

**TUGAS SARJANA**  
**KONVERSI ENERGI**  
**ANALISA KESETIMBANGAN ENERGI PADA MOTOR BAKAR EMPAT**  
**LANGKAH**

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

**Disusun oleh :**

**NAMA : SUGIANTO**

**NPM : 1207230209**



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

**ABSTRAK**

Brake Dinamometer, adalah suatu mesin yang digunakan untuk mengukur torsi (torque) dan kecepatan putaran (rpm) dari tenaga yang di produksi oleh suatu mesin motor atau penggerak berputar lain, Motor bensin adalah suatu jenis mesin pada kendaraan yang mengubah energi kimia menjadi energi gerak dengan pembakaran dalam nya. Motor bensin empat langkah adalah motor yang pada setiap empat torak/piston (dua putaran engkol) sempurna menghasilkan satu tenaga kerja (satu langkah kerja).Perkembangan konversi BBM ke BBG di Indonesia hingga saat ini belum terlihat secara nyata. Infrastruktur utama seperti stasiun pengisian bahan bakar gas yang belum mendukung merupakan kendala dalam pengembangan ini , LPG atau *Liquefied Petroleum Gas* merupakan campuran dari berbagai *hidrokarbon*, sebagai hasil penyulingan minyak mentah berbentuk gas Keseimbangan energi merupakan salah satu parameter penting untuk mengetahui kinerja dari seluruh sistem motor bensin , jumlah panas biasanya dinyatakan sebagai hasil kali dari massa benda (m), panas jenis (Cp) dan perubahan suhu ( $\Delta T$ ).grafik perbandingan temperatur oli dengan putaran mesin 1000, 1200, 1500, dan dengan beban 0,1 0,3 dan 0,5 kg, dimana temperatur oli dengan rpm 1500 beban 0,5 memperlihatkan panas tertinggi dengan nilai kalor 15,12 j dengan lama waktu percobaan 61,56 detik.

**Kata kunci :Motor bensin, Gas LPG, Perbandingan temperatur.**

## KATA PENGANTAR



Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Puji dan syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT, karena berkat rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan Tugas Sarjana ini dengan judul **ANALISA KESETIMBANGAN ENERGI PADA MOTOR BAKAR EMPAT LANGKAH**. Tugas Sarjana ini merupakan tugas akhir bagi mahasiswa Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara dalam menyelesaikan studinya.

Dalam menyelesaikan tugas ini penulis banyak mengalami hambatan dan rintangan yang disebabkan minimnya pengetahuan dan pengalaman penulis, namun berkat petunjuk Allah SWT yang terus – menerus hadir dan atas kerja keras penulis, serta banyaknya bimbingan dari pada dosen pembimbing akhirnya penulis dapat menyelesaikan tugas sarjana ini.

Untuk itu penulis pada kesempatan ini menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Kedua orang tua, yaitu Bapak SUGIO dan Ibu RUSMINI, dimana cinta yang telah membesarkan, mengasuh, mendidik, serta memberikan semangat dan do'a yang tulus, ikhlas, dengan penuh kasih sayang sehingga penulis dapat menyelesaikan studi di Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
2. Bapak KHAIRUL UMURANI.S.T.,M.T selaku Dosen Pembimbing I
3. Bapak H.MUHARNIF.M.S.T.,Msc. selaku Dosen Pembimbing II .
4. Bapak Rahmatullah. S.T., M.Sc, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
5. Bapak Munawar Alfansury Siregar. ST., MT, selaku Wakil Dekan I Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
6. Bapak Khairul Umurani, S.T., M.T selaku Wakil Dekan III Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
7. Bapak Affandi, S.T, selaku Ketua Prodi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
8. Bapak Chandra A Siregar, S.T, selaku Sekretaris Prodi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
9. Seluruh Dosen di Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah memberikan bimbingan dan ilmu pengetahuan selama di bangku kuliah.
10. Anting Wulan (istri) yang selalu menemani dan memberi semangat dan doanya untuk penulis dalam menyelesaikan tugas sarjana.
11. Rekan-rekan Lab Teknik Mesin, dan teman-teman yang lain yang banyak membantu dan memotivasi penulis.

12. Seluruh teman-teman seperjuangan yang telah banyak membantu dalam penulisan tugas sarjana ini.

Penulis menyadari bahwa tugas ini masih jauh dari sempurna dan tidak luput dari kekurangan, karena itu dengan senang hati dan penuh lapang dada penulis menerima segala bentuk kritik dan saran dari pembaca yang sifatnya membangun demi kesempurnaan penulisan tugas sarjana ini.

Akhir kata penulis mengharapkan semoga tugas sarjana ini dapat bermanfaat bagi kita semua dan semoga Allah SWT selalu merendahkan hati atas segala pengetahuan yang kita miliki. Amin Ya Rabbal Alamin.  
Wassalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Medan, 12 Oktober 2017

Penulis

**SUGIANTO**  
**1207230209**

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN</b>	
<b>LEMBAR SPESIFIKASI</b>	
<b>LEMBAR ASISTENSI</b>	
<b>ABSTRAK</b>	i
<b>KATA PENGANTAR</b>	ii
<b>DAFTAR ISI</b>	iv
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	vi
<b>DAFTAR TABEL</b>	vii
<b>DAFTAR NOTASI</b>	viii
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b>	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Batasan Masalah	3
1.4. Tujuan	3
1.4.1. Tujuan Umum	3
1.4.2. Tujuan Khusus	3
1.5. Manfaat	3
1.6. Sistematika Penulisan	4
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1. Motor Bensin	5
2.2.1. Prinsip Kerja Motor Bensin	6
2.2. Bahan Bakar	7
2.2.1. Spesifikasi Dasar Bahan Bakar	8
2.2.2. Karakteristik Bahan Bakar (fisika dan kimia)	9
2.2.3. Bensin Premium RON 88	9

2.2.4. Gas LPG	10
2.3. Sistem Bahan Bakar	12
2.3.1. Teori Pembakaran	13
2.4. Proses Thermodinamika	14
2.5. Konverter Kits	16
2.5.1. Prinsip dasar kits Konversi Bahan Bakar (BBG)	17
2.5.2. Sistem Kerja Kits Konversi	18
2.6. Parameter Prestasi Mesin	18
2.7. Torsi	19
2.8. Daya Poros	20
2.9. Keseimbangan Energi	21

### **BAB 3 METODE PENELITIAN**

3.1. Tempat dan Waktu Penelitian	23
3.1.1. Tempat	23
3.1.2. Waktu	23
3.2. Alat dan Bahan	24
3.2.1. Alat	24
3.2.2. Bahan	26
3.3. Diagram Alir Penelitian	
3.4. Prosedur Pengujian	30

### **BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN**

4.1. Data Hasil Pengujian	31
4.2. Unjuk Kerja Motor Bakar	31
4.2.1. Perhitungan Torsi	31
4.2.2. Perhitungan Daya Poros	32
4.3. Perhitungan Kalor yang Diserap Oli	33
4.4. Perbandingan Grafik Pada Oli Mesin	34

4.5.Perhitungan Kalor yang diserap Melalui Exhaust manifold	35
4.6.Perbandingan Grafik Pada Exhaust manifold	36
4.7.Efisiensi Thermal	36
4.7.1.Efisiensi PadaPanas Oli	37
4.7.2.Grafik Efisiensi Panas Oli	38
4.7.3.Efisiensi Pada Panas Exhaust manifold	39
4.7.4.Grafik Efisiensi Panas Exhaust manifold	40

## **BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN**

5.1 Kesimpulan	41
5.2 Saran	41

## **DAFTAR PUSTAKA**

## **LAMPIRAN**

## **BAB 1**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1.Latar Belakang**

Brake Dinamometer, adalah suatu mesin yang digunakan untuk mengukur torsi (torque) dan kecepatan putaran (rpm) dari tenaga yang di produksi oleh suatu mesin, motor atau penggerak berputar lain. Brake dinamometer dapat juga digunakan untuk menentukan tenaga dan torsi yang di perlukan untuk mengoperasikan suatu mesin. Dalam hal ini, maka diperlukan brake dinamometer. Brake dinamometer yang di rancang untuk dikemundikan disebut brake dinamometer absorsi/ penyerap. Brake dinamometer yang dapat digunakan, baik penggerak maupun penyerap tenaga disebut brake dinamometer aktif atau universal.

Sebagai tambahan untuk digunakan dalam menentukan torsi atau karakteristik tenaga dari mesin dalam test/machine Under Test (MUT), Brake dinamometer juga mempunyai peran lain. Dalam siklus standar uji emisi, seperti yang digambarkan oleh US Environmental Protection Agency (US EPA), brake dinamometer digunakan untuk membuat simulasi jalan baik untuk mesin ( dengan menggunakan brake dinamometer mesin) atau kendaraan secara penuh 9 dengan menggunakan brake dinamometer sasis). Sebenarnya, diluar pengukuran torsi dan power yang sederhana., brake dinamometer dapat digunakan sebagai bagian dari pengujian untuk berbagai aktivitas pengembangan mesin seperti kalibrasi pengontrol manajemen mesin, pengembangan sistem pembakaran dsb.



Perkembangan konversi BBM ke BBG di Indonesia hingga saat ini belum terlihat secara nyata. Infrastruktur utama seperti stasiun pengisian bahan bakar gas yang belum mendukung merupakan kendala dalam pengembangan ini. Mobil berbahan bakar gas dapat berkembang jika tersedia stasiun pengisian BBG yang tersebar di seluruh wilayah.

LPG merupakan bahan bakar berupa gas yang dicairkan (Liquified Petroleum Gases) merupakan produk minyak bumi yang diperoleh dari proses distilasi bertekanan tinggi. Komponen utama LPG terdiri dari hidrokarbon ringan berupa propana ( $C_3H_8$ ) dan butana ( $C_4H_{10}$ ). Komposisi propana dan butana sendiri berbanding 60% dan 40%.

Motor bakar 4 langkah adalah suatu mekanisme yang merubah energi kimia menjadi energi panas kemudian dirubah menjadi energi mekanik dengan empat proses yaitu langkah hisap, langkah kompresi, langkah ekspansi, dan langkah buang.

Dengan adanya pemanfaatan LPG sebagai bahan bakar alternatif diharapkan memiliki nilai tambah dalam kebutuhan konsumsi bahan bakar. Dan sebagai bahan bakar pengganti BBM.

## **1.2. Rumusan Masalah**

Dalam penelitian ini akan dilakukan analisis karakteristik dari panas Oli mesin, dan panas Exhaust manifold serta energi yang dihasilkan oleh mesin pada saat menggunakan bahan bakar gas.

### **1.3. Batasan Masalah**

Batasan masalah dalam penelitian yang dilakukan adalah :

1. Pengujian dilakukan pada satu jenis motor bakar 4 langkah dengan menggunakan bahan bakar gas LPG.
2. Pengujian yang dilakukan untuk mencari kalor yang diserap Oli mesin dan kalor yang diserap oleh Exhaust manifold.

### **1.4. Tujuan**

Tujuan dari penelitian tugas akhir ini terbagi menjadi 2, yaitu Tujuan umum dan Tujuan khusus :

#### **1.4.1. Tujuan umum.**

Yang menjadi tujuan umum dalam penelitian ini yaitu untuk menganalisa kesetimbangan energi pada mesin penggerak brake dinamometer.

#### **1.4.2. Tujuan khusus**

1. Untuk mengetahui perubahan suhu awal dan akhir pada oli mesin dan exhaust manifold setelah pengujian.
2. Mengetahui efisiensi pada panas Oli mesin dan efisiensi pada Exhaust manifold.

### **1.5. Manfaat**

Laporan tugas akhir diharapkan dapat memberi manfaat sebagai berikut :

1. Mampu meningkatkan kualitas ilmu pengetahuan , khususnya sebagai pertimbangan penelitian tentang pemanfaatan LPG sebagai bahan bakar dan penyesuaian prestasi mesin motor bensin terhadap semua suplemen bahan bakar di masyarakat.
2. Memberikan hasil yang di analisis terhadap pengembangan ilmu bagi teknik mesin.

### **1.5. Sistematika Penulisan**

1. BAB 1: PENDAHULUAN

Pada bab ini berisikan latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, manfaat dan sistematika penulisan.

2. BAB 2: TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini berisikan tentang teori-teori yang mendasari tentang motor bakar, dan BBG

3. BAB 3: METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini berisikan tentang tempat dan waktu, bahan dan alat yang digunakan, pelaksanaan dan variable yang digunakan, dan proses pengujian.

4. BAB 4 : HASIL DAN PEMBAHASAN

5. BAB 5 : KESIMPULAN DAN SARAN

6. DAFTAR PUSTAKA

7. LAMPIRAN

## BAB 2

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. Motor Bensin

Motor bensin adalah suatu jenis mesin pada kendaraan yang mengubah energi kimia menjadi energi gerak dengan pembakaran dalam nya. Motor bensin empat langkah adalah motor yang pada setiap empat torak/piston (dua putaran engkol) sempurna menghasilkan satu tenaga kerja (satu langkah kerja).

Motor bensin merupakan motor bakar yang pembakarannya berlangsung di dalam silinder (*internal combustion*) dimana gas pembakaran yang telah dihasilkan pada saat proses pembakaran berfungsi sebagai fluidakerja. Pada motor bakar menggunakan silinder yang didalamnya terdapat torak yang bergerak translasi (bolak-balik). Didalam silinder itulah terjadi pembakaran antara bahan bakar dengan oksigen.

Motor bakar memiliki satu atau beberapa silinder sebagai tempat proses pembakaran bahan bakar. Silinder tersebut dilengkapi dengan 2 katup pada tutupnya, yaitu katup hisap dan katup buang. Katup-katup tersebut dapat memutuskan dan menghubungkan ruang silinder dengan atmosfer.

Katup hisap dan katup buang digerakkan oleh poros cam melalui poros engkol akibat adanya gerak translasi pada torak. Pada saat yang tepat masing-masing katup akan terbuka dan tertutup. Jika katup hisap terbuka (katup buang tertutup) maka udara segar atau campuran bahan bakar udara terhisap masuk kedalam silinder. Ini terjadi karena tekanan dalam silinder lebih besar dari tekanan

yang ada didalam katup hisap dan sebaliknya katup buang terbuka sesudah ekspansi maka gas pembakaran yang berada dalam silinder dapat dikeluarkan, Langkah akibat dari tekanan silinder yang lebih tinggi dari tekanan atmosfer menyebabkan mesindapat berputar.

### **2.1.1. Prinsip Kerja Motor Bensin**

Dalam siklus kerja motor bensin empat langkah terdapat empat langkah dalam menghasilkan satu tenaga kerja berikut tahapanya.

#### **1. Pemasukan**

Langkah pemasukan dimulai dengan piston pada titik mati atas dan berakhir ketika piston mencapai titik mati bawah. Untuk menaikkan massa yang terhisap, katup masuk terbuka saat langkah ini dan menutup setelah langkah ini berakhir.

#### **2. Langkah Kompresi**

Langkah kompresi terjadi ketika kedua katup tertutup dan campuran di dalam silinder terkompresi ke bagian kecil dari volume awalnya. Sesaat sebelum akhir langkah kompresi, pembakaran dimulai dan tekanan silinder naik dengan sangat cepat.

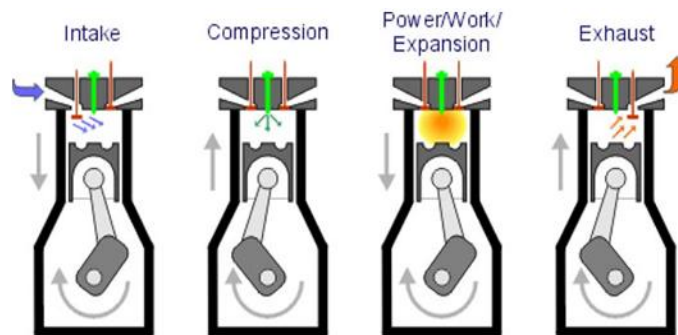
#### **3. Langkah Kerja atau Ekspansi**

Langkah kerja atau ekspansi dimulai saat piston pada titik mati atas dan berakhir sekitar  $45^{\circ}$  sebelum titik mati bawah. Gas bertekanan tinggi menekan piston turun dan memaksa engkol berputar. Ketika piston mencapai  $45^{\circ}$  sebelum titik mati bawah, katup buang terbuka untuk

memulai proses pembuangan dan menurunkan tekanan silinder hingga mendekati tekanan pembuangan.

#### 4. Langkah Pembuangan

Langkah pembuangan dimulai ketika piston mencapai titik mati bawah. Ketika katup buang membuka, piston menyapu keluar sisa gas pembakaran hingga piston mencapai titik mati atas. Bila piston mencapai titik mati atas, katup masuk membuka dan katup buang tertutup, dan siklus kembali ke langkah pertama pemasukan.



Gambar 2.1 Prinsip Kerja Motor Bensin Empat Langkah

### 2.2. Bahan Bakar

Bahan bakar adalah suatu apapun yang bisa diubah menjadi energi. Biasanya bahan bakar mengandung energi panas yang dapat dilepaskan dan dimanipulasi. Kebanyakan bahan bakar digunakan manusia sebagai proses pembakaran (reaksi redoks) dimana bahan bakar tersebut akan melepaskan panas setelah direaksikan dengan oksigen di udara. Proses lain untuk melepaskan energi dari bahan bakar adalah reaksi nuklir (seperti Fisi

nuklir atau Fusi nuklir). Hidrokarbon (termasuk di dalamnya bensin dan solar) sejauh ini merupakan jenis bahan bakar yang paling sering digunakan manusia, bahan bakar lainnya yang biasa digunakan adalah logam radioaktif. Bahan bakar juga merupakan bagian yang sangat penting dalam proses pembakaran, karena dapat memberikan energi pada fluida kerja (udara) melalui proses pembakaran didalam ruang bakar, ada 2 jenis bahan bakar yang digunakan pada motor bakar biasanya bahan bakar yang dipergunakan pada motor bakar yaitu: bahan bakar berbentuk gas dan cair.

Pada umumnya bahan bakar yang digunakan ialah bahan bakar cair yang berasal dari minyak bumi. Minyak bumi merupakan sumber energi fosil berupa ikatan hidrokarbon cair (*fluida*) yang dapat dibedakan dalam kelompok, yaitu : *alkanes atau paraffin* ( $C_nH_{2n+n}$ ), *cyclokanes* atau *naphthene* ( $n(CH_2)$ ), dan *aromatics* ( $C_nH_{2n+2}$ ). Selain dari unsur ketiga kelompok tersebut, minyak bumi mengandung beberapa unsur sulfur, nitrogen, oksigen, nikel, klorin, dan arsenik dalam jumlah yang relatif kecil.

### **2.2.1. Spesifikasi Dasar Bahan Bakar**

Pada setiap bahan bakar baik itu yang berasal dari minyak bumi, batu bara, dan gas alam memiliki sifat yang hampir sama, hanya mungkin perbedaan yang sangat mencolok hanya pada berat jenisnya. Ada pun spesifikasi bahan bakar sebagai berikut :

1. Nilai kalor
2. Berat jenis (spesifik gravitasi)
3. Kandungan air

4. Kandungan belerang
5. Kadar abu
6. Viskositas
7. Volatilitas
8. Titik nyala (flash point)
9. Titik beku (freezing point)
10. Indeks Antiknock

### **2.2.2. Karakteristik Bahan Bakar (fisika dan kimia)**

Pada setiap bahan bakar memiliki karakteristik yang berbeda-beda karena adanya perbedaan pada proses pengolahan minyak bumi, sehingga menyebabkan setiap bahan bakar yang dihasilkan memiliki karakteristik yang berbeda baik itu dari sifat fisik maupun kimia.

### **2.2.3. Bensin Premium RON 88**

Bensin merupakan bahan bakar cair yang berasal dari minyak bumi dan mengandung unsur karbon serta hidrogen, yang mana telah melalui proses pengolahan secara kimia maupun fisika. Bensin sendiri merupakan senyawa hidrokarbon yang memiliki sifat mudah menguap pada suhu biasa, tidak berwarna, jernih, berbau, titik nyala rendah, berat jenis ( $0,72-0,78g/mL$ ), dapat melarutkan minyak dan karet, dan juga dapat meninggalkan sisa karbon pada ruang bakar. Dengan mudahnya bensin menguap dalam suhu biasa, maka dalam karburator bensin mudah bercampur dengan udara.

Selain itu ada sifat umum bensin yang berpengaruh pada mesin yaitu :



1. Mutu bahan bakar
2. Volatilitas
3. Stabilitas Dalam Penyimpanan
4. Korosivitas

**Tabel 2.1 Sifat fisik dan kimia pada bensin RON 88**

<b>K a r a k t e r i s t i k</b>	<b>N i l a i</b>
R u m u s k i m i a	C 8 H 1 8
B er at je ni s @ 6 0( k g/ L	0 , 7 2 - 0 , 7 8  g r

)	/ m l
T iti k di di h ( F )	8 5 - 4 3 7
( C )	3 0 - 2 2 5
N il ai k al or b a w a h ( M j/ k g)	4 3 , 5
T e k a n	4 0 0

<p>a n p e n g u a p a n (k j/ k g)</p>	
<p>T e k a n a n u a p @ 1 0 0 F ( K p a)</p>	<p>6 2 - 9 0</p>
<p>A n g k a o</p>	<p>9 1 - 1 0 0</p>

kt a n ri se t ( R O N )	
A n g k a o kt a n m ot or ( M O N )	8 2 - 9 2
A n g k a c et a n e	< 1 5
St oi	1 4

ki o m et ri ra si o u d ar a/ b a h a n b a k ar	, 6
K e m a m p u a n n y al a u a p	0 , 6 - 8

#### 2.2.4. Gas LPG

Menurut Arends dan berenschot (1980: 169) LPG adalah gas minyak tanah yang dicairkan . bahan bakar LPG motor terdiri dari campuran propan dan butan. 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<sub>5</sub>H<sub>12</sub>).

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

##### 1. Propana



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

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

$$\text{Mr C}_3\text{H}_8 \quad : \quad = 44$$

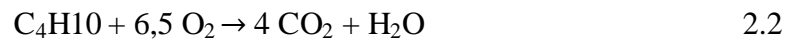
Massa atom relatif (Mr) dari propana adalah 44 dan Mr dari oksigen adalah 32 maka setiap kilogram propana membutuhkan oksigen sebanyak :

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

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



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

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

$$\text{Mr C}_4\text{H}_{10} = \quad = 58$$

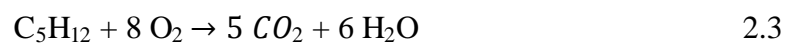
Massa atom relatif (Mr) dari butana adalah 58 dan Mr dari oksigen adalah 32 maka setiap kilogram butana membutuhkan oksigen sebanyak :

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

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



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

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

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

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 1kg pentana adalah :

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

Jadi untuk membakar 1 kg LPG yang terdiri dari 29,3% 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

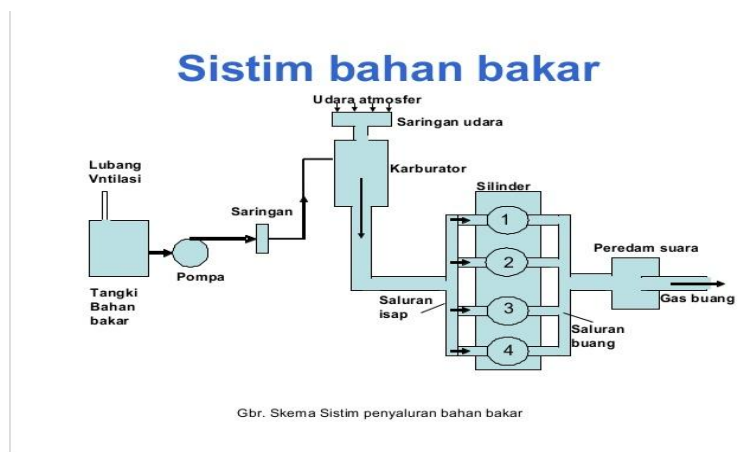
### 2.3. Sistem Bahan Bakar

Bensin digunakan sebagai sumber bahan bakar dalam pengapian untuk menggerakkan piston dan selanjutnya dilanjutkan oleh tangkai roda untuk memutar



crankshaft. Di mesin 4 tak, proses tersebut berturut-turut adalah hisap (*intake*), pemampatan (*compression*), bakar (*power*) dan buang (*exhaust*). Bensin akan masuk dari karburator saat proses hisap, yang selanjutnya akan dibakar setelah dimanfaatkan untuk menghasilkan tenaga untuk menggerakkan mesin.

Sebelum dilakukan pembakaran, udara dan bensin harus dicampur terlebih dahulu sehingga menjadi berbentuk kabut (gas). Di sinilah dibutuhkan suatu sistem, yaitu sistem bahan bakar. Komponen dalam sistem ini berturut-turut adalah sebagai berikut



Gambar 2.2 Sistem bahan bakar motor bensin

### 2.3.1. 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 stoikiometrik 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 ekuivalen yang tepat dari udara. Jika terjadi pembakaran tidak sempurna, maka hasil persamaan diatas  $CO_2$  dan  $H_2O$  tidak 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.

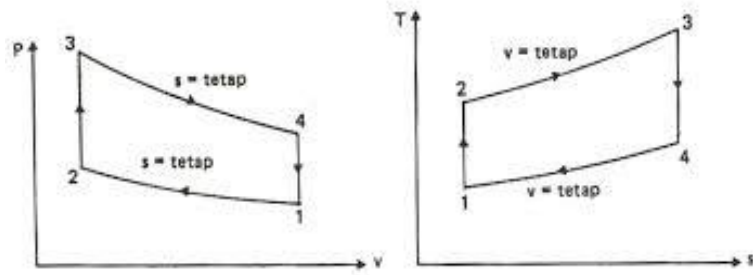
Pada temperatur yang sangat tinggi gas-gas pecah atau terdisosiasi menjadi gas-gas yang ak sederhana, dan molekul-molekul dari gas dasar akan terpecah menjadi atom-atom yang membutuhkan panas dan menyebabkan kenaikan temperatur.

Reaksi akan bersifat endotermik dan disosiasi tergantung pada temperatur dan waktu kontak.

#### **2.4. Proses Termodinamika**

Konversi energi yang terjadi pada motor bakar torak berdasarkan pada siklus termodinamika. Proses sebenarnya sangat kompleks, sehingga analisa dilakukan pada kondisi ideal dengan fluida kerja udara. Idealisasi proses tersebut sebagai berikut:

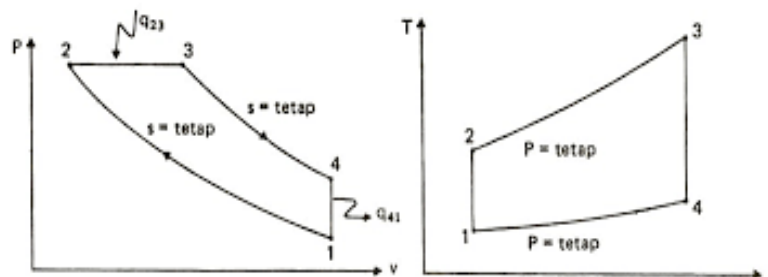
- a. Fluida kerja dari awal proses hingga akhir proses.
- b. Panas jenis dianggap konstan meskipun terjadi perubahan temperatur pada udara.
- c. Proses kompresi dan ekspansi berlangsung secara adiabatik, tidak terjadi perpindahan panas antara gas dan dinding silinder.
- d. Sifat-sifat kimia fluida kerja tidak berubah selama siklus berlangsung.
- e. Motor 2 (dua) langkah mempunyai siklus termodinamika yang sama dengan motor 4 (empat) langkah



Gambar 2.3 Diagram P-V dan T-S siklus otto

(Cengel & Boles, 1994 : 458)

Pada siklus otto atau siklus volume konstan proses pembakaran terjadi pada volume konstan, sedangkan siklus otto tersebut ada yang berlangsung dengan 4 (empat) langkah atau 2 (dua langkah). Untuk mesin 4 (empat) langkah siklus kerja terjadi dengan 4 (empat) langkah piston atau 2 (dua) pros engkol. Adapun langkah dalam siklus otto yaitu gerakan piston dari titik puncak (TMA=titik mati atas) ke posisi bawah (TMB=titik mati bawah) dalam silinder. Gambar diagram P-V dan T-S siklus otto dapat dilihat pada (gambar 2.5) dibawah sebagai berikut.



Gambar 2.4 Diagram P-V dan TS siklus otto

(Cengel & Boles, 1994 : 458)

Proses siklus otto sebagai berikut :

Proses 1-2 : Proses kompresi *isentropic* (*adiabatic reversible*) dimana piston bergerak menuju (TMA=titik mati atas) mengkompresikan udara sampai volume *clearance* sehingga tekanan dan temperatur udara naik.

Proses 2-3 : Pemasukan kalor konstan, piston sesaat pada (TMA=titik mati atas) bersamaan kalor suplai dari sekelilingnya serta tekanan dan temperatur meningkat hingga nilai maksimum dalam siklus.

Proses 3-4 : Proses isentropik udara panas dengan tekanan tinggi mendorong piston turun menuju (TMB=titik mati bawah), energi dilepaskan disekeliling berupa internal energi

Proses 4-1 : proses pelepasan kalor pada volume konstan piston sesaat pada (TMB=titik mati bawah) dengan mentransfer kalor ke sekeliling dan kembali ke langkah pada titik awal.

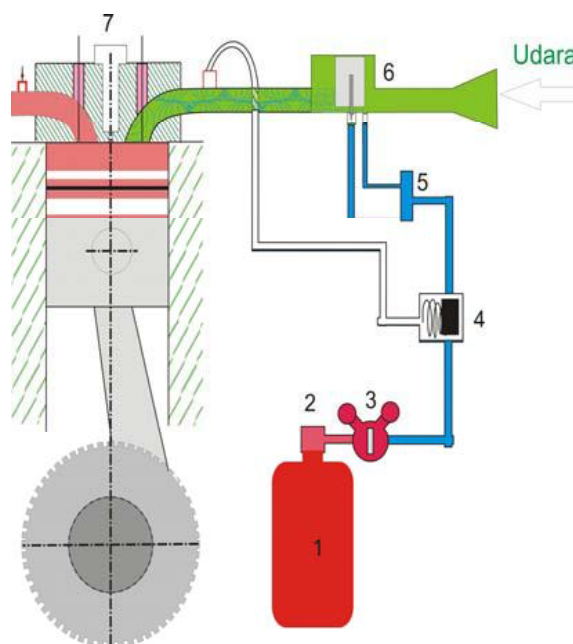
## **2.5. Converter Kits**

Converter kits adalah alat penambahan untuk kendaraan, untuk merubah bahan 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, switch BBG/BBM dan pressure gauge. Berikut adalah skema dari Kit Konversi untuk BBG.



Gambar 2.5 Instalasi Kits Konversi

Keterangan gambar :

1. Tabung LPG
2. Regulator pengatur tekanan 1
3. Regulator pengatur tekanan 2

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

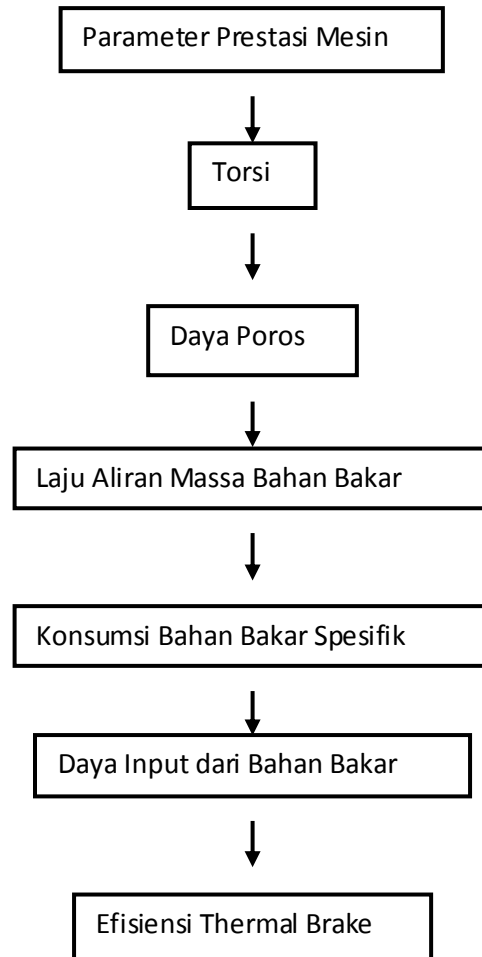
### **2.5.2. Sistem Kerja kits konversi**

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 asetelin (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 pembagi (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. Parameter Prestasi Mesin.**

*Performance* atau prestasi mesin atau unjuk kerja bisa diketahui dengan membaca dan menganalisis parameter yang ditulis dalam sebuah laporan, yang berfungsi untuk mengetahui torsi, daya poros, konsumsi bahan bakar spesifik,

daya input dari bahan bakar, dan efisiensi thermal brake dari mesin tersebut. Parameter itulah yang menjadi pedoman praktis unjuk kerja sebuah mesin (gambar 2.6).



Gambar 2.6 Diagram Alir Prestasi Mesin

## 2.7. 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 .

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 :

$$T = m g l \quad (2.5)$$

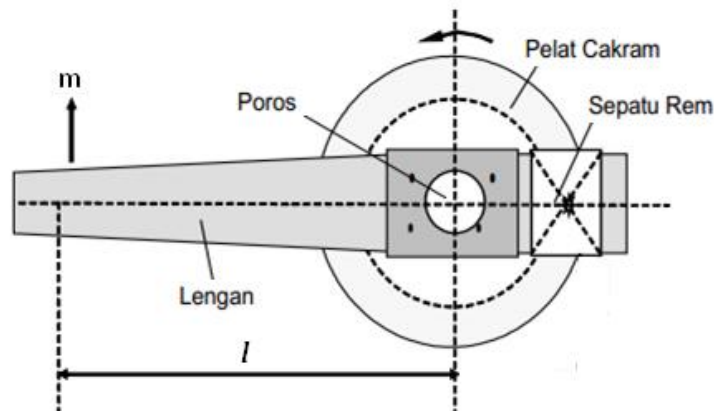
dimana:

$$T = \text{Torsi (Nm)}$$

$$m = \text{Beban yang terbaca pada neraca pegas (kg)}$$

$$g = \text{Gaya gravitasi} = 9,81 \text{ m/s}^2$$

$$l = \text{Jarak timbangan pegas terhadap sumbu poros (m)}$$



Gambar 2.7 Mekanisme Pengereman

## 2.8. 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 :

$$P_s = T \cdot \omega \quad (2.6)$$

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

dimana :  $P_s$  = Daya poros (kW)

$N$  = Putaran poros (rpm)

$T$  = Torsi (Nm)

## 2.9. Keseimbangan Energi

Keseimbangan energi merupakan salah satu parameter penting untuk mengetahui kinerja dari seluruh sistem motor bensin. Keseimbangan energi memiliki parameter pengukuran tersendiri yaitu dengan mengetahui unsur suhu dari seluruh sistem, energi panas (heat) merupakan energi peralihan dari suatu benda ke benda lain yang disebabkan adanya perbedaan suhu, jumlah panas biasanya dinyatakan sebagai hasil kali dari massa benda ( $m$ ), panas jenis ( $C_p$ ) dan perubahan suhu ( $\Delta T$ ). Prinsip keseimbangan energi digunakan untuk mengetahui energi dalam bentuk panas yang digunakan secara efektif pada suatu sistem.

$$Q = M C_p \cdot \Delta T$$

Kalor yang diserap oli.

$$Q_{\text{oli}} = M_{\text{oli}} \times C_p (T_2 - T_1) \quad (2.8)$$

Kalor yang di buang melalui Exhaust Manifold

$$Q_{\text{gb}} = M_{\text{gb}} \times C_p (T_2 - T_1) \quad (2.9)$$

## 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.Kapten 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	Bulan	Bulan	Bulan	Bulan	
		102016	112016	122016	12017	52017	
1	Car						

	i J u d u l							
2	C a r r i  P u s t a k a							
3	P e m b u a t a n  A l a t							
4	P e n e l i t i a							

	n d a n P e n g a m b i l a n d a t a							
5	M e n g e l o l a D a t a							
6	A s i s t e							

n s i  d a n  P e r b a i k a n								
---	--	--	--	--	--	--	--	--

### 3.2. Alat dan Bahan

23

#### 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 Mesin Kosaku KX 160

Spesifikasi Mesin Tipe KX 160

Daya	: 5,5 Hp
Tipe Mesin	: Air Cooled 4 tak OHV Single silinder , PTO shaft
Vlume silinder	: 163 cc
Bore X Stroke	: 68 X 45 mm
Konsumsi bahan bakar:	230 gr/ ps/ h
Torsi Max	: 1,1 kg.m /4000 rpm
Out Put Max	: 4 KW /4000 rpm
Starter	: recoil
Kapasitas tangki	: 4 liter
Kapasitas Oli	: 0,6 liter
Sistem Ignisi	: Transistor Elektronik

2. Tachometer

Tachometer adalah sebuah alat pengujian yang di desain untuk mengukur kecepatan rotasi dari sebuah objek. Kegunaan tachometer atau juga dikenal dengan RPM digunakan untuk mengukur putaran mesin khususnya jumlah putaran yang dilakukan oleh sebuah poros dalam satu satuan waktu dan biasanya dipakai pada peralatan kendraan bermotor.



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	: 1,1K.g.m/ 4000 rpm
Output Maximum	: 4 Kw/ 4000 rpm
Starter	: Recoil
Kapasitas Tangki	: 4 Liter
Kapasitas Oli	: 0,6 Liter
Sistem Igrih	: Transistor Electric

## 2. Thermocople exhaust manifold

Exhaust manifold merupakan bagian dari mesin yang berfungsi sebagai saluran udara gas buang, dimana exhaust tersebut akan dipasangkan sensor panas ( Thermocopel).



Gambar 3.5 Thermocopel Exhaust manifold

## 3. Thermocopel oli

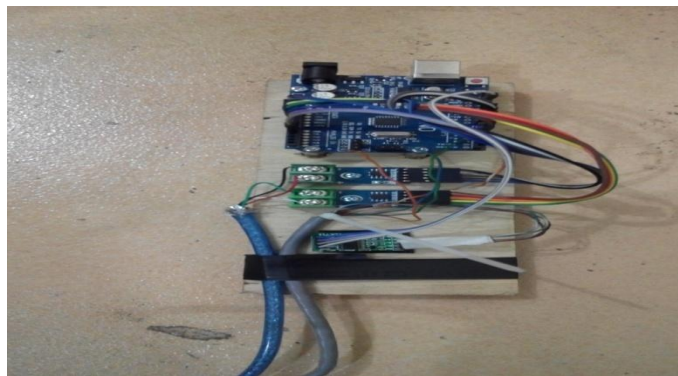
Thermocopel oli berfungsi sebagai sensor pendeteksi temperatur panas oli pada mesin Brake dinamometer.



Gambar 3.6 Thermocopel oli

#### 4. Arduino UNO

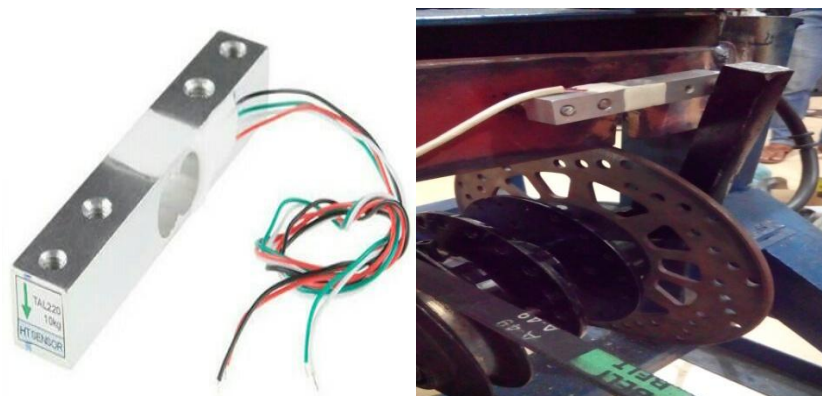
Arduino uno adalah sebuah aplikasi yang dapat membaca dan memerintahkan sensor loadcell, thermocopel, proximity, ke sebuah komputer / laptop.



Gambar 3.7 Arduino uno

#### 5. Load cell

Load cell berfungsi sebagai sensor beban dari hasil pengiriman mesin Brekdinamometer.



Gambar 3.8 Sensor Loadcell

## 6. Proximity

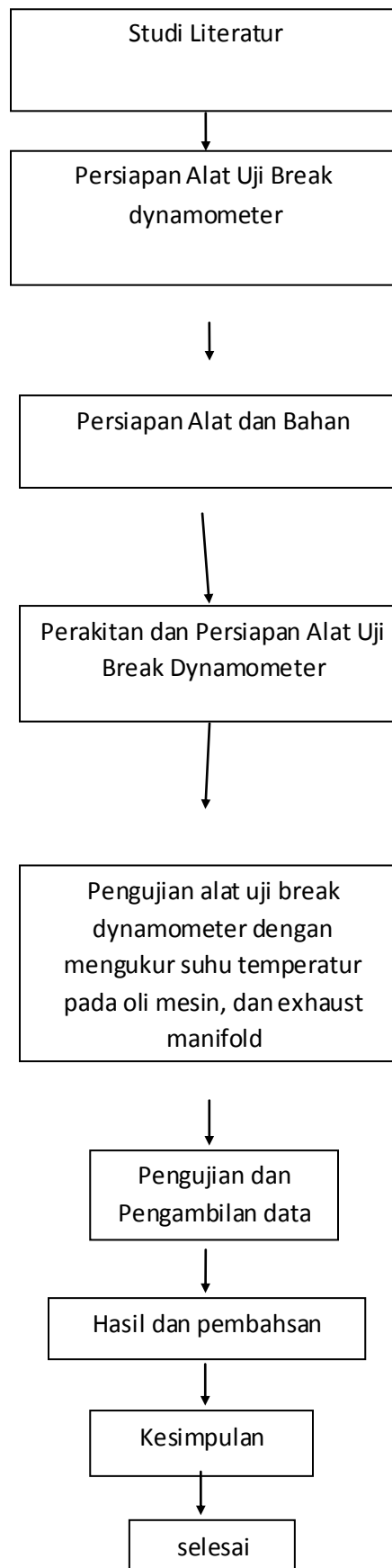
Proximity digunakan sebagai sensor untuk mengetahui putaran pada mesin Brake dinamometer.



Gambar 3.9 Proximity

## 3.3 Diagram Alir Penelitian

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



### **3.4. Prosedur pengujian**

Pengujian dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Adapun prosedur pengujian yang akan dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Persiapkan peralatan yang akan digunakan untuk melakukan pengujian mesin Brake Dinamometer.
2. Pasang regulator LPG dan lakukan pengecekan pada gas LPG, Oli mesin, Belting, apakah berfungsi secara normal.
3. Buka keran LPG, dan hidupkan mesin secara perlahan.
4. Pastikan mesin hidup secara normal dengan putaran mesin yang stabil.
5. Lihat suhu awal pada temperatur Exhaust manifold dan suhu temperatur Oli mesin pada layar komputer/laptop.
6. Lakukan pengujian mulai dari Rpm 1000, Rpm 1200, dan Rpm 1500 dengan beban masing-masing 0,1 0,3 dan 0,5.
7. Lihat pada layar laptop, berapa temperatur Oli mesin dan Exhaust manifold yang naik saat pembebanan sedang berjalan.
8. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui temperatur awal dan temperatur akhir pada Oli mesin dan Exhaust manifold.
9. Hasil dari pengujian akan digunakan sebagai penelitian tugas akhir/Skripsi.
10. Selesai.

## BAB 4

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Data Hasil Pengujian

Dari pengamatan selama pengujian motor bakar 4 langkah BBG (Bahan Bakar Gas) dengan variable terikat pembebanan dan variable bebas putaran mesin maka di dapat hasil pengamatan,

Tabel pengamatan mesin dapat ditunjukkan pada tabel di bawah ini:

Tabel 4.1 Data hasil pengamatan Motor Bakar






## 4.2. Unjuk Kerja Motor Bakar

### 4.2.1. Perhitungan Torsi

Torsi mesin di dapat dari perhitungan secara teoritis. Torsi adalah besaran turunan yang biasa di gunakan untuk menghitung energy yang di hasilkan dari benda yang berputar pada porosnya. Torsi juga dapat diperoleh dari perhitungan daya indikator dan putaran mesin yang terjadi. Analisa torsi pada mesin tentunya tidak tepat dari konsep torsi itu sendiri yang besarnya akan sangat di pengaruhi oleh factor gaya tekan hasil pembakaran (F) dan jari-jari poros engkol pada mesin merupakan factor tetap sehingga yang paling berpengaruh adalah besaran gaya tekan pembakaran (F)

31

$$T = m \cdot g \cdot r$$

Dimana :

m = massa/ beban (Kg)

g = gravitasi ( $9,81 \text{ m/s}^2$ )

r = jari-jari disk brake (m)

$$T = 0.1 \text{ Kg} \times 9.81 \text{ m/s}^2 \times 0.22 \text{ m}$$

$$T = 0.21582$$

Hasil perhitungan torsi disajikan pada tabel 4.2 dibawah ini.

Tabel 4.2 Data hasil perhitungan torsi.

			T o r s i  ( N · m )
			0 · 2 1 5 8 2
			0 · 6 4 7 4 6
			1 · 0

			7 9 1
			0 . 2 1 5 8 2
			0 . 6 4 7 4 6
			1 . 0 7 9 1
			0 . 2 1 5 8 2
			0 . 6 4 7 4 6
			1

			· 0 7 9 1
--	--	--	-----------------------

#### 4.2.2. Perhitungan Daya Poros

$$P_s = \frac{T \cdot 2 \pi n}{60000}$$

$$= \frac{0.21582 \text{ Nm} \cdot 2 \cdot 3,14 \cdot 1000 \text{ rpm}}{60000}$$

$$= 0.02244528$$

Hasil perhitungan daya motor disajikan pada tabel 4.3 dibawah ini.

Tabel 4.3 Data hasil perhitungan daya poros

			D a y a  p o r o s  ( P s )
			0 ·

			0 2 2 4 4 5 2 8
			0 . 0 6 7 3 3 5 8 4
			0 . 1 1 2 9 4 5 8
			0 . 0 2 7 1 0 7 0
			0 . 0

			8 1 3 2 1 0
			0 . 1 3 5 5 3 5 0
			0 . 0 3 3 8 8 3 7
			0 . 1 0 1 6 5 1 2
			0 . 1 6 9 4

			1 8 7
--	--	--	-------------

### 4.3. Perhitungan Kalor Yang Diserap Oli

Energi panas (head) merupakan energi peralihan dari suatu benda ke benda lain yang disebabkan oleh adanya perbedaan suhu jumlah panas biasanya dinyatakan sebagai hasil kali masa benda (m) panas jenis (cp) dan perubahan suhu ( $\Delta T$ ).

$$Q = m \text{ oli} \cdot C_p \cdot \Delta T$$

$$Q = 0,6 \text{ kg/m}^3 \cdot 1,80 \text{ kJ/kg} \cdot \text{K} (67 - 65^\circ\text{C})$$

$$= 2,16 \text{ j}$$

Dari hasil perhitungan energi yang terserap pada oli maka dapat di lampirkan pada tabel di bawah ini :

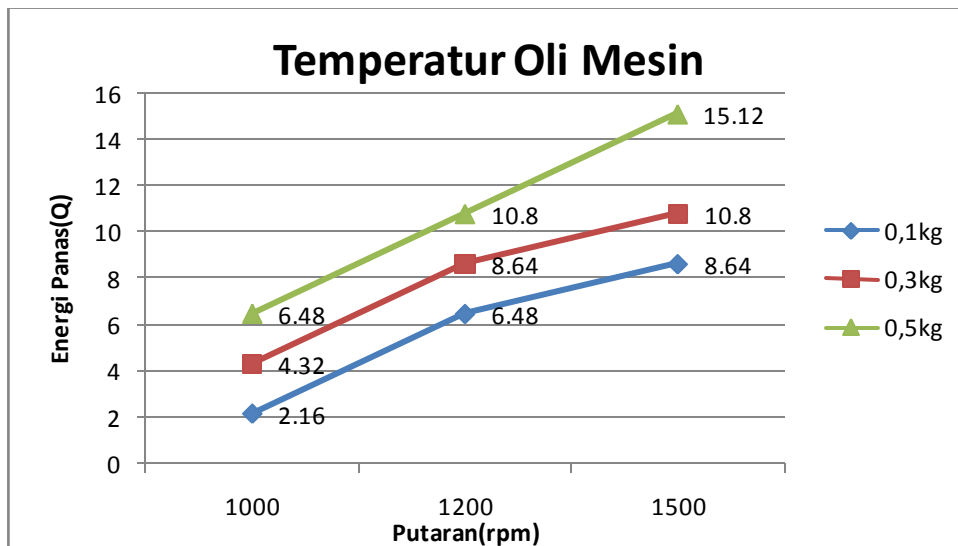
Tabel 4.4 Data hasil perhitungan kalor yang di serap oli.

--	--	--	--	--	--	--






#### 4.4. Perbandingan Grafik Pada Oli Mesin



Gambar 4.1 Grafik perbandingan temperatur oli mesin dengan rpm 1000, 1200, 1500 dan dengan beban 0,1 ,0,3 ,dan 0,5kg.

Pada gambar 4.1 grafik perbandingan temperatur oli dengan putaran mesin 1000, 1200, 1500, dan dengan beban 0,1 0,3 dan 0,5 kg, dimana temperatur oli dengan rpm 1500 beban 0,5 memperlihatkan panas tertinggi dengan nilai kalor 15,12 j dengan lama waktu percobaan 61,56 detik. Cukup jauh perbandingannya dengan pembebanan 0,5 rpm 1200 nilai panas tertinggi yang dihasilkan hanya mencapai 10,8 j dengan waktu percobaan 60,85 detik. Sedangkan pembebanan 0,5 rpm 1000 hanya mendapatkan panas kalor maksimum yaitu 6,48 j dengan lama percobaan 63,97 detik.

#### **4.5.Perhitungan Kalor Yang Diserap Melalui *Exhaust Manifold***

Sistem pembuangan (*Exhaust system*) terdiri dari *Exhaust Manifold*(knalpot). *Exhaust manifold* menampung gas bekas dari silinder dan mengeluarkan ke udara melalui knalpot. *Muffler* menyerap bunyi yang disebabkan oleh keluarnya gas bekas. Maka dinyatakan sebagai hasil kali masa benda (m) panas jenis ( $C_p$ ) dan perubahan suhu ( $\Delta T$ ).

$$Q = m \text{ udara} \cdot C_p \Delta T$$

$$Q = 1,145 \text{ kg/m}^3 \cdot 1007 \text{ j/kg.K} (85,73 - 81,28^\circ\text{C})$$

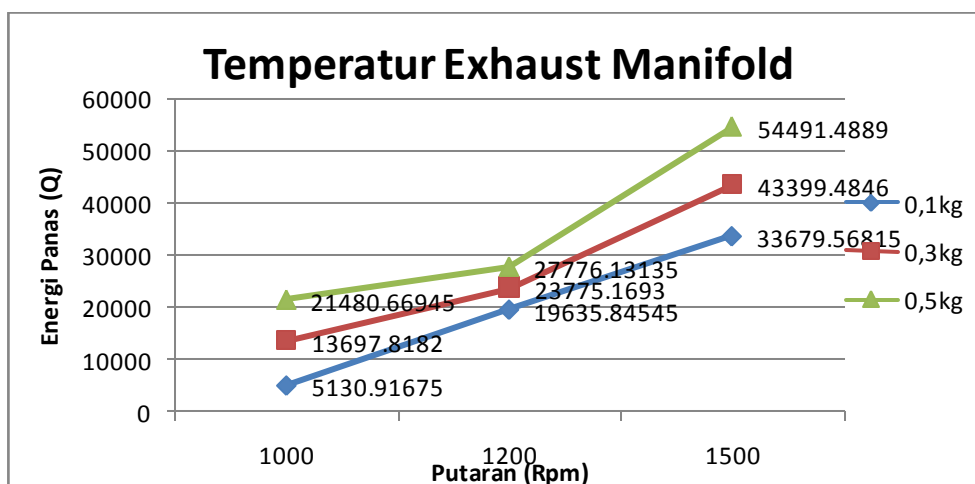
$$= 5130,91675 \text{ kj}$$

Dari perhitungan kalor yang di serap melalui Exhaust manifold maka dapat di lampirkan pada tabel di bawah ini :

Tabel 4.5 Data hasil perhitungan kalor yang di buang melalui Exhaust Manifold.




#### 4.6. Perbandingan Grafik Pada Exhaust Manifold



Gambar 4.2 Grafik perbandingan temperatur exhaust manifold dengan rpm 1000, 1200, 1500 dan dengan beban 0,1 ,0,3 ,dan 0,5kg.

Pada gambar 4.2 grafik perbandingan temperatur exhaust manifold dengan putaran mesin 1000, 1200, 1500, dan dengan beban 0,1 0,3 dan 0,5 kg, dimana temperatur exhaust manifold dengan rpm 1500 beban 0,5 memperlihatkan hasil panas tertinggi dengan nilai kalor yaitu 54491,4889 kj dengan lama waktu

percobaan 61,56 detik. Cukup jauh perbandingannya dengan pembebanan 0,5 rpm 1200 memperlihatkan hasil panas tertinggi yang dihasilkan hanya mencapai 27776,13135 kj dengan waktu percobaan 60,85 detik. Sedangkan pembebana 0,5 rpm 1000 memperlihatkan hasil panas kalor maksimumnya yaitu 21480,66945 kj dengan lama percobaan 63,97 detik.

#### 4.7.Efisiensi Thermal

Tabel 4.6 LHV dan Volume Bahan Bakar







#### 4.71. Efisiensi pada panas Oli

Efisiensi thermal adalah ukuran tanpa dimensi yang menunjukkan performa peralatan termal seperti [mesin pembakaran dalam](#) dan sebagainya. [Panas](#) yang masuk adalah [energi](#) yang didapatkan dari sumber energi. Output yang diinginkan dapat berupa panas atau [kerja](#), atau mungkin keduanya. Jadi, termal efisiensi dapat dirumuskan dengan:

$$\eta_{th} = \frac{Q_{out}}{Q_{in}}$$

$$Q_{out}=Q_{oli} (j)$$

$$Q_{in}=LHV \cdot \text{Volume bahan bakar (kj/kg.kg)}$$

$$= \frac{2,16j}{23,413kj/kg \cdot 0,0123kj/kg.kg}$$

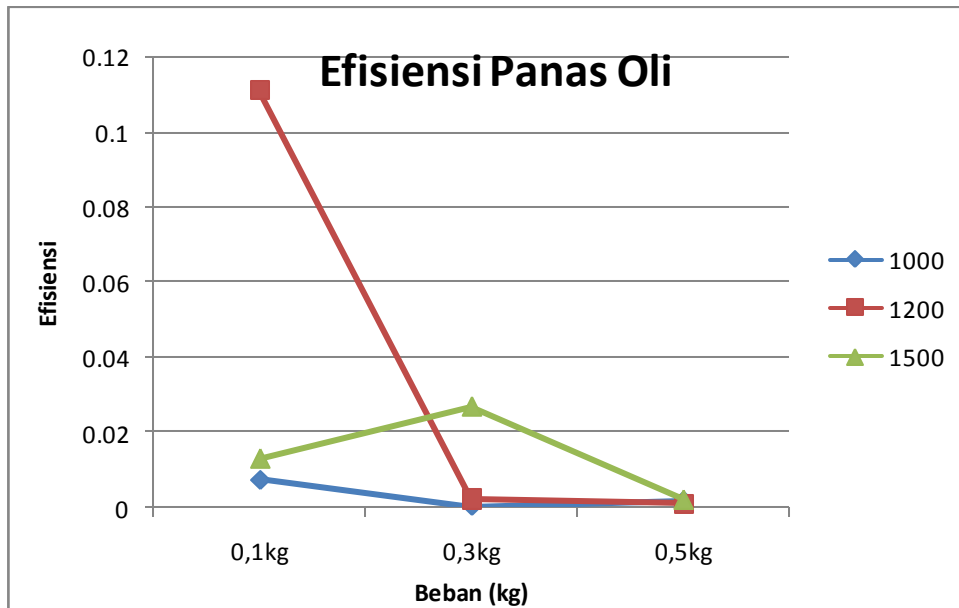
$$= 0,750052$$

Efisiensi yang didapat pada rpm 1000, beban 0,1 adalah 0,750052

Tabel 4.7 Beban dan Efisiensi




#### 4.7.2. Grafik efisiensi panas oli mesin



Gambar 4.3 Grafik Efisiensi panas Oli

Pada gambar 4.3 grafik efisiensi panas oli mesin yang dihasilkan memperlihatkan bahwa nilai efisiensi tertinggi didapat pada rpm 1200 yaitu dari beban 0,3kg dengan nilai 0,002494 menuju beban 0,1kg dimana efisiensi yang dihasilkan naik drastis mencapai angka nilai 0,000375 Sedangkan pada rpm 1500 efisiensi yang dihasilkan tidak terlalu tinggi yaitu pada beban 0,1 di dapat 0,001836 beban 0,3 di dapat 0,001221 dan pada beban 0,5 efisiensi yang di dapat 0,002286. Begitu juga pada rpm 1000 efisiensi yang dihasilkan tidak terlalu tinggi, namun lebih tinggi dibandingkan dengan rpm 1500 yaitu pada pembebanan 0,1 dihasilkan 0,007501 pada beban 0,3 di dapat 0,11115 dan pada beban 0,5 di dapat 0,013179. Jadi efisiensi tertinggi dihasilkan pada rpm 1200 beban 0,1kg.

#### 4.7.3. Efisiensi pada panas Exhaust manifold

Efisiensi thermal adalah ukuran tanpa dimensi yang menunjukkan performa peralatan termal seperti [mesin pembakaran dalam](#) dan sebagainya. [Panas](#) yang masuk adalah [energi](#) yang didapatkan dari sumber energi. Output yang diinginkan dapat berupa panas atau [kerja](#), atau mungkin keduanya. Jadi, termal efisiensi dapat dirumuskan dengan:

$$\eta_{th} = \frac{Q_{out}}{Q_{in}}$$

$$Q_{out} = Q_{udara} \text{ (j)}$$

$$Q_{in} = LHV \cdot \text{Volume bahan bakar (kj/kg.kg)}$$

$$= \frac{5130,91675j}{23,413kj/kg \cdot 0,0123kj/kg.kg}$$

$$= 17,81693$$

Efisiensi yang didapat pada rpm 1000, beban 0,1 adalah 1781,693

Tabel 4.8 Beban dan Efisiensi

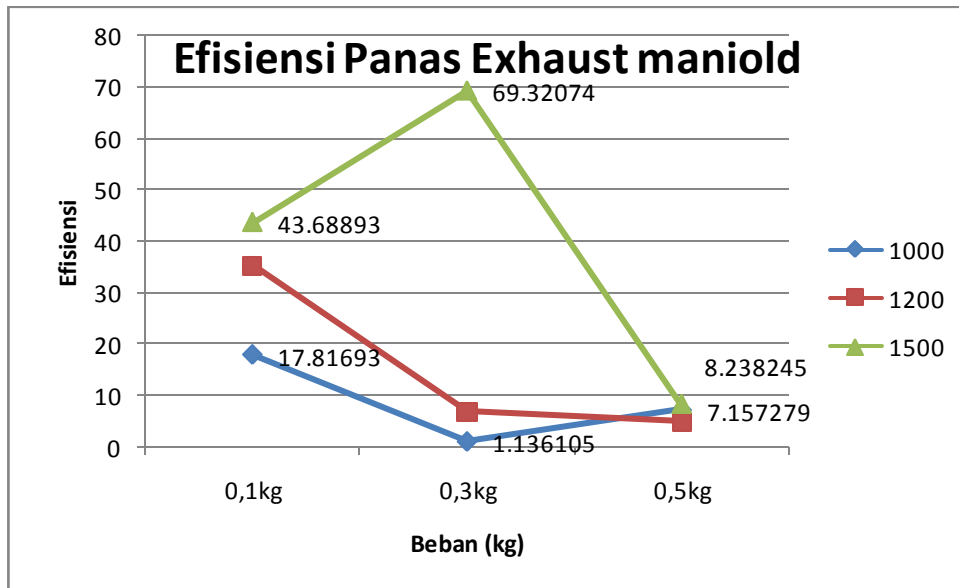
--	--	--	--







#### 4.7.4. Grafik efisiensi panas Exhaust manifold



Gambar 4.4 Grafik Efisiensi Exhaust manifold

Pada gambar 4.4 Grafik efisiensi pada Exhaust manifold menunjukkan bahwa efisiensi yang cenderung tinggi didapat pada rpm 1500 beban 0,3 yaitu efisiensi yang didapat adalah 8,238245 lalu turun pada beban 0,1 dengan efisiensi 7,157279. Pada rpm 1200 efisiensi yang di dapat dari pembebanan 0,3 dan 0,5 terlihat normal namun pada pembebanan 0,1 efisiensi menjadi naik dengan efisiensi yang di dapat 1,136105 dan pada rpm 1000 pembebanan 0,1 mendapatkan efisiensi 17,81693, pada dengan pembebanan 0,3 mendapatkan efisiensi 35,24409 pada pembebanan 0,5 mendapatkan efisiensi 43,68893.

## BAB 5

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1. Kesimpulan

Dari analisa yang telah dilakukan oleh penulis, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan, sebagai berikut :

1. Perbandingan temperatur oli dengan putaran mesin rpm 1500 beban 0,5 memperlihatkan panas tertinggi dengan nilai kalor 15,12 j dengan lama waktu percobaan 61,56 detik.
2. Temperatur exhaust manifold dengan rpm 1500 beban 0,5 memperlihatkan hasil panas tertinggi dengan nilai kalor yaitu 54491,4889 kj dengan lama waktu percobaan 61,56 detik.
3. Efisiensi panas oli mesin yang dihasilkan memperlihatkan bahwa nilai efisiensi tertinggi didapat pada rpm 1200 yaitu dari beban 0,3kg dengan nilai 0,002494 menuju beban 0,1kg dimana efisiensi yang dihasilkan naik drastis mencapai angka nilai 0,000375.
4. Efisiensi pada Exhaust manifold menunjukkan bahwa efisiensi yang cenderung tinggi didapat pada rpm 1500 beban 0,3 yaitu efisiensi yang didapat adalah 8,238245 lalu turun pada beban 0,1 dengan efisiensi 7,157279.

## 5.2.Saran

1. Pengujian alat Brake dynamometer berbahan bakar gas LPG sebaiknya dilakukan diruangan terbuka, agar tidak terjadi ledakan seandainya terjadi kebocoran pada gas LPG.
2. Untuk selanjutnya diharapkan lebih memperhatikan dalam penggunaan sensor- sensor seperti load cell, <sup>41</sup> l, proxymiti, dan lainnya agar tidak terjadi kekeliruan dalam pengambilan data.

## 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.
- Djoko Yudisworo, 1945, "*Studi alternatif penggunaan BBG Gas elpiji untuk bahan bakar mesin bensin konvensional*", Universitas Cirebon.
- Indra Herlamba Siregar, 2006, "*Studi komparasi peforma mesin dan kadar emisi gas buang sepeda motor empat langka berbahan bakar bensin dan LPG*", Fakultas Teknik Universitas Negeri Surabaya.
- 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.