, dan sepengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang tertulis diacu dalam naskah dan disebut dalam daftar pustaka. Apabila terdapat karya yang saya buat ini sama dengan orang lain, saya bersedia dikenakan sanksi berupa, dicopotnya gelar keserjanaan saya.

Bengkulu, Agustus 2014

Aprinaldi

## MOTTO

**“KECERDASAN BUKAN PENENTU KESUKSESAN, TETAPI KERJA KERAS  
MERUPAKAN PENENTU KESUKSESANMU YANG SEBENARNYA”**

**“MANUSIA YANG MEMPERMUDAH JALUR HIDUP MANUSIA LAINNYA  
AKAN DIPERMUDAH JALUR HIDUPNYA OLEH ALLAH SWT”**

**INSYA ALLAH**

**AAMIIN**

## PERSEMBAHAN

ALHAMDULILLAHIRABBILALAMIN.....

Terimakasih kepada pencipta alam semesta dan se-isinya ALLAH SWT, kepada almarhum ibu **Rosmani** dan apa **Zakaria**. Sudah saya tunaikan kewajiban saya untuk menyelesaikan kuliah sebagai sarjana teknik dan menjadikanmu bangga Semoga ibu bahagia dan tenang di sisi-Mu ya Allah SWT Aamiin. Serta kupersembahkan skripsi ini kepada :

- 👤 **Almamaterku (Teknik Mesin Unib)**
- 👤 **Untuk himpunan ku (HMM)**
- 👤 **Para dosen Teknik Mesin UNIB yang saya kagumi akan kedekatan terhadap mahasiswa dan ilmu yang telah diberikan kepada mahasiswa**
- 👤 **Untuk kakak saya Zakirman, RahmaWani, Idharani, dan Rahma Danil Amd. P Kalian adalah sosok kakak yang sangat baik dan Safana Putri Tasia keponakan saya yang cantik.**
- 👤 **Puspita Arya Sari, SST** seseorang yang telah membuat saya semangat terus menerus dan sebagai motivator untuk cepat berjuang di perkuliahan walau saat saya sudah mulai jenuh.

## KATA PENGANTAR



Alhamdulillahiroobball'alamin segala puji dan syukur, penulis panjatkan atas kehadirat Allah SWT, karena atas rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penulisan laporan tugas akhir ini. Penelitian tugas akhir dengan judul "**Kaji Eksperimmental Pengaruh Modifikasi Kepala Silinder Terhadap Campuran Bahan Bakar –Udaraa(Air Fuel Ratio)**" dimaksudkan untuk memenuhi salah satu syarat guna mendapatkan gelar sarjana pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Bengkulu.

Dalam melakukan penelitian dan penulisan laporan tugas akhir ini penulis mengucapkan terimakasih sebesar-besarnya kepada :

1. Bpk. **Aggus Nuramaal, S.T., M.T.** selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah bersedia membimbing, selalu mengingatkan serta memotivasi saya dalam penyelesaian laporan tugas akhir
2. Bpk. **Afdhal Kurniawan Maainil S.T., M** sebagai Dosen Pembimbing Pendamping yang selalu memberikan semangat dan sangat membantu saya dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
3. Bpk. **Errinofiardi S.T., M.T.** sebagai Ketua Penguji yang telah banyak membantu saya lebih dalam memahami tugas akhir ini.
4. Bpk. **Heendri Van Hoten ST., M** sebagai Anggota Peenguji kedua yang juga banyak memberikan masukan-masukan tentang tugas akhir saya agar menjadi lebih baik.
5. Kepada **kedua orang tua** saya yang telah membesarkan saya, dan membimbing saya dalam segala kehidupan saya.
6. Kepada seluruh dosen Program Studi Teknik Mesin Universitas Bengkulu.
7. Kepada **Puspita Arya Sari SST** yang telah menyemangati dan telah mendukung saya dalam penyelesaian laporan tugas akhir.
8. Kepada Adik-adik Junior, Senior serta sahabat seperjuangan di Teknik Mesin Unib angkatan 2008, yang telah membantu dengan segenap kemampuan

mereka untuk membantu dalam penyelesaian laporan tugas akhir. Khususnya untuk **Insan Khamil, Nata Prima, Indra jaya, Angger billy, Yusepa, Linggar, Tengku Imam M.**

Penulis sadar akan kekurangan dalam pembuatan laporan tugas akhir ini, dalam hal ini penulis sangat membutuhkan saran dan kritik dalam pembuatan laporan tugas akhir ini, serta penulis memohon ampun kepada *ALLAH SWT* dan meminta maaf kepada pihak manapun apabila ada kesalahan baik perkataan atau perbuatan dalam penulisan laporan tugas akhir ini. Penulis berharap laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat. Semoga *Allah SWT* selalu melimpahkan Rahmat dan Hidayah-Nya kepada kita semua. *Amin Ya Robbal 'alamin.*

Bengkulu, Oktober 2014

Penulis,

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN SOAL TUGAS AKHIR .....	iii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iv
HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL .....	x
DAFTAR GRAFIK .....	xi
DAFTAR SINGKATAN.....	xii
ABSTRAK .....	xiii
<i>ABSTRACT</i> .....	xiv
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Tujuan Penelitian.....	2
1.3. Manfaat Penelitian.....	2
1.4. Batasan Masalah .....	3
1.5. Sistematika Penulisan.....	3
<b>BAB II DASAR TEORI</b>	
2.1 Motor Bakar 4 Langkah.....	4
2.2 Sistem Pembakaran Pada Motor Bensin 4 tak.....	5
2.3 Karburator (Injector).....	6
2.4 Perbandingan Campuran Bahan Bakar dan Udara .....	9
2.4.1 Perbandingan Campuran Bahan Bakar dan Udara Secara Teori.....	9
2.4.2 Menghitung Perbandingan Campuran Bahan Bakar dan Udara.....	12
2.5 Dinamometer .....	14
2.6 Performa Motor Bakar.....	15
2.7 Penelitian Terdahulu.....	18

<b>BAB III METODELOGI PENELITIAN</b>	
3.1 Skema Penelitian .....	19
3.2 Alat Dan Bahan Penelitian .....	20
3.2.1 Alat Penelitian .....	20
3.2.2 Bahan Penelitian .....	24
3.3 Prosedur Pengujian .....	25
3.4 Prosedur Pengambilan Data .....	29
3.5 Prosedur Perhitungan Data .....	30
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
4.1 Data profil kepala silinder .....	32
4.2 Data Hasil Pengujian .....	32
4.3 Putaran Mesin Maksimum .....	32
4.4 Data hasil pengukuran Kepala Selinder Standar .....	33
4.5 Data hasil pengukuran kepala silinder modifikasi .....	34
4.6 Data hasil perbandingan kompresi kepala silinder standar dan yang telah dimodifikasi .....	36
4.7 Hasil perhitungan AFR dan performa terhadap pengaruh kepala silinder standard dan yang telah dimodifikasi .....	37
4.7.1 Menghitung nilai AFR .....	37
4.7.2 Menghitung nilai Torsi .....	38
4.7.3 Menghitung nilai daya mesin .....	38
4.7.4 menghitung konsumsi bahan bakar spesifik (SFC) .....	38
<b>BAB V PENUTUP</b>	
5.1 Kesimpulan .....	50
5.2 Saran .....	50
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	51
<b>LAMPIRAN</b>	

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar</b>	<b>2.1</b>	Skema Motor Bakar 4 langkah .....	4
<b>Gambar</b>	<b>2.2</b>	Grafik tekanan (P) dan volume (V) mesin 4 tak (Cengel & Boles, 2006) .....	5
<b>Gambar</b>	<b>2.3</b>	Bagian-bagian karburator konvensional (Sumber : AHM).	9
<b>Gambar</b>	<b>2.4</b>	Skema terjadinya proses campuran bahan bakar dan udara	10
<b>Gambar</b>	<b>2.5</b>	Grafik perbandingan udara dan bahan bakar terhadap bukaan katup throttle (Sumber : AHM) .....	10
<b>Gambar</b>	<b>2.6</b>	Grafik pengaruh AFR terhadap konsumsi bensin dan performa mesin (Sumber : Kharisma, 2012) .....	11
<b>Gambar</b>	<b>2.7</b>	Skema alat tes prestasi motor bakar .....	15
<b>Gambar</b>	<b>2.8</b>	Pengaruh AFR terhadap kinerja motor bensin .....	16
<b>Gambar</b>	<b>3.1</b>	Diagram langkah-langkah Penelitian .....	19
<b>Gambar</b>	<b>3.2</b>	Dinamometer Brake .....	20
<b>Gambar</b>	<b>3.3</b>	Dinamometer .....	21
<b>Gambar</b>	<b>3.4</b>	Kotak Udara .....	21
<b>Gambar</b>	<b>3.5</b>	Stop Watch .....	22
<b>Gambar</b>	<b>3.6</b>	Labu Ukur .....	22
<b>Gambar</b>	<b>3.7</b>	Termometer .....	23
<b>Gambar</b>	<b>3.8</b>	Compression Gauge .....	23
<b>Gambar</b>	<b>3.9</b>	mesin honda GX-160 .....	24
<b>Gambar</b>	<b>3.10.</b>	head silinder modifikasi .....	25
<b>Gambar</b>	<b>3.11.</b>	Dinamometer Jenis Brake .....	26
<b>Gambar</b>	<b>3.12.</b>	Labu Ukur .....	27
<b>Gambar</b>	<b>3.13.</b>	Pengecekan Anemometer .....	27
<b>Gambar</b>	<b>3.14.</b>	Putaran mesin yang akan diukur menggunakan Tachometer .....	28
<b>Gambar</b>	<b>3.15.</b>	Compression Gauge .....	28



## DAFTAR TABEL

<b>Tabel</b>	<b>3.1.</b>	Tabel spesifikasi mesin Honda GX 160 .....	24
<b>Tabel</b>	<b>4.1.</b>	Tabel perbandingan putaran mesin kepala silinder standar dan kepala silinder yang telah dilakukan berbagai macam ukuran modifikasi .....	34
<b>Tabel</b>	<b>4.2.</b>	Hasil pengukuran Kepala Silinder standar .....	35
<b>Tabel</b>	<b>4.3</b>	Hasil Pengukuran Kepala Silinder Yang Telah Dilakukan modifikasi 0.1 mm .....	36
<b>Tabel</b>	<b>4.4.</b>	Hasil Pengukuran Kepala Silinder Yang Telah Dilakukan modifikasi 0.2 mm .....	36
<b>Tabel</b>	<b>4.5.</b>	Hasil Pengukuran Kepala Silinder Yang Telah Dilakukan modifikasi 0.3 mm .....	37
<b>Tabel</b>	<b>4.6.</b>	Hasil Pengukuran Kepala Silinder Yang Telah Dilakukan modifikasi 0.4 mm .....	37
<b>Tabel</b>	<b>4.7</b>	Hasil Pengukuran Kepala Silinder Yang Telah Dilakukan modifikasi 0.5 mm .....	38
<b>Tabel</b>	<b>4.8.</b>	Tabel Perbandingan Nilai Kompresi Silinder standard an yang telah dimodifikasi .....	39
<b>Tabel</b>	<b>4.9</b>	Hasil perhitungan kepala silinder standar .....	41
<b>Tabel</b>	<b>4.10</b>	Hasil perhitungan kepala silinder modifikasi 0.1 mm .....	41
<b>Tabel</b>	<b>4.11</b>	Hasil perhitungan kepala silinder modifikasi 0.2 mm .....	42
<b>Tabel</b>	<b>4.12</b>	Hasil perhitungan kepala silinder modifikasi 0.3 mm .....	42
<b>Tabel</b>	<b>4.13</b>	Hasil perhitungan kepala silinder modifikasi 0.4 mm .....	43
<b>Tabel</b>	<b>4.14</b>	Hasil perhitungan kepala silinder modifikasi 0.5 mm .....	43

## DAFTAR GRAFIK

<b>Grafik 4.1</b>	Grafik Perhitungan AFR Pada Kepala Silinder Standar Dan Modifikasi.....	42
<b>Grafik 4.2</b>	Grafik Perhitungan Torsi Pada Kepala Silinder Standar Dan Modifikasi.....	43
<b>Grafik 4.3</b>	Grafik Perhitungan Daya Pada Kepala Silinder Standar Dan Modifikasi.....	44
<b>Grafik 4.4</b>	Grafik Perhitungan SFC Pada Kepala Silinder Standar Dan Modifikasi.....	45
<b>Grafik 4.5</b>	Grafik Rata-Rata Ukuran AFR Pada Kepala Silinder Standar Dan Kepala Silinder Modifikasi.....	46
<b>Grafik 4.6</b>	Grafik Rata-Rata Ukuran Torsi Pada Kepala Silinder Standar Dan Kepala Silinder Modifikasi.....	47
<b>Grafik 4.7</b>	Grafik Rata-Rata Ukuran Daya Pada Kepala Silinder Standar Dan Kepala Silinder Modifikasi.....	48
<b>Grafik 4.8</b>	Grafik Rata-Rata Ukuran SFC Pada Kepala Silinder Standar Dan Kepala Silinder Modifikasi.....	49

## DAFTAR SINGKATAN

<b>Singkatan</b>	<b>KepanjanganSingkatan</b>
AFR	<i>Air Fuel Ratio</i>
TMA	TitikMatiAtas
TMB	TitikMatiBawah
SFC	<i>Specific Fuel Consumption</i>
TDC	<i>Top Dead Center</i>
ATDC	<i>After Top Dead Center</i>
MBC	<i>Maximum Brake Torque</i>
LSA	<i>Lobe Separation Angel</i>
HCCL	<i>Hidro Carbon Clorida</i>
CO	<i>Carbon Oksida</i>
NO	<i>Nitrogen Oksida</i>

## **ABSTRAK**

*Penelitian ini menganalisa pengaruh modifikasi kepala silinder terhadap campuran bahan bakar-udara pada mesin Honda GX-160. Penelitian ini dilakukan dengan cara memotong kepala silinder sebesar 0,1, 0,2, 0,3, 0,4, dan 0,5. mm yang akan memperkecil ruang bakar sehingga mempertinggi kompresi. Hasil penelitian pada performa mesin kondisi kepala silinder standar, untuk nilai torsi yang tertinggi dihasilkan 0,63 N.m pada putaran mesin 3800 rpm. Dan pada kondisi kepala silinder yang telah dimodifikasi, nilai torsi yang tertinggi pada putaran mesin 1,10, 1,14, 2,74, 3,13,5,09. N-m. Daya tertinggi yang dihasilkan pada kondisi kepala silinder standar yaitu 3800 rpm yaitu 0,36 hp serta pada kondisi kepala silinder yang telah dimodifikasi daya tertinggi pada putaran mesin 3800 rpm yaitu 0,64, 0,66, 1,57, 1,82, 2,97 hp Nilai torsi dan daya yang dihasilkan cenderung lebih tinggi dengan menggunakan kepala silinder modifikasi. Komsumsi bahan bakar spesifik (SFC) yang dihasilkan pada kondisi standar cenderung lebih tinggi di bandingkan dengan kondisi kepala silinder yang telah dilakukan modifikasi, SFC terendah pada kepala silinder yang telah dimodifikasi yaitu pada putaran mesin 3800 rpm yaitu 1,67, 1,61, 0,87 0,58 0,32 kg/hp.h.*

**Kata kunci :** kompresi, kepala silinder. Performa motor bakar.

## ***ABSTRACT***

This study analyzed the effect of modification of the cylinder head to the fuel-air mixture in the Honda GX-160 engine. The research was done by cutting the cylinder head by 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5. mm cuts will reduce the combustion chamber so Expanding compression. At the cutting cylinder head will minimize combustion chamber which enhance compression. The results of the study on the performance of the engine cylinder head standard conditions, for the highest torque value of 0.63 Nm dihasilkan at engine speed of 3800 rpm. And the condition of the cylinder head has been modified, the highest value generated torque at engine speed of 1.10, 1.14, 2.74, 3,13,5,09. The highest Nm.Daya produced at standard conditions cylinder head that is 0.36 hp 3800 rpm as well as the condition of the cylinder head has been modified peak power at engine speed of 3800 rpm is 0.64, 0.66, 1.57, 1.82 , 2.97 hp and a torque value of power generated tend to be higher by using modified cylinder heads. Specific fuel consumption (SFC) produced at standard conditions tend to be higher in comparison with the condition of the cylinder heads were modified, the lowest value of the standard camshaft at engine speed of 3800 rpm is 2,51kg / hp.h, and lowest in the SFC a modified cylinder head is at engine speed of 3800 rpm is 1.67, 1.61, 0.87 0.58 0.32 kg / hp.h.

Keywords: compression, kepalasilinder. Performance of motor fuel.

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pemanasan global (*Global Warming*) adalah tantangan yang sedang dihadapi dunia saat ini. Pemanasan global yang menyebabkan semakin meningkatnya temperatur bumi ini diperkirakan akan mengakibatkan perubahan-perubahan yang berbahaya seperti naiknya permukaan air laut, meningkatnya intensitas fenomena cuaca ekstrim, perubahan jumlah dan pola presipitasi, terpengaruhnya hasil pertanian, hilangnya *glacier*, dan punahnya berbagai jenis hewan (Kementerian Perencanaan Pembangunan Nasional/Bappenas, 2011).

Pemanasan global ini terjadi karna adanya aktifitas-aktifitas manusia yang menghasilkan polusi udara dari kegiatan-kegiatan pertanian, peternakan, pembakaran bahan bakar fosil pada kendaraan bermotor, pabrik-pabrik modern serta pembangkit tenaga listrik dan aktifitas-aktifitas penyumbang polusi udara lainnya.

Salah satu penyumbang polusi udara yang cukup dominan adalah dari sektor transportasi dimana adanya emisi gas buang dari kendaraan bermotor. Salah satu cara meminimalisir emisi gas buang ini adalah dengan memperbaiki sistem kendaraan bermotor agar bahan bakar dapat terbakar sempurna (Kementerian Perencanaan Pembangunan Nasional/Bappenas, 2011).

Bahan Bakar yang hendak dimasukkan kedalam ruang bakar haruslah dalam keadaan yang mudah terbakar, hal tersebut agar bisa didapatkan efisiensi yang maksimal. Campuran bahan bakar yang belum sempurna akan sulit dibakar oleh percikan bunga api dari busi. Pembakaran sempurna bahan bakar terjadi hanya jika ada pasokan oksigen yang cukup. Bahan bakar yang dipakai dalam pembakaran sebaiknya sesuai dengan ketentuan atau aturan, sebab bahan bakar yang melimpah pada ruang bakar justru tidak meningkatkan tenaga namun akan merugikan kendaraan sendiri. Semakin banyak bahan bakar yang tidak terbakar akan meningkatkan filamen pada dinding silinder (tempat gesekan antara dinding silinder dengan ring piston) dan meningkatnya emisi gas buang. 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 (Van Blarigan, 2000).

Perbandingan bahan bakar–udara (*Air-Fuel Ratio*) adalah faktor yang mempengaruhi kesempurnaan proses pembakaran didalam ruang bakar. AFR merupakan komposisi campuran bahan bakar dan udara. Idealnya AFR bernilai 14,7 artinya campuran terdiri dari 1 bagian massa bahan bakar untuk 14,7 bagian massa udara (Salazar, 1998).

Performansi motor bakar bisa ditingkatkan dan *Air-Fuel Ratio* yang ideal bisa dicapai dengan memperbaiki sistem kendaraan bermotor, salah satunya dengan memodifikasi kepala silinder. Oleh karena itu peneliti merasa perlu melakukan penelitian dengan serangkaian eksperimen untuk mengetahui pengaruh modifikasi kepala silinder terhadap AFR.

## 1.2 Tujuan Penelitian

Ada beberapa tujuan dalam penelitian ini diantaranya:

1. Untuk mengetahui pengaruh perubahan kepala silinder standard dan modifikasi terhadap ratio udara-bahan bakar.
2. Untuk mengetahui dimensi modifikasi kepala silinder yang memberikan AFR ideal dan optimal.

## 1.3 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini antara lain:

1. Dapat merancang perubahan kepala silinder standard dan modifikasi terhadap ratio udara-bahan bakar serta memberikan rekomendasi besarnya kompresi yang memberikan AFR ideal.
2. Dapat berguna sebagai referensi terhadap penelitian serupa dengan jenis motor, daya, dan torsi berbeda.

#### 1.4 Batasan Masalah

Penulis memberikan batasan-batasan dalam penelitian ini, diantaranya:

1. Objek penelitian menggunakan mesin motor bakar *Honda GX 160*
2. Bahan bakar yang digunakan pada penelitian ini menggunakan bahan bakar bensin (Premium).

#### 1.5 Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan pada penelitian yang dilaksanakan untuk Tugas Akhir ini terdiri dari beberapa bab yaitu sebagai berikut :

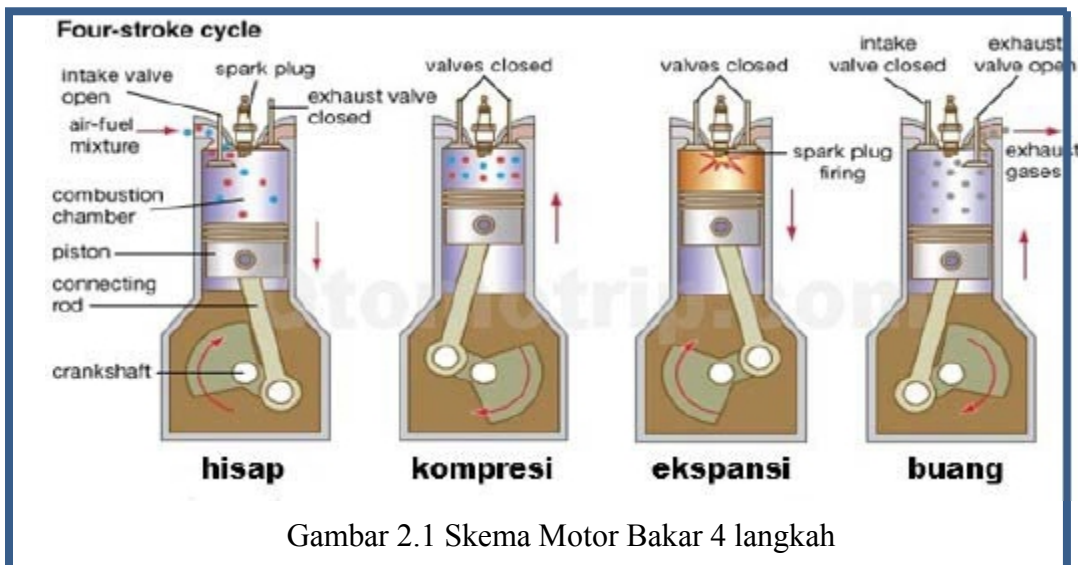
Pada pada **BAB I PENDAHULUAN** berisi latar belakang, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah dan sistematika penulisan. Pada **BAB II TEORI DASAR** berisikan teori dasar mengenai motor bakar. Pada **BAB III METODOLOGI** berisi diagram alir penelitian, diagram alir perhitungan, alat dan bahan penelitian, persiapan pengujian, prosedur pengujian dan prosedur pengolahan data. pada **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN** berisi prosedur pengambilan data dan pembahasan penelitian. Pada **BAB V PENUTUP** berisi tentang kesimpulan yang diperoleh berdasarkan pengaruh kompresi terhadap rasio udara-bahan bakar. Pada **DAFTAR PUSTAKA** berisi sumber atau referensi-referensi materi yang diambil untuk menyelesaikan laporan penelitian tugas akhir ini. Pada **LAMPIRAN** berisi foto-foto dan tabel.



## BAB II DASAR TEORI

### 2.1 Motor Bakar 4 Langkah

Motor bakar empat langkah adalah mesin pembakaran dalam dimana pembakaran akan mengalami empat langkah piston dalam satu kali siklus. Pada umumnya, mesin pembakaran dalam pada sepeda motor, mobil, pesawat terbang, kapal, alat berat dan sebagainya menggunakan siklus empat langkah. Keempat langkah tersebut adalah langkah hisap (pemasukan), kompresi, tenaga dan langkah buang (Salazar, 1998). Adapun Prinsip kerja motor bakar 4 langkah dapat dijelaskan pada gambar 2.1 berikut :



Gambar 2.1 Skema Motor Bakar 4 langkah

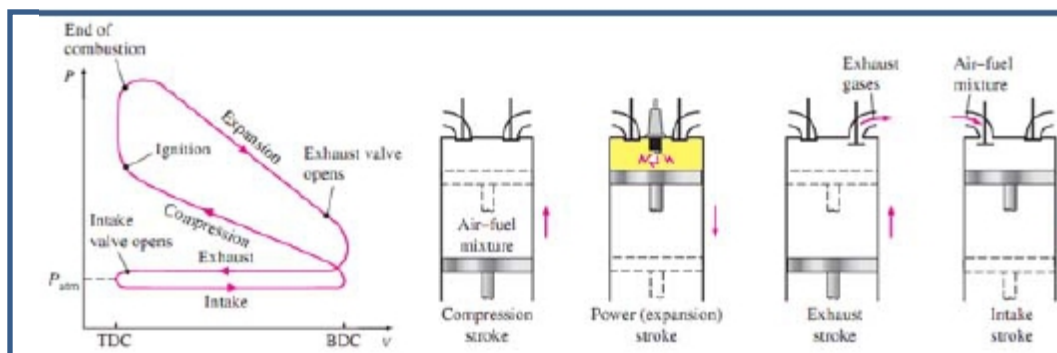
(Sumber: <http://otomotrip.com/langkah-kerja-piston-pada-mesin-4-tak.html>)

1. Langkah pertama adalah langkah hisap dimana piston akan bergerak dari titik mati atas (TMA) ke titik mati bawah (TMB), katup masuk (*intake*) akan terbuka kemudian campuran bahan bakar dengan udara yang telah tercampur di dalam karburator masuk ke dalam silinder melalui katup masuk dan saat piston berada di TMB katup masuk akan tertutup.
2. Langkah kedua adalah langkah kompresi dimana piston akan bergerak dari TMA ke TMB sehingga bahan bakar dan udara yang telah tercampur akan tertekan.

Katup masuk dan katup buang tertutup sehingga gas yang telah diisap tidak keluar pada waktu ditekan oleh torak. Beberapa saat sebelum piston mencapai TMA busi mengeluarkan bunga api. Gas bahan bakar yang telah mencapai tekanan tinggi terbakar dan akibat pembakaran bahan bakar, tekanannya akan naik.

- Langkah ketiga adalah langkah usaha, pada saat langkah kompresi hingga langkah usaha terjadi, kedua katup masih dalam keadaan tertutup, gas terbakar dengan tekanan yang tinggi kemudian menekan torak turun ke bawah dari TMA ke TMB, pada langkah ini terjadilah pembakaran. Kemudian tenaga disalurkan melalui batang penggerak, selanjutnya oleh poros engkol diubah menjadi gerak berputar.
- Langkah keempat adalah langkah buang dimana setelah terjadi usaha atau pembakaran maka piston akan bergerak dari TMA ke TMB dan saat itu katup masuk tertutup dan katup buang akan terbuka sehingga gas sisa pembakaran akan terdorong keluar melalui katup buang.

Keadaan di dalam silinder motor selama berlangsungnya proses pembakaran tersebut dapat dilihat pada gambar grafik tekanan ( $P$ ) dan volume ( $V$ ) berikut ini :



Gambar 2.2 Grafik tekanan ( $P$ ) dan volume ( $V$ ) mesin 4 tak (Cengel & Boles, 2006)

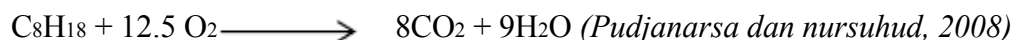
## 2.2 Sistem Pembakaran Pada Motor Bensin 4 tak

Menurut Mukaswan dan Boentarto, Pembakaran bisa terjadi pada ruang bakar motor dengan syarat adanya bahan bakar, oksigen dan temperatur yang tinggi. Bahan bakar dan udara tersebut haruslah memiliki campuran yang baik, karena apabila campuran bahan bakar dan udara tidak baik (tidak normal) maka pembakaran akan sulit terjadi

Pada mesin 4 tak, pemasukan bahan bakar dan pembuangan gas sisa pembakaran dilakukan melalui katup masuk dan katup buang. Terbuka dan tertutupnya kedua katup tersebut diatur oleh perputaran poros hubungan (poros kam). Untuk membedakan antara katup masuk dan katup buang dapat dilihat dari diameter katup masuk yang umumnya lebih besar daripada katup buang. Hal ini bertujuan untuk memperbanyak jumlah bahan bakar yang masuk ke dalam ruang bahan bakar. Katup masuk mendapat pendinginan oleh bahan bakar baru yang masuk melalui katup masuk ke ruang pembakaran, sedangkan katup buang hanya dilalui oleh gas-gas hasil pembakaran yang bersuhu tinggi. (Rickieno, 2008)

Menurut Rickieno, bensin tidak akan terbakar tanpa adanya oksigen yang terdapat di udara. Dengan demikian, peranan udara disini adalah untuk membantu terjadinya pembakaran bensin. Oleh karena itu, bentuk cairan bensin dari tangki diubah menjadi partikel-partikel kecil yang disebut dengan “kabut” di dalam ruang bakar.

Proses pembakaran dikatakan ideal bila campuran bahan bakar dan udara dapat terbakar seluruhnya pada waktu dan keadaan yang dikehendaki yang disebut dengan perbandingan bahan bakar udara *stoikiometrik* (Kharisma, 2012). Berikut adalah reaksi kimia pembakaran yang sempurna :



Apabila bahan bakar lebih kecil dari *stoikiometrik* disebut dengan campuran yang miskin dan apabila bahan bakar lebih banyak dari *stoikiometrik* disebut dengan campuran yang kaya. Untuk menyediakan campuran bahan bakar dan udara maka pada sistem pembakaran bahan bakar dilengkapi dengan karburator.

### 2.3 Karburator (*Injector*)

Karburator berfungsi untuk mencampur perbandingan bahan bakar dan udara dalam perbandingan yang tepat pada setiap tingkat putaran mesin serta memasukkan campuran bahan bakar dan udara ke dalam ruang bakar dalam bentuk kabut.

Kebutuhan bahan bakar di dalam suatu mesin tergantung dari temperatur, beban, dan percepatan mesin. (Rickieno, 2008)

Menurut Rickieno, variasi perbandingan udara dan bahan bakar dapat dilakukan secara otomatis oleh bagian-bagian yang terdapat pada karburator. Untuk membentuk pengabutan pada karburator maka pada bagian saluran udara dibuat bentuk yang menyempit sehingga pada bagian ini terjadi penurunan tekanan udara yang mengakibatkan mengalirnya bahan bakar dari tangki bahan bakar kemudian dihisap kedalam ruang bakar dalam bentuk kabut.

Adapun bagian-bagian dan fungsi dalam karburator adalah sebagai berikut :

1. Katup gas (*throttle valve*)

Katup gas berfungsi untuk menutup dan membuka venturi agar aliran udara yang masuk kedalam ruang bakar tidak berlebihan sebelum dimasukkan ke dalam ruang bakar.

2. *Needle jet*

Berfungsi untuk mengatur jumlah campuran bahan bakar dan udara yang mengalir melalui saluran penyiram (spuyer) pada saat dari  $\frac{1}{4}$  -  $\frac{3}{4}$  pembukaan katup.

3. *Pilot jet*

Berfungsi mengatur jumlah bahan bakar dan udara ketika mesin motor pertama kali akan dihidupkan dan bekerja pada saat putaran rendah dan putaran stasioner.

a. *Main jet*

*Main jet* berfungsi sama dengan *pilot jet* yaitu mengatur jumlah bahan bakar dan bekerja pada saat putaran stasioner dan putaran tinggi.

b. Ruang pelampung (*float chamber*)

Berfungsi sebagai tempat menampung sementara bahan bakar yang akan dialirkan ke ruang bakar.

c. Pelampung (*float*)

Fungsinya mempertahankan ketinggian permukaan bensin di dalam ruang pelampung agar selalu dalam kondisi terisi dan stabil.

d. Jarum pelampung (*valve needle*)

Jarum pelampung berfungsi menutup saluran jika bensin dalam ruang pelampung sudah mencukupi.

e. Jarum skep

Jarum skep bekerjasama dengan *needle jet* berfungsi untuk mengatur jumlah bahan bakar yang masuk kedalam ruang bakar.

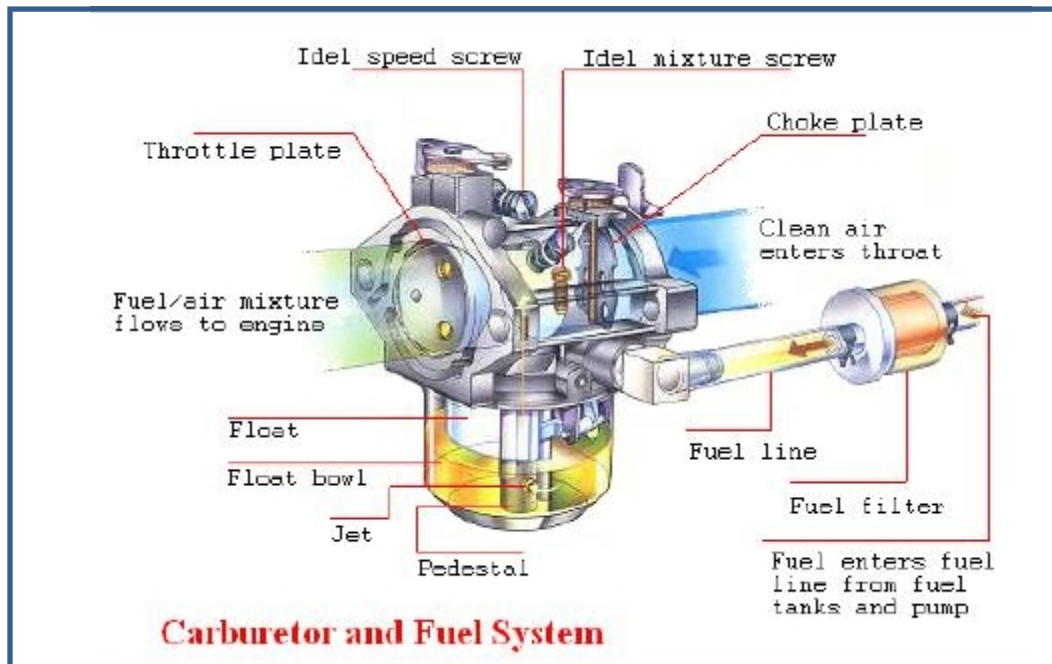
f. Sistem *choke*

Berfungsi untuk menutup saluran udara agar tidak terjadi pencampuran bahan bakar pada saat menghidupkan mesin, terutama saat mesin dalam keadaan dingin atau cuaca dingin.

g. *Air screw*

*Air screw* berfungsi untuk mengatur volume udara yang masuk agar perbandingan udara dan bahan bakar sesuai dengan *air fuel ratio* (AFR). Udara masuk saat mesin stasioner melalui saluran *bypass* yang langsung menuju ke saluran *pilot jet*.

*Air screw* ini dilengkapi dengan pengatur jumlah udara yang dikenal dengan baut penyetel angin. Jika *air screw* diputar ke dalam (posisi tutup) campuran akan bertambah gemuk yang artinya lebih banyak bahan bakar dan sebaliknya jika *air screw* diputar ke kiri (posisi buka) campuran akan bertambah kurus yang artinya campuran sedikit bahan bakar (Ali, 2012). Bagian-bagian dari karburator konvensional dapat dilihat pada gambar 2.3 :



Gambar 2.3 bagian-bagian karburator konvensional (Sumber : AHM)

## 2.4 Perbandingan Campuran Bahan Bakar dan Udara

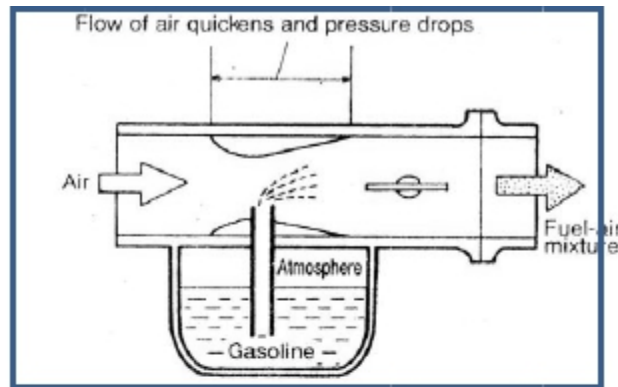
Perbandingan campuran bahan bakar dan udara secara ideal adalah 1 : 15 (Pulkrabek, 1997) yang artinya bahwa setiap 1 massa bahan bakar bercampur dengan 15 massa udara.

### 2.4.1 Perbandingan Campuran Bahan Bakar dan Udara Secara Teori

Saat langkah hisap pada mesin, tekanan didalam silinder lebih rendah dari tekanan atmosfer, maka aliran udara mengalir melalui karburator kedalam saluran masuk ke silinder. Pada bagian karburator terdapat bagian yang menyempit yang berfungsi supaya aliran udara menjadi lebih cepat yang disebut dengan venturi.

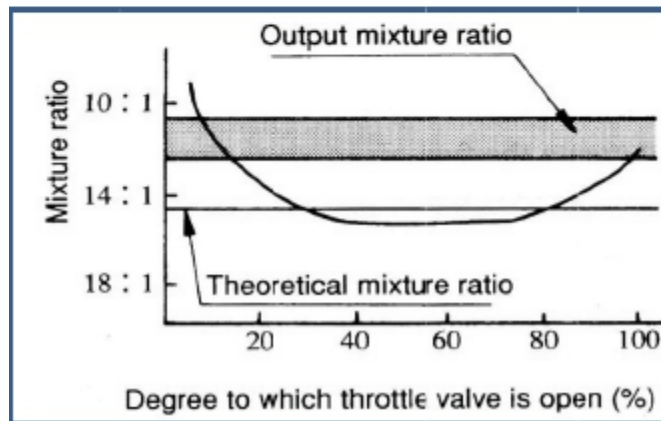
Bahan bakar masuk dari tangki bahan bakar menuju ke karburator terpancar membentuk partikel-partikel kecil kemudian disemburkan ke silinder. Partikel campuran bahan bakar dan udara yang terbentuk pada proses ini mengalir melalui pipa pemasukan (*intake*) dan sebelum sampai ke silinder telah berubah menjadi “kabut” dan membentuk campuran bahan bakar dan udara. Saat proses peralihan dari cairan bahan bakar menjadi partikel (pengabutan) katup gas terbuka secara penuh

dan putaran mesin pada putaran tinggi, dengan aliran udara mencapai kecepatan maksimum, maka pada kondisi ini merupakan titik optimum proses kerja pengabutan bahan bakar. Berikut ini adalah gambar skema terjadinya proses tercampurnya bahan bakar dan udara pada karburator :



Gambar 2.4 skema terjadinya proses campuran bahan bakar dan udara  
(Sumber : AHM)

Campuran bahan bakar dan udara yang dimasukkan dari karburator ke silinder dimampatkan dan dinyalakan oleh percikan busi sehingga terbakar. Berikut ini dapat dilihat grafik perbandingan bahan bakar udara terhadap bukaan katup *throttle*.



Gambar 2.5 grafik perbandingan udara dan bahan bakar terhadap bukaan katup *throttle*  
(Sumber : AHM)

Menurut Mukaswan dan Boenarto pada kenyataannya perbandingan bahan bakar dan udara (AFR) tersebut selalu berubah-ubah menurut kondisi kerja motor.

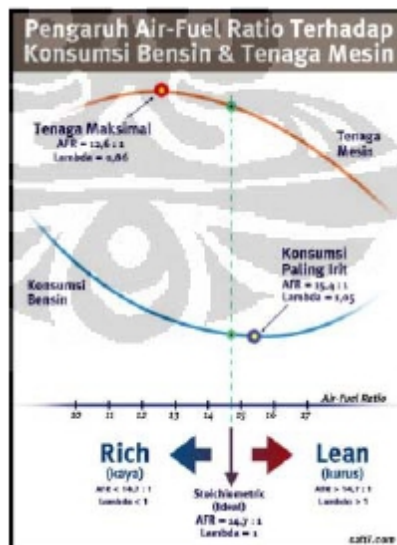




Perbandingan bahan bakar dan udara terhadap keadaan kerja motor menurut Mukaswan dan Boentarto dapat dilihat pada tabel 2.1 berikut ini :

Tabel 2.1 Perbandingan AFR terhadap keadaan kerja motor

Perbandingan bahan bakar dan udara (AFR)	Keadaan kerja motor
1 : 5	Motor mulai hidup
1 : 11	Putaran idel
1 : 12 / 13	Tenaga maksimum / beban berat
1 : 16 / 18	Pemakaian ekonomis



Gambar 2.6 grafik pengaruh AFR terhadap konsumsi bensin dan performa mesin

(Sumber : Kharisma, 2012)

Gambar 2.6 menunjukkan grafik hubungan antara pengaruh campuran bahan bakar dan udara terhadap tenaga atau performa mesin yang dihasilkan pada berbagai perbandingan campuran. Pada grafik menunjukkan bahwa pada tenaga mesin maksimal perbandingan campuran bahan bakar udara adalah sebesar 1 : 12,6 sedangkan untuk konsumsi bahan bakar paling irit perbandingan campuran bahan bakar udara adalah sebesar 1 : 15,4 pada beban menengah.

### 2.4.2 Menghitung Perbandingan Campuran Bahan Bakar dan Udara

Untuk mendapatkan ratio yang tepat karburator dapat *disetting* pada *air screw* agar aliran udara yang masuk sesuai dengan bahan bakar yang akan dibutuhkan dan untuk mengetahui apakah campuran bahan bakar dan udara yang masuk kedalam ruang bakar mempunyai ratio yang tepat dapat dilihat pada kondisi mesin serta performa saat dinyalakan.

Sedangkan untuk menghitung perbandingan bahan bakar dan udara (AFR) pada mesin dapat dicari dengan mengetahui besarnya nilai laju aliran massa udara aktual dan nilai laju aliran massa bahan bakar.

Menghitung nilai *Air Fuel Ratio* (AFR) dapat menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$\text{---} \quad (2-1)$$

Keterangan :  $u_{act}$  = laju aliran massa jenis udara aktual ( $kg/s$ )  
 $bb$  = laju aliran massa jenis bahan bakar ( $kg/s$ )

Untuk mencari nilai laju aliran massa jenis udara aktual dapat diketahui dengan mencari nilai kecepatan udara menggunakan alat ukur *anemometer*. Sebelumnya kita mencari massa jenis udara dengan persamaan berikut :

$$\text{---} \quad (2-2)$$

Keterangan :  $\rho$  = massa jenis udara ( $kg/m^3$ )  
 $P$  = tekanan udara ( $kPa$ )  
 $R$  = konstanta gas ( $kJ/kg.K$ )  
 $T$  = temperatur ( $K$ )

Selanjutnya mencari debit udara aktual dengan menggunakan persamaan berikut :

$$u_{act} \quad \times \quad (2-3)$$

Keterangan :

$$\begin{aligned}u_{,act} &= \text{debit udara aktual } (m^3/s) \\V &= \text{kecepatan udara } (m/s) \\A &= \text{luas penampang } (m^2)\end{aligned}$$

Kemudian untuk mencari laju aliran massa jenis udara aktual digunakan persamaan sebagai berikut :

$$u_{,act} \times \rho_u \quad (2-4)$$

Keterangan :

$$\begin{aligned}u_{,act} &= \text{laju aliran massa jenis udara aktual } (kg/s) \\ \rho_u &= \text{massa jenis udara } (kg/m^3) \\ u_{,act} &= \text{debit udara aktual } (m^3/s)\end{aligned}$$

Mencari nilai laju aliran massa jenis bahan bakar dengan persamaan sebagai berikut :

$$\text{—————} \quad (2-5)$$

Keterangan :

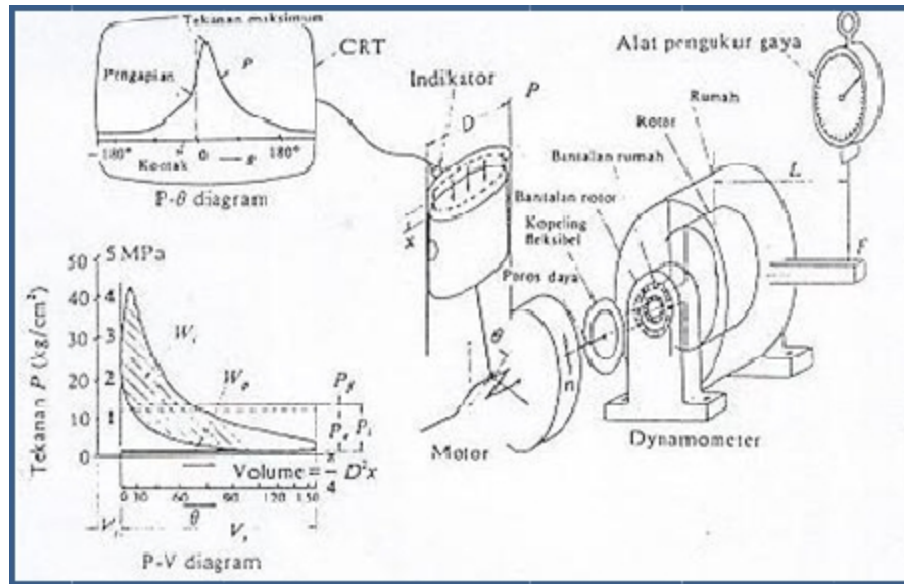
$$\begin{aligned}bb &= \text{laju aliran massa jenis bahan bakar } (kg/s) \\ V &= \text{volume labu ukur } (m^3) \\ bb &= \text{massa jenis bahan bakar } (kg/m^3) \\ &= \text{waktu yang diperlukan untuk menghabiskan} \\ &\quad \text{bahan bakar sejumlah volume labu ukur } (s)\end{aligned}$$

Setelah mendapatkan besarnya nilai laju aliran massa udara aktual dan nilai laju aliran massa bahan bakar selanjutnya kita dapat mencari nilai perbandingan bahan bakar dan udara dengan memasukkan nilai tersebut ke persamaan (2-1).

## 2.5. Dinamometer

Dinamometer adalah sebuah alat yang digunakan untuk mengukur putaran mesin dan torsi dimana daya yang dihasilkan dari suatu mesin atau alat yang berputar dapat dihitung. Pada prinsipnya dinamometer bekerja dengan cara memberikan beban kepada poros motor bakar melalui mekanisme pengereman pada poros engkolnya. Secara fungsional, dinamometer dirancang untuk digunakan pada motor bakar ukuran kecil dengan daya dibawah 10 HP. ada beberapa jenis dinamometer yang biasa digunakan yaitu dinamometer listrik dan dinamometer brake. Dalam penelitian ini dinamometer yang digunakan adalah dinamometer tipe *brake*, dimana cara kerjanya adalah putaran poros dinamometer berasal dari putaran mesin yang ditransmisikan dengan menggunakan *pulley* yang dihubungkan dengan *belt*, dan poros ditumpu menggunakan *bearing*. Pada bagian kedua ujung pangkal serta pada poros terdapat sistem pengereman menggunakan *disc brake*. Sistem pengereman ini lah yang digunakan sebagai pemberi beban pada mesin saat pengujian yang berfungsi untuk menurunkan putaran mesin sesuai yang diinginkan.

Pada bagian *brake* terdapat lengan dengan panjang ( $l$ ) dimana pada ujung lengan terdapat pegas yang digunakan sebagai alat ukur berapa besar gaya pembebanan yang diberikan pada mesin pada saat poros berputar dan pada saat dilakukan pengereman, maka daya yang diberikan pada mesin akan diserap oleh *disc brake* kemudian diteruskan ke pegas sehingga pegas mengalami pembebanan dan mengalami perubahan panjang dan besarnya dapat dilihat pada skala baca, perubahan panjang pada pegas inilah yang diukur sebagai besarnya pembebanan atau gaya ( $F$ ) untuk dapat mengetahui nilai torsi mesin. Gambar skema alat tes prestasi motor bakar (dinamometer) dapat dilihat pada gambar berikut ini :



Gammar 2.7 skran alat tes prestasi motor bakar  
 (Sumber : Soenarta dan Furuham, 19995)

## 2.6 Performa Motor Bakar

Untuk dapat mengetahui perfoforma motor bakar yang diam atau tidak bergerrak kita perlu parameter apa saja yaang digunakan sehingga kita dapat mengetahui seberapa beesar performma motor bakar tersebut, parameteernya adalaah mengetahui besarnya gaya, torsi dan daya pada motor tersebut.

### 1. Torsi

Toorsi atau bisa diartikan sebagai mommen puntir yang diberikkan pada suaat u

benda, sehingga meenyebabkan benda terseebut berputa terhadap sumbu rotaasi. Torsi paada motor dalah gaya yang bekerja ( $F$ ) dikalikan dengan panjang lenggan gaya terhadap sumbbu rotasi ( $l$ ). Untuk mennghitung nillai torsi pad motor dappat menggunakan persammaan sebaga berikut :

$$T = F \cdot l \quad (2.6)$$

Keteranngan :  $T$  = torsi mottor ( $Nm$ )

$l$  = panjang lengan ( $m$ )

$F$  = gaya ( $N$ )



## 2. Daya

Daya adalah besarnya usaha yang dihasilkan setiap persatuan waktu. Daya pada motor adalah besarnya usaha yang mengakibatkan terjadinya perpindahan dalam waktu tertentu. Untuk mencari daya pada motor dapat dilakukan dengan mengalikan torsi ( $T$ ) mesin dengan usaha ( $U$ ). Dalam hal ini usaha ( $U$ ) motor bakar adalah putaran poros engkol pada mesin ( $n$ ). Persamaanya adalah sebagai berikut:

$$P = T \cdot n \quad (2.7)$$

Keterangan :  $P$  = daya ( $hp$ )

$T$  = torsi motor ( $Nm$ )

$n$  = usaha / putaran mesin ( $rad/sec$ )

## 3. Air Fuel Rasio (AFR)

*Air Fuel Ratio* adalah faktor yang mempengaruhi kesempurnaan proses pembakaran di dalam ruang bakar. Merupakan komposisi campuran bensin dan udara. Idealnya AFR bernilai 14,7. Artinya campuran terdiri dari 1 bensin berbanding 14,7 udara atau disebut dengan istilah *Stoichiometry*.

AFR terlalu kurus	<ul style="list-style-type: none"><li>• Tenaga mesin menjadi sangat lemah</li><li>• Sering menimbulkan detonasi</li><li>• Mesin cepat panas</li><li>• Sering terjadi misfire</li><li>• Membuat kerusakan pada silinder ruang bakar</li></ul>
AFR kurus	<ul style="list-style-type: none"><li>• Tenaga mesin berkurang</li><li>• Terkadang terjadi detonasi</li><li>• Konsumsi bensin irit</li></ul>
AFR ideal	Kondisi paling ideal
AFR kaya	<ul style="list-style-type: none"><li>• Bensin agak boros</li><li>• Mesin lebih bertenaga</li><li>• Tidak terjadi detonasi</li></ul>
AFR terlalu kaya	<ul style="list-style-type: none"><li>• Bensin sangat boros</li><li>• Asap knalpot berwarna hitam</li><li>• Asap pedih di mata</li><li>• Sering terjadi misfire</li><li>• Terjadi penumpukan kerak di ruang bakar.</li></ul>

Gaambar 2.8 Pengaruh AFR terhadap kinerja motor bensin.

(Sumber:<http://otomatrip.com>)

#### 4. Konsumsi Bahan Bakar (Sfc)

SFC adalah ukuran efisiensi suatu mesin diesel yang menggambarkan rasio antara jumlah pemakaian bahan bakar dan performa mesin yang dihasilkan. Semakin kecil nilai SFC suatu mesin maka menunjukkan mesin tersebut semakin efisien. Semakin besar kapasitas dan tingkat pembebanan suatu mesin bakar, maka efisiensi mesin akan semakin tinggi, begitu pula sebaliknya.

Besarnya daya dan torsi suatu motor merupakan hasil dari pembakaran campuran bahan bakar dan udara dalam ruang silinder. Banyaknya bahan bakar yang diubah menjadi daya ditunjukkan dalam satuan kilogram (*Imam Kurniawan, 2005*). Maka berarti banyaknya bahan bakar yang dikonsumsi oleh motor dibandingkan daya yang dihasilkan dalam tiap satuan waktu akan diperoleh besaran yang disebut konsumsi bahan bakar spesifik/ *specific fuel consumption (sfc)*.

$$\frac{\cdot}{\Delta}$$

Keterangan :

*Sfc* = *specific fuel consumption* (kg/hp-h)

*Vbb* = volume bahan bakar yang dikonsumsi ( $m^3$ )

Rapat relative = rapat relative bahan bakar ( $kg/m^3$ )

*T* = waktu yang dibutuhkan untuk menghabiskan bahan bakar (h)

*P* = daya output (hp)

Tingkat pemakaian bahan bakar dalam suatu motor ditentukan dengan banyaknya bahan bakar yang diberikan dan daya yang dihasilkan saat itu, sehingga akan berbeda dengan pemakaian pada saat motor berjalan. Tidak selamanya mesin dengan volume silinder yang besar akan berarti konsumsi bahan bakarnya boros / tinggi.



## 2.7 Penelitian Terdahulu

Penelitian ini menggunakan *head selinder* standar dan telah di modifikasi untuk mengetahui perbandingan pengaruh kompresi motor bakar terhadap campuran bahan bakar-udara (AFR). Sehingga perlu dibutuhkannya penelitian terdahulu tentang bahan bakar-udara AFR dan kompresi.

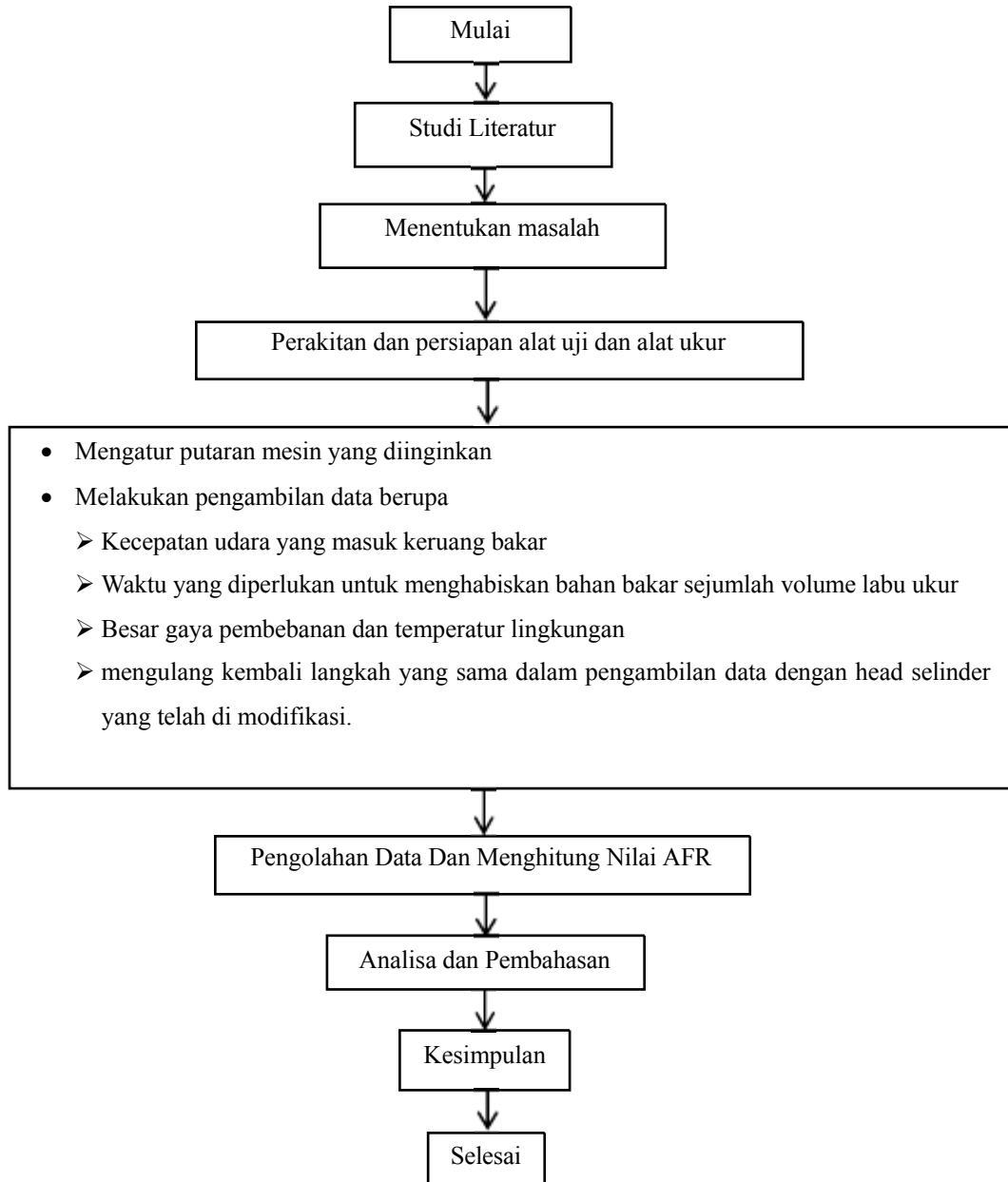
Kharisma (2012) dalam penelitian yang telah dilakukan tentang analisis perbandingan kinerja mesin *ottodinamis* dengan penambahan ethanol sebagai campuran bahan bakar melalui *main jet* dan *pilot jet* secara *independent* didapatkan pada bahan bakar premium tenaga maksimum pada putaran 9500 rpm didapatkan nilai rasio campuran bahan bakar dan udara (AFR) adalah 1 : 11 sedangkan pada putaran terendah 5000 rpm nilai rasio campuran bahan bakar dan udara (AFR) adalah 1 : 13.

Ali dan Widodo (2012) dalam penelitian yang telah dilakukan tentang analisis unjuk kerja mesin sepeda motor type “X” 115 cc sistem karburator dengan bahan bakar premium dan campuran premium ethanol terhadap daya dan perbandingan bahan bakar dan udara (AFR) didapatkan pada bahan bakar premium daya maksimum yang dihasilkan mesin sebesar 5,82 *kW* dan perbandingan bahan bakar dan udara maksimum pada putaran 8000 rpm adalah 1 : 13,1 sedangkan perbandingan bahan bakar dan udara minimum pada putaran 5500 rpm adalah 1 : 12,8.

## BAB III METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1. Skema Penelitian

Langkah-langkah penelitian dapat dilihat pada gambar 3.1 berikut ini :



**Gambar 3.1.** Diagram langkah-langkah Penelitian

### 3.2. Alat Dan Bahan Penelitian

Alat dan bahan yang akan digunakan dalam pengambilan data ini adalah sebagai berikut:

#### 3.2.1 Alat Penelitian

##### a. Dinamometer

Dinamometer pada peralatan pengujian ini berfungsi sebagai alat yang digunakan untuk mengukur tegangan atau daya yang dihasilkan dari mesin GX-160. Pada penelitian ini dinamometer yang akan digunakan adalah tipe rem, disini dinamometer tidak digunakan untuk mengukur torsi tetapi hanya digunakan untuk memberikan pembebanan pada motor bakar dengan cara melakukan pengereman.



Gambar 3.2. Dinamometer Brake

**b. Anemometer**

Anemometer adalah alat untuk mengukur kecepatan udara atau kecepatan gas dalam fenomena terjadinya hembusan angin . Anemometer dapat dilihat pada Gambar 3.3 berikut ini:



**Gambar 3.3.** Anemometer

Pada pengujian ini anemometer digunakan untuk mengukur kecepatan udara yang masuk kedalam silinder dengan satuan meter/detik.

**c. Kotak stabilisator udara**

Kotak stabilisator udara buat agar kecepatan udara yang masuk keselinder lebih stabil saat pengambilan data. Karena dari hisapan mesin bensin itu sendiri tidak stabil sebab mesin hanya akan menghisap udara pada saat langkah hisap sementara untuk menuju langkah hisap selanjutnya.



**Gambar 3.4.** Kotak Udara

**d. Stop Watch**

*Stopwatch* adalah alat yang digunakan untuk mengukur lamanya waktu yang diperlukan dalam kegiatan.



**Gambar 3.5.** Stop Watch

Dalam penelitian ini *stop watch* digunakan untuk mengukur waktu yang dibutuhkan mesin untuk menghabiskan sejumlah bahan bakar yang terdapat dalam labu ukur

**e. Labu Ukur**

Labu ukur dalam penelitian ini merupakan sebuah perangkat yang terbuat dari kaca yang memiliki kapasitas antara 5 ml sampai 5 l, pada penelitian ini labu ukur yang digunakan untuk banyaknya bahan bakar cukup yang berkapasitas 5 ml saja yang berfungsi untuk mengetahui jumlah konsumsi bahan bakar dengan mudah dan terukur. Dimana bahan bakar sebelum masuk kedalam ruang bakar dari tangki bahan bakar terlebih dahulu masuk kedalam labu ukur sehingga bahan bakar yang akan masuk terukur jumlahnya agar bisa menentukan *specific fuel consumption (SFC)*.



**Gambar 3.6.** Labu Ukur

**f. Termometer**

Termometer adalah alat yang digunakan untuk mengukur suhu atau temperatur maupun perubahan suhu. Termometer pada peralatan pengujian ini bisa dilihat pada Gambar 3.7.



**Gambar 3.7.** Termometer

Pada penelitian ini termometer digunakan untuk mengetahui temperatur ruangan guna mencari besarnya laju aliran udara yang masuk kedalam silinder.

**g. Compression Gauge**

Merupakan alat yang digunakan untuk untuk memeriksa tekanan kompresi mesin .



**Gambar 3.8.** Compression Gauge

### 3.2.2 Bahan Penelitian

#### a. Mesin *Honda GX-160*

Dalam pengujian ini mesin yang digunakan sebagai objek penelitian adalah mesin honda GX-160 dengan spesifikasi sebagai berikut :

Daya	: 5.5 HP
Berat	: 18 Kg
Tipe Mesin	: Air Cooled 4 Tak OHV Single Cylinder, Horizontal Shaft
Volume Silinder	: 160 cc
Bore x Stroke	: 68 x 45 mm
Ratio Kompresi	: 8.5 : 1
Torsi Maksimum	: 10.3 Nm / 2500 Rpm
Output Maks.	: 5.5 HP / 3600 Rpm
Output Net	: 4.8 HP / 3600 Rpm
Starter	: Recoil
Kapasitas Tangki	: 3.1 Liter
Kapasitas Oli	: 0.6 Liter
Dimensi	: 31.8 x 34.1 x 30.5 cm

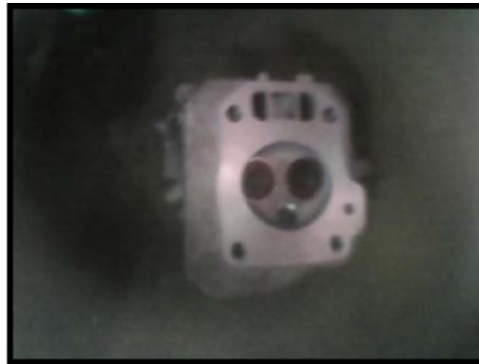
Gambar mesin honda GX-160 dapat dilihat pada Gambar 3.9 berikut ini :



*Gambar 3.9.* mesin honda GX-160

b. Head Silinder

Head silinder merupakan komponen penting dalam pembakaran baik pada motor bensin dan motor diesel. Head silinder juga salah satu upaya untuk merubah kompresi pada proses pembakaran sesuai yang diinginkan, yaitu dengan cara memapas bagian head silinder menggunakan mesin bubut sebesar yang diinginkan sehingga proses kompresi dengan pemampatan gas pada ruang bakar dapat diperbesar, sehingga mendapatkan ratio kompresi dan kemudian dibandingkan dengan head silinder yang belum dimodifikasi atau standar pabrikan.



**Gambar 3.10.** head silinder modifikasi

### 3.3. Prosedur Pengujian

#### 3.3.1 Pengecekan alat dinamometer

Dinamometer yang digunakan pada penelitian ini adalah dinamometer tipe pengereman dimana proses pengereman yang digunakan sebagai pembebanan yang diberikan terhadap mesin, maka harus dilakukan dengan dengan baik dan benar. Pengecekan ini sangat penting dilakukan pada proses pengereman dan pada pegas yang digunakan. Pengecekan yang dilakukan dari kontruksi dinamometer apakah kontruksi terpasang secara tepat dan tidak terjadinya kerusakan, pengereman dipastikan dapat bekerja dengan baik dengan mengecek *belt*, oli rem, kampas rem, transmisi putaran dari mesin ke dinamometer yang menggunakan *pulley* dan mengecek bantalan *bearing* serta pengikat



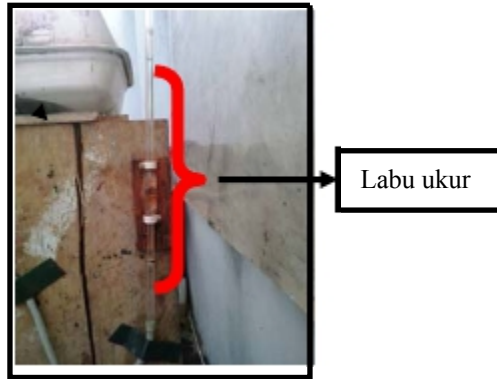
rumah *bearing* apakah masih dalam kondisi baik juga, lalu pastikan juga harus kuat agar saat beroperasi tidak terjadi kesalahan dan yang terakhir pengecekan dilakukan pada neraca pegas yang digunakan sebagai penerima besarnya gaya yang diberikan oleh mesin. Di bawah ini dapat dilihat gambar dinamometer jenis *brake* yang di gunakan dalam penelitian :



**Gambar 3.11.** Dinamometer Jenis *Brake*

### 3.3.2 Pemasangan labu ukur

Labu ukur digunakan untuk mengukur bahan bakar yang masuk ke dalam ruang bakar sehingga bahan bakar yang digunakan mesin dapat terukur, bahan bakar berada dalam tangki kemudian dialirkan ke dua arah yaitu ruang bakar dan labu ukur dengan menggunakan terminal tiga penghubung hingga membentuk leter Y, setelah bahan bakar mengalir kedalam labu ukur aliran bahan bakar dari tangki dihentikan dengan cara menutup aliran menggunakan keran. labu ukur dipasang secara paralel dengan tangki bahan bakar Labu ukur yang digunakan dalam penelitian ini berkapasitas baha bakar 4 ml. Gambar pemasangan labu ukur dapat dilihat pada Gambar 3.12.



**Gambar 3.12.** Labu Ukur

### 3.3.3 Pengecekan anemometer

Dalam penelitian ini anemometer digunakan untuk pengukuran kecepatan udara masuk dimana anemometer tersebut akan diletakkan didepan lubang *inlet* pada kotak stabilisator udara, kemudian besarnya kecepatan udara masuk langsung dapat dilihat pada skala baca di alat ukur *anemometer*.



**Gambar 3.13.** Pengecekan Anemometer

### 3.3.4 Pengecekan *tachometer*

*Tachometer* digunakan untuk mengukur putaran mesin Dalam penelitian ini cara kerja *tachometer* adalah menggunakan foto sensor

dimana sensor dipasangkan pada bagian luar poros engkol, kemudian pada saat mesin berputar diarahkan sinar sensor *tachometer* ke bagian poros engkol, kemudian sinar pembaca sensor pada tachometer akan membaca hasilnya.



Letak kertas putih sebagai titik penghitung sensor putaran mesin dengan *tachometer*

**Gambar 3.14.** Putaran mesin yang akan diukur menggunakan Tachometer

### 3.3.5 Pengecekan *Compression Gauge*

*Compression Gauge* digunakan untuk mengetahui tekanan kompresi, dengan cara memasang bagian kepala penguji *compression gauge* pada lubang busi, kemudian tarik tuas engkol beberapa kali hingga jarum penunjuk nilai tekanan kompresi berada pada angka tekanan maksimal kompresi dan dapat dibaca langsung.



**Gambar 3.15.** *Compression Gauge*

### 3.3.6 Pengetesan Alat

Hal yang perlu dilakukan Sebelum melakukan pengujian dan pengambilan data adalah pengetesan alat terlebih dahulu. Untuk

memastikan alat dapat bekerja dengan baik dan aman yang sebelumnya semua alat ukur dan alat uji sudah terpasang dengan baik dan benar, sehingga data yang diperoleh juga akan baik. Pengetesan dilakukan dengan menghidupkan mesin kemudian dilakukan pengereman pada dinamometer dan percobaan alat ukur *tachometer* dan *anemometer* serta pengamatan terhadap konsumsi bahan bakarnya.

### 3.4. Prosedur Pengambilan Data

Ada beberapa prosedur dalam pengambilan data yang akan dilakukan dalam pengujian perbandingan head silinder modifikasi dan head silinder standar pada mesin Honda GX-160 adalah sebagai berikut:

1. Mesin dihidupkan terlebih dahulu selama 10 menit sebagai pemanasan agar kondisi mesin saat pengambilan data dapat stabil, kemudian setelah 10 menit mesin dimatikan.
2. Mesin dihidupkan kembali kemudian Putaran mesin diatur menggunakan tuas gas yang terdapat pada mesin. Pembacaan putaran mesin menggunakan *tachometer* sampai putaran mesin 3600 rpm dan pada saat bersamaan mengamati dan mencatat kecepatan udara menggunakan *anemometer* yang telah diletakan di *inlet* kotak udara, temperatur ruangan, serta waktu yang dibutuhkan mesin untuk menghabiskan bahan bakar yang terdapat dalam labu ukur.
3. Setelah putaran mesin 3600 rpm kemudian memberikan pembebanan dengan cara menekan tuas rem hingga putaran mesin yang terbaca pada *tachometer* mencapai putaran yang diinginkan, dan pada saat yang bersamaan mengamati dan mencatat penambahan panjang pegas yang terjadi, kecepatan udara, dan waktu yang dibutuhkan mesin untuk menghabiskan bahan bakar yang terdapat dalam labu ukur.
4. Setelah dilakukan pembebanan dengan menekan tuas rem dan mencapai putaran mesin yang diinginkan pembebanan dilepas dengan cara melepas tuas rem pada dinamometer.

5. Kemudian mengulang kembali langkah yang sama dalam pengambilan data yang head *silindernya* ditukar dengan yang telah dimodifikasi.
6. Setiap pengujian dengan variasi putaran yang diinginkan dilakukan sebanyak 3 kali pengujian dan mengambil nilai rata-rata dari putaran mesin yang mendekati nilai putaran mesin yang diinginkan karena sulit untuk mendapatkan nilai putaran mesin yang tepat sesuai yang diinginkan.
7. Diuji kembali untuk kepala silinder yang telah dipotong 0,1, 0,2, 0,3, 0,4, 0,5. mm

### 3.5. Prosedur Perhitungan Data

Setelah selesai pengambilan data yang berupa putaran mesin, besar gaya pembebanan, kecepatan udara, waktu, dan temperatur kemudian dilakukan penginputan dan perhitungan data ke dalam rumus yang telah ditentukan untuk mendapatkan besarnya nilai AFR dan daya pada mesin. Berikut ini adalah tahapan dalam perhitungan:

1. Mencari massa jenis udara dengan menggunakan persamaan 2-2 adalah sebagai berikut :

Keterangan :  $\rho_u$  = massa jenis udara ( $\text{kg/m}^3$ )  
 $P$  = tekanan udara (kPa)  
 $R$  = konstanta gas ( $\text{kJ/kg.K}$ )  
 $T$  = temperatur (K)

2. Menghitung debit udara (aktual) dengan menggunakan persamaan 2-3 sebagai berikut :

Keterangan :  $u_{\text{act}}$  = debit udara aktual ( $\text{m}^3/\text{s}$ )  
 $V$  = kecepatan udara (m/s)  
 $A$  = luas penampang ( $\text{m}^2$ )

3. Mencari laju aliran massa jenis udara aktual dengan menggunakan persamaan 2-4 sebagai berikut :

Keterangan :  $u_{\text{act}}$  = laju massa jenis udara aktual ( $\text{kg/s}$ )

$$\rho_u = \text{massa jenis udara (kg/m}^3\text{)}$$

$$u_{\text{act}} = \text{debit udara aktual (m}^3\text{/s)}$$

4. Mencari laju aliran massa jenis bahan bakar dengan menggunakan persamaan 2-5 adalah sebagai berikut :

$$bb = \frac{V \cdot \rho_{bb}}{t}$$

Keterangan :  
 $bb$  = laju aliran massa jenis bahan bakar (kg/s)  
 $V$  = volume labu ukur (m<sup>3</sup>)  
 $\rho_{bb}$  = massa jenis bahan bakar (kg/m<sup>3</sup>)  
 $t$  = waktu yang diperlukan untuk menghabiskan bahan bakar sejumlah volume labu ukur (s)

5. Mencari *Air Fuel Ratio* (AFR) dengan menggunakan persamaan 2-1 adalah sebagai berikut :

$$AFR = \frac{u_{\text{act}}}{bb}$$

Keterangan :  
 $u_{\text{act}}$  = laju aliran massa jenis udara aktual (kg/s)  
 $bb$  = laju aliran massa jenis bahan bakar (kg/s)

6. Mencari nilai torsi ( $T$ ) pada mesin dapat menggunakan persamaan 2-6 adalah sebagai berikut :

$$T = F \cdot l$$

Keterangan :  
 $T$  = torsi motor(Nm)  
 $l$  = panjang lengan atau jari-jari(m)  
 $F$  = gaya(N)

7. Mencari nilai daya ( $P$ ) pada mesin dapat menggunakan persamaan 2-7 adalah sebagai berikut :

$$P = T \cdot \omega$$

Keterangan :  
 $P$  = daya (Hp)  
 $T$  = torsi motor (Nm)  
 $\omega$  = putaran mesin (rad/detik)