

# **TUGAS SARJANA**

## **“Pengujian Mesin Sepeda Motor Menggunakan Bahan Bakar Premium Dan Gas (Blue Gas) ditinjau dari Aspek Torsi dan Daya”**



*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Kesarjanaan Strata Satu (S-1) di  
Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Semarang*

Disusun oleh :

**Anindito Dwi Setyadi**

**C2A 114 006**

**JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH  
SEMARANG**

**2016**

<http://lib.unimus.ac.id>

## HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir dengan judul **“Pengujian Mesin Sepeda Motor Menggunakan Bahan Bakar Premium Dan Gas (Blue Gas) ditinjau dari Aspek Torsi dan Daya”** telah disetujui dan disahkan pada :

Hari :

Tanggal :

Pembimbing I

Pembimbing II

Ir. Arijanto, M.T.  
NIP : 19530211983121001

Muhammad Subri, S.T, M.T.  
NIDN : 0624057101

Mengetahui,  
Koordinator Tugas Akhir

Muh. Amin, S.T, M.T.  
NIDN : 0616077501

## ABSTRAK

Penjualan sepeda motor di Tanah Air terus mengalami peningkatan yang cukup signifikan. Pertumbuhan jumlah kendaraan ini berbanding terbalik dengan ketersediaan bahan bakar minyak yang terus berkurang.

Pemakaian bahan bakar minyak berpengaruh negatif terhadap dua hal pokok. Pertama, pengaruh terhadap ketersediaan bahan bakar. Kedua, pengaruh terhadap peningkatan emisi gas buang yang berimbas pada pemanasan global. Salah satu energi alternatif pengganti bahan bakar minyak untuk kendaraan adalah bahan bakar gas (BBG). Untuk mengatasi masalah tersebut ada banyak cara yang bisa dilakukan salah satunya adalah dengan mengganti bahan bakar premium pada sepeda motor dengan bahan bakar Blue Gas. Blue Gas merupakan gas alam yang dicairkan.

Penelitian ini bertujuan untuk menguji bahan bakar alternatif pengganti bahan bakar minyak yaitu bahan bakar gas. Pengujian dilakukan di laboratorium Fenomena Teknik Mesin Undip, menggunakan mesin Honda Supra. Dengan mengukur torsi pengereman dan daya pengereman menggunakan *disc brake* diperoleh hasil yang cukup memadai. Setelah dilakukan pengujian didapatkan bahwa torsi pengereman tertinggi terjadi pada putaran mesin 2000 rpm dengan nilai 25,0636 N.m untuk premium dan untuk Blue Gas dengan nilai 23,5558 N.m. Untuk daya pengereman yang dapat dicapai mesin berbahan bakar Blue Gas adalah 8,1707 kW, sedangkan dengan menggunakan premium adalah 9,9454 kW. Nilai *sfc* pada mesin berbahan bakar Blue Gas adalah 0,01134 kg/kWh, sedangkan pada premium besarnya *sfc* adalah 0,10776 kg/kWh.

**Kata Kunci: Bahan Bakar Minyak, Blue Gas, Torsi Pengereman dan Daya Pengereman, Konsumsi Bahan Bakar.**

## **ABSTRACT**

*Motorcycle sales in the country continues to experience a significant increase. Growth in the number of vehicles is inversely proportional to the availability of fuel oil, which continues to diminish.*

*Fuel oil consumption negatively affects two points. First, the influence of the availability of fuel. Second, the effect of the increase in exhaust emissions which impact on global warming. One of the alternative energy fuel for vehicles is fuel gas (CNG). To overcome these problems there are many ways you can do one of them is to replace the premium fuel on the motorcycle with fuel Blue Gas. Blue Gas is liquefied natural gas.*

*This study aimed to test alternative fuels fuel oil fuel is fuel gas. Tests conducted in the laboratory phenomenon of Mechanical Engineering Undip, using Honda engines Supra. By measuring the braking torque and braking power brake discs obtained adequate results. After testing it was found that the highest braking torque at engine speed 2000 rpm with a value of 25.0636 N.m for premium and to Blue Gas with a value of 23.5558 N.m. For the braking power can be achieved Blue Gas-fueled engine is 8.1707 kW, while using premium is 9.9454 kW. Value sfc on Blue Gas-fueled engine is 0.01134 kg / kWh, while the amount of premium sfc is 0.10776 kg / kWh.*



**Keywords : Fuel Oil, Blue Gas, Braking Torque and Braking Power, Fuel Consumption.**

## PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : ANINDITO DWI SETYADI

NIM : C2A114006

Judul Tugas Akhir : **Pengujian Mesin Sepeda Motor Menggunakan Bahan Bakar Premium Dan Gas (Blue Gas) ditinjau dari Aspek Torsi dan Daya**

Menyatakan bahwa Tugas Akhir dengan judul tersebut belum pernah dipublikasikan di lingkup Universitas Muhammadiyah Semarang. Tugas Akhir ini saya susun berdasarkan norma akademik dan bukan hasil plagiat. Adapun semua kutipan didalam Tugas Akhir ini telah disesuaikan dengan tata cara penulisan karya ilmiah dengan menyertakan pembuat/penulis dan telah dicantumkan didalam daftar pustaka

Pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya dan apabila dikemudian hari ternyata terbukti bahwa pernyataan saya tidak benar, saya bersedia menerima segala konsekuensinya.

Semarang, 15 September 2016

Yang menyatakan,

Anindito Dwi Setyadi

## SURAT PERNYATAAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan di bawah ini saya:

Nama : Anindito Dwi Setyadi

NIM : C2A114006

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya memberikan kepada Perpustakaan Universitas Muhammadiyah Semarang karya ilmiah saya yang berjudul :

**“Pengujian Mesin Sepeda Motor Menggunakan Bahan Bakar Premium Dan Gas (Blue Gas) ditinjau dari Aspek Torsi dan Daya”**

beserta perangkat yang diperlukan (bila ada). Dengan demikian saya memberikan kepada Perpustakaan Universitas Muhammadiyah Semarang hak untuk menyimpan, me-ngalihkan dalam bentuk media lain, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data, mendistribusikan secara terbatas, dan mempublikasikannya di Internet atau media lain untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya maupun memberikan royalti kepada saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis.

Demikian pernyataan ini yang saya buat dengan sebenarnya.

Semarang, 15 September 2016

Yang menyatakan,

Anindito Dwi Setyadi

## HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHAN

### MOTTO

**“MAN JADDA WA JADDA”**

*Barang siapa yang bersungguh sungguh, maka akan berhasil.*

*“Seribu langkah besar dimulai dari satu langkah kecil”*



*Tugas Akhir ini saya persembahkan untuk:*

- *Kedua orang tua saya, Bapak Faizin dan Ibu Endang yang luar biasa atas segala doa, nasehat, kasih sayang serta dukungan baik moral maupun material hingga anakmu sampai pada kondisi saat ini. Semoga Bapak Ibu selalu bahagia.*
- *Kakak tercinta atas dorongan semangat, perhatian, motivasi dan kesabarannya.*

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa yang tiada hentinya mencurahkan berkat dan kasih-Nya, sehingga dengan segala penyertaan-Nya penulis dapat menyelesaikan tugas ini.

Dalam kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa hormat dan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dan memberikan dorongan dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, antara lain:

1. Bapak Ir. Arijanto, MT. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan dan dorongan dalam penyusunan tugas akhir ini.
2. Bapak Muhammad Subri, ST, MT. selaku Co pembimbing yang telah memberikan pengarahan dan masukan-masukan kepada penulis untuk menyusun tugas akhir ini.
3. Kedua orang tua, Bapak Faizin dan Ibu Endang serta keluarga di rumah yang senantiasa mendoakan dan menyemangati penulis.
4. Teman seperjuangan di Teknik Mesin angkatan 2007 yang selalu mendukung dan membantu dalam pelaksanaan tugas akhir ini.
5. Semua pihak yang telah membantu tersusunnya laporan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa dalam menyusun laporan Tugas Akhir ini terdapat kekurangan dan keterbatasan, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang sifatnya membangun untuk kesempurnaan dan kemajuan kami di masa yang akan datang. Akhir kata penulis berharap semoga hasil laporan ini dapat bermanfaat bagi seluruh pembaca.

Semarang, 15 September 2016

Penulis



## DAFTAR ISI

|   |      |
|---|------|
| <b>HALAMAN JUDUL</b> .....                | i    |
| <b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....           | ii   |
| <b>ABSTRAK</b> .....                      | iii  |
| <b>ABSTRACT</b> .....                     | iv   |
| <b>PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME</b> ..... | v    |
| <b>SURAT PERNYATAAN PUBLIKASI</b> .....   | vi   |
| <b>MOTTO DAN PERSEMBAHAN</b> .....        | vii  |
| <b>KATA PENGANTAR</b> .....               | viii |
| <b>DAFTAR ISI</b> .....                   | ix   |
| <b>DAFTAR GAMBAR</b> .....                | x    |
| <b>DAFTAR TABEL</b> .....                 | xi   |
| <b>NOMENKLATUR</b> .....                  | xii  |
| <b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....              | xiii |
| <br>                                      |      |
| <b>BAB I PENDAHULUAN</b>                  |      |
| 1.1 Latar Belakang .....                  | 1    |
| 1.2 Tujuan .....                          | 2    |
| 1.3 Batasan Masalah.....                  | 2    |
| 1.4 Metodologi Penulisan.....             | 3    |
| 1.5 Sistematika Penulisan.....            | 4    |
| <br>                                      |      |
| <b>BAB II DASAR TEORI</b>                 |      |
| 2.1 Pengertian Umum Mesin Bensin .....    | 5    |
| 2.1.1 Prinsip Kerja Mesin 4 Langkah ..... | 5    |
| 2.2 Siklus Ideal.....                     | 7    |
| 2.2.1 Siklus Aktual Motor Bensin .....    | 8    |
| 2.2.2 Siklus Otto .....                   | 9    |
| 2.3 Bahan Bakar .....                     | 10   |
| 2.3.1 Premium.....                        | 11   |

|       |                                      |    |
|-------|--------------------------------------|----|
| 2.3.2 | Blue Gas.....                        | 12 |
| 2.4   | Sistem Dan Proses Pembakaran.....    | 14 |
| 2.4.1 | Konsep Reaksi Pembakaran.....        | 16 |
| 2.5   | Parameter Performa Mesin Bensin..... | 17 |
| 2.5.1 | Torsi Dan Daya.....                  | 18 |
| 2.5.2 | Konsumsi Bahan Bakar Spesifik.....   | 19 |

### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

|       |   |    |
|-------|---|----|
| 3.1   | Diagram Alir Metodologi Penelitian..... | 20 |
| 3.2   | Deskripsi Alat Uji.....                 | 22 |
| 3.2.1 | Mesin Uji.....                          | 23 |
| 3.2.2 | Dinamometer.....                        | 24 |
| 3.2.3 | Gelas Ukur.....                         | 25 |
| 3.2.4 | Stopwatch.....                          | 26 |
| 3.2.5 | Blower (Kipas Pendingin).....           | 27 |
| 3.2.6 | Regulator.....                          | 27 |
| 3.2.7 | Timbangan Digital.....                  | 28 |
| 3.3   | Persiapan Pengujian.....                | 28 |
| 3.4   | Langkah Pengujian.....                  | 29 |
| 3.5   | Variabel Pengujian.....                 | 30 |

### **BAB IV PEMBAHASAN**

|       |   |    |
|-------|---|----|
| 4.1   | Data Hasil Pengujian.....   | 31 |
| 4.2   | Perhitungan Mesin Sepeda Motor Berbahan Bakar Premium dan Blue Gas..... | 33 |
| 4.2.1 | Perhitungan Mesin Sepeda Motor Berbahan Bakar Premium.....              | 33 |
| 4.2.2 | Perhitungan Mesin Sepeda Motor Berbahan Bakar Blue Gas.....             | 34 |
| 4.3   | Analisa Dan Pembahasan.....   | 36 |
| 4.3.1 | Analisa Torsi Pengereman Pada Putaran Awal 7000 rpm.....                | 36 |

|   |    |
|---|----|
| 4.3.2 Analisa Daya Pengereman Pada Putaran Awal 7000 rpm..... | 37 |
| 4.3.3 Analisa <i>SFC</i> Pada Putaran Awal 7000 rpm.....      | 38 |

**BAB V PENUTUP**

|                      |    |
|----------------------|----|
| 5.1 Kesimpulan ..... | 39 |
| 5.2 Saran.....       | 40 |

|                             |    |
|-----------------------------|----|
| <b>DAFTAR PUSTAKA</b> ..... | 41 |
|-----------------------------|----|

|                       |    |
|-----------------------|----|
| <b>LAMPIRAN</b> ..... | 42 |
|-----------------------|----|



## DAFTAR GAMBAR

|             |  |    |
|-------------|--|----|
| Gambar 2.1  | Siklus motor bakar pada mesin 4 langkah .....          | 6  |
| Gambar 2.2  | Diagram P – V Siklus Ideal .....                       | 7  |
| Gambar 2.3  | Diagram P – V Siklus Aktual Motor Bensin .....         | 9  |
| Gambar 2.4  | Diagram P – V Siklus Otto (siklus Volume Konstan)..... | 9  |
| Gambar 2.5  | Prinsip Kerja Dinamometer.....                         | 18 |
| Gambar 3.1  | Diagram alir metodologi pengujian.....                 | 20 |
| Gambar 3.2  | Skema pemasangan alat uji .....                        | 22 |
| Gambar 3.3  | Mesin uji.....   | 23 |
| Gambar 3.4  | Dinamometer .....                                      | 24 |
| Gambar 3.5  | <i>Display dan load Scale</i> .....                    | 25 |
| Gambar 3.6  | Gelas Ukur.....  | 26 |
| Gambar 3.7  | <i>Stopwatch</i> .....                                 | 26 |
| Gambar 3.8  | Kipas pendingin.....                                   | 27 |
| Gambar 3.9  | Regulator .....  | 27 |
| Gambar 3.10 | Timbangan Digital.....                                 | 28 |
| Gambar 4.1  | Grafik Torsi Pengereman.....                           | 36 |
| Gambar 4.2  | Grafik Daya Pengereman.....                            | 37 |
| Gambar 4.3  | Grafik <i>Spesific Fuel Consumption (sfc)</i> .....    | 38 |

## DAFTAR TABEL

|           |   |    |
|-----------|---|----|
| Tabel 2.1 | Komposisi Udara.....                                    | 14 |
| Tabel 4.1 | Data hasil pengujian .....                              | 32 |
| Tabel 4.2 | Hasil perhitungan pada putaran mesin awal 7000 rpm..... | 35 |



## NOMENKLATUR

| Simbol    | Keterangan                    | Satuan             |
|-----------|-------------------------------|--------------------|
| b         | Jarak lengan torsi            | m                  |
| bsfc      | Konsumsi bahan bakar spesifik | kg/kW.h            |
| C         | Panas spesifik                | kJ/kg.°C           |
| g         | Percepatan gravitasi          | m/s <sup>2</sup>   |
| $\dot{m}$ | Laju aliran massa             | kg s <sup>-1</sup> |
| N         | Putaran mesin                 | rev/m              |
| P         | Daya                          | kW                 |
| T         | Torsi                         | Nm                 |
| t         | Waktu                         | s                  |
| V         | Volume                        | ml                 |
| w         | Beban                         | kg                 |



## DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Tabel hasil perhitungan pada pengujian mesin sepeda motor berbahan bakar premium dan blue gas
- Lampiran 2 Grafik torsi pengereman pada pengujian mesin sepeda motor berbahan bakar premium
- Lampiran 3 Grafik torsi pengereman pada pengujian mesin sepeda motor berbahan bakar blue gas
- Lampiran 4 Grafik daya pengereman pada pengujian mesin sepeda motor berbahan bakar premium
- Lampiran 5 Grafik daya pengereman pada pengujian mesin sepeda motor berbahan bakar blue gas
- Lampiran 6 Grafik *sfc* pada pengujian mesin sepeda motor berbahan bakar premium
- Lampiran 7 Grafik *sfc* pada pengujian mesin sepeda motor berbahan bakar blue gas



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Penjualan sepeda motor di Tanah Air terus mengalami peningkatan yang cukup signifikan. Menurut data Asosiasi Industri Sepeda Motor Indonesia (AISI) dibulan April 2015 total penjualan sepeda motor di Tanah Air mencapai 538.744 unit. Sepanjang empat bulan pertama total penjualan telah menembus 2.185.269.

Pertumbuhan jumlah kendaraan ini berbanding terbalik dengan ketersediaan bahan bakar minyak (BBM) yang terus berkurang. Pemakaian bahan bakar minyak berpengaruh negatif terhadap dua hal pokok. Pertama, pengaruh terhadap ketersediaan bahan bakar. Kedua, pengaruh terhadap peningkatan emisi gas buang yang berimbas pada pemanasan global. Salah satu energi alternatif pengganti bahan bakar minyak untuk kendaraan adalah bahan bakar gas (BBG).

Untuk mengatasi masalah tersebut ada banyak cara yang bisa dilakukan salah satunya adalah dengan mengganti bahan bakar premium pada sepeda motor dengan bahan bakar Blue Gas. Blue Gas merupakan gas alam yang dicairkan. Blue Gas merupakan campuran dari berbagai unsur hidrokarbon yang berasal dari gas alam. Komponen dari Blue Gas didominasi oleh propana ( $C_3H_8$ ) dan butana ( $C_4H_{10}$ ) [Ref.1].

Dengan mengacu pada permasalahan diatas, diharapkan bahan bakar Blue Gas pada sepeda motor 4 langkah dapat mengkonversi pemakaian premium pada Sepeda Motor. Pemakaian Blue Gas sebenarnya menarik dipilih dibandingkan bensin atau solar. Keuntungan dari pemakaian Blue Gas adalah suhu mesin relative lebih dingin sehingga memperpanjang umur mesin selain itu karburator lebih bersih, dinding dan kepala piston juga lebih bersih dari kotoran dan kerak, akibat proses pembakaran.



Untuk itu, kami melakukan pengujian tentang perbandingan performa mesin yang meliputi torsi, daya, *specific fuel consumption* berbahan bakar Blue Gas dan premium pada mesin sepeda motor Honda Supra X 125cc Helm-in tahun 2012 (Karburator) sehingga diharapkan penggunaan bahan bakar Blue Gas dapat mengkonversi pemakaian BBM ke Blue Gas dan menyelesaikan permasalahan energi di Indonesia.

## 1.2 Tujuan Penulisan

Dalam Penulisan Tugas Akhir ini tujuan yang akan dicapai adalah:

1. Mengetahui daya pengereman dan torsi pengereman dari sebuah mesin bensin yang menggunakan bahan bakar premium dan gas (Blue Gas).
2. Mengetahui perbandingan daya pengereman dan torsi pengereman dari sebuah mesin bensin yang menggunakan bahan bakar premium dan gas (Blue Gas).
3. Mengetahui perbandingan konsumsi bahan bakar premium dan gas (Blue Gas) dilihat dari segi daya dan torsi.

## 1.3 Batasan Masalah

Untuk menghasilkan kapabilitas pengujian yang baik, maka lingkup pembahasan penelitian dibatasi sebagai berikut:

1. Pengujian dilakukan pada mesin Honda Supra X 125cc Helm-in tahun 2012 (Karburator).
2. Alat ukur daya pengereman dan torsi pengereman adalah *disc brake*.
3. Pengujian hanya membahas torsi pengereman dan daya pengereman, sedangkan untuk kerugian panas, distribusi temperatur dan gas buang akibat gesekan tidak dibahas.
4. Tidak melakukan analisa pelumasan dan kondisi temperature udara sekitar dianggap ideal.
5. Untuk pengujian torsi pengereman dan daya pengereman pada bahan bakar Blue Gas hanya pada putaran mesin tinggi saja 7000-3000 rpm.

#### **1.4 Metodologi Penulisan**

Metode yang dipakai untuk melengkapi data pada penulisan Tugas Akhir ini adalah:

1. Studi Pustaka dan Literatur

Studi pustaka dilakukan dengan mempelajari data–data yang berhubungan dengan laporan tugas akhir ini baik data yang didapat dari perpustakaan maupun internet. Studi literature sendiri dapat bersumber pada buku dan jurnal penelitian yang berkaitan dengan tugas sarjana maupun dari hasil penelitian yang telah dilakukan sebelumnya.

2. Metode Experiment

Melakukan pengujian di Laboratorium Thermo-Fluid di Jurusan Teknik Mesin Universitas Diponegoro dengan peralatan mesin dan alat ukur yang telah tersedia untuk mendapatkan data-data yang diperlukan.

3. Pengolahan dan Analisa Data

Hasil yang berupa data dari proses pengujian kemudian dilakukan verifikasi dengan literatur yang ada dan dilakukan analisa perbandingan.

4. Bimbingan dan Konsultasi

Melakukan bimbingan langsung kepada dosen pembimbing untuk mendapatkan pengarahan dan konsultasi kepada pihak lain yang berkompeten untuk mendapatkan tambahan masukan dan pengetahuan.

## 1.5 Sistematika Penulisan

Untuk mempermudah Tugas Akhir ini perlu dibuat sistematika penulisan sebagai berikut:

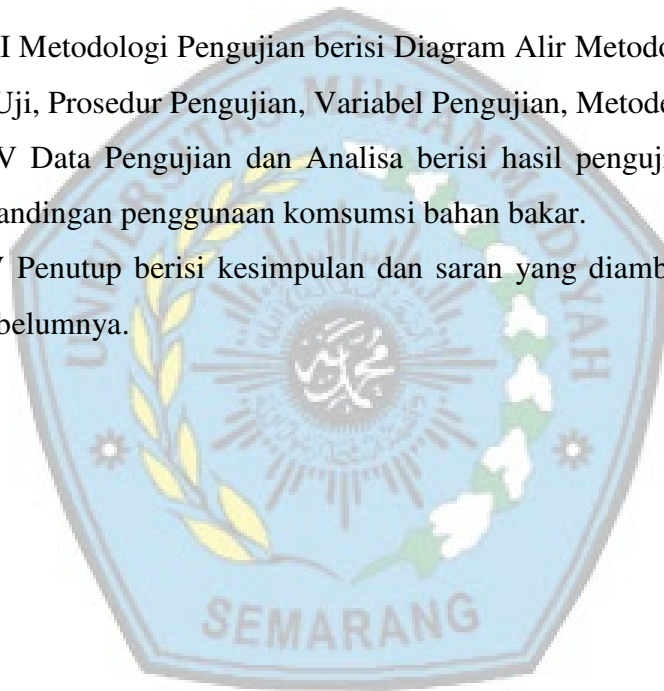
Bab I Pendahuluan berisi tentang latar belakang masalah, tujuan penulisan, pembatasan masalah, metode penelitian dan sistematika penulisan.

Bab II Dasar Teori berisi landasan teoritis yang digunakan dalam tugas sarjana ini sebagai studi literatur, diantaranya yang berkaitan dengan prinsip kerja motor bakar, perbedaan mesin bensin dan disel, bahan bakar, proses pembakaran, parameter prestasi mesin.

Bab III Metodologi Pengujian berisi Diagram Alir Metodologi Pengujian, Ilustrasi Alat - Alat Uji, Prosedur Pengujian, Variabel Pengujian, Metode Perhitungan.

Bab IV Data Pengujian dan Analisa berisi hasil pengujian berupa data prestasi mesin, perbandingan penggunaan konsumsi bahan bakar.

Bab V Penutup berisi kesimpulan dan saran yang diambil dari proses penelitian pada bab sebelumnya.



## **BAB II**

### **DASAR TEORI**

#### **2.1 Pengertian Umum Mesin Bensin**

Motor bakar adalah jenis mesin kalor yang termasuk Mesin Pembakaran Dalam (Internal Combustion Engine). Internal Combustion Engine (I.C. Engine) adalah mesin kalor yang mengubah energi kimia bahan bakar menjadi kerja mekanis, yaitu dalam bentuk putaran poros. Energi kimia bahan bakar diubah menjadi energi panas melalui proses pembakaran atau oksidasi dengan udara dalam mesin. Energi panas ini meningkatkan temperatur dan tekanan gas pada ruang bakar. Gas bertekanan tinggi ini kemudian berekspansi melawan mekanisme mekanik mesin. Ekspansi ini diubah oleh mekanisme link menjadi putaran crankshaft, yang merupakan output dari mesin tersebut. Crankshaft selanjutnya dihubungkan ke sistem transmisi oleh sebuah poros untuk mentransmisikan daya atau energi putaran mekanis yang selanjutnya energi ini dimanfaatkan sesuai dengan keperluan [Ref.2].

Siklus Otto pada mesin bensin disebut juga dengan siklus volume konstan, dimana pembakaran terjadi pada saat volume konstan. Pada mesin bensin siklus Otto dikenal dua jenis mesin, yaitu mesin 4 langkah (*four stroke*) dan 2 langkah (*two stroke*). Untuk mesin 4 langkah terdapat 4 kali gerakan piston atau 2 kali putaran poros engkol (*crank shaft*) untuk tiap siklus pembakaran, sedangkan untuk mesin 2 langkah terdapat 2 kali gerakan piston atau 1 kali putaran poros engkol untuk tiap siklus pembakaran. Sementara yang dimaksud langkah adalah gerakan piston dari TMA (Titik Mati Atas) atau *TDC (Top Death Center)* sampai TMB (Titik Mati Bawah) atau *BDC (Bottom Death Center)* maupun sebaliknya dari TMB ke TMA.

##### **2.1.1 Prinsip Kerja Mesin Empat Langkah**

Mesin empat langkah mempunyai empat gerakan piston yaitu [Ref.2]:

1. Langkah hisap (*suction stroke*)

Pada langkah ini bahan bakar yang telah bercampur dengan udara dihisap oleh mesin. Pada langkah ini katup hisap (*intake valve*) membuka sedang katup buang (*exhaust valve*) tertutup, sedangkan piston bergerak menuju TMB sehingga

tekanan dalam silinder lebih rendah dari tekanan atmosfer. Dengan demikian maka campuran udara dan bahan bakar akan terhisap ke dalam silinder.

2. Langkah Kompresi (*compression stroke*)

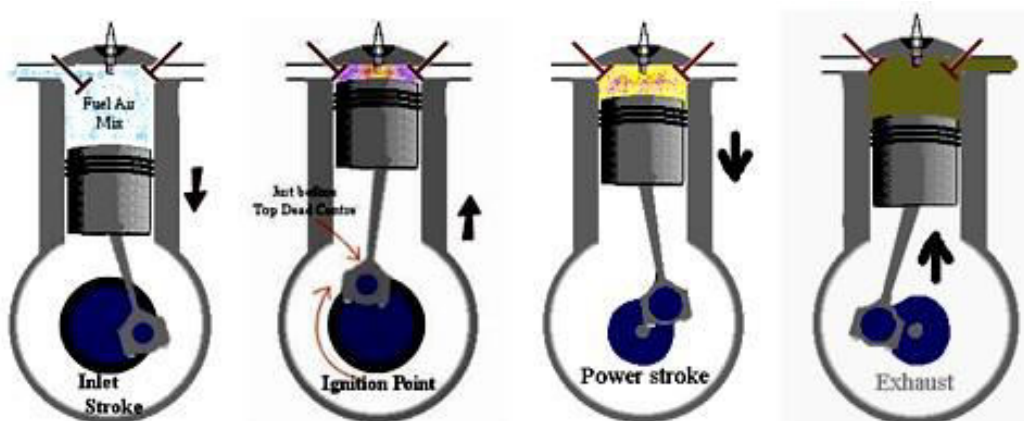
Pada langkah ini kedua katup baik *intake* maupun *exhaust* tertutup dan piston bergerak dari TMB ke TMA. Karena itulah maka campuran udara dan bahan bakar akan terkompresi, sehingga tekanan dan suhunya akan meningkat. Beberapa saat sebelum piston mencapai TMA terjadi proses penyalaan campuran udara dan bahan bakar yang telah terkompresi oleh busi (*spark plug*). Pada proses pembakaran ini terjadi perubahan energi dari energi kimia menjadi energi panas dan gerak.

3. Langkah Ekspansi (*expansion stroke*)

Karena terjadi perubahan energi dari energi kimia menjadi energi gerak dan panas menimbulkan langkah ekspansi yang menyebabkan piston bergerak dari TMA ke TMB. Gerakan piston ini akan mengakibatkan berputarnya poros engkol sehingga menghasilkan tenaga. Pada saat langkah ini kedua katup dalam kondisi tertutup.

4. Langkah Buang (*exhaust stroke*)

Pada langkah ini piston bergerak dari TMB ke TMA, sedangkan katup buang terbuka dan katup isap tertutup, sehingga gas sisa pembakaran akan terdorong keluar melalui saluran buang (*exhaust manifold*) menuju udara luar. Seperti terlihat pada **Gambar 2.1**.



Gambar 2.1 Siklus motor bakar pada mesin 4 langkah [Ref.3]

## 2.2 Siklus Ideal

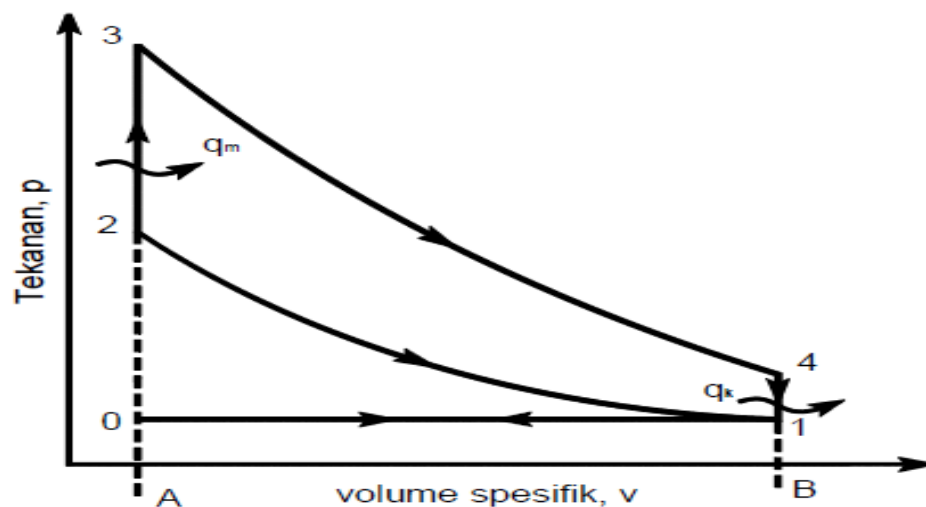
Proses termodinamika dan kimia yang terjadi dalam motor bakar torak sangat kompleks untuk dianalisa menurut teori. Untuk memudahkan menganalisanya perlu membayangkan suatu keadaan yang ideal. Makin ideal suatu keadaan makin mudah untuk dianalisa, akan tetapi dengan sendirinya semakin jauh menyimpang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

Pada umumnya untuk menganalisa motor bakar torak dipergunakan siklus udara sebagai siklus yang ideal. Siklus udara menggunakan beberapa keadaan yang sama dengan siklus sebenarnya dalam hal sebagai berikut [Ref.2]:

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

Di dalam analisis udara, khususnya motor bakar torak akan dibahas:

1. Siklus udara volume konstan (siklus otto).
2. Siklus udara tekanan konstan (siklus diesel).
3. Siklus udara tekanan terbatas (siklus gabungan).



Gambar 2.2 Diagram P – V Siklus Ideal [Ref.3]

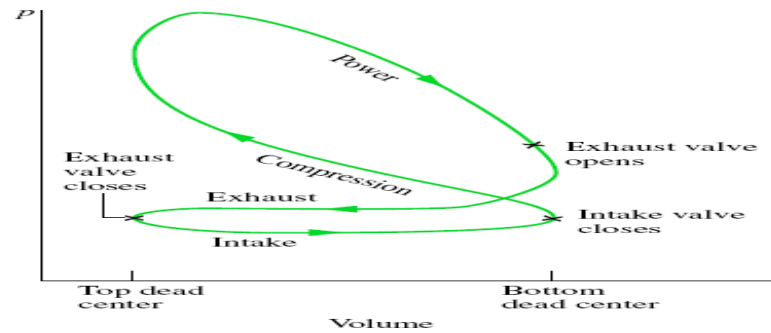
### 2.2.1 Siklus Aktual Motor Bensin

Siklus udara volume konstan atau siklus otto adalah proses yang ideal. Dalam kenyataannya baik siklus volume konstan, siklus tekanan konstan dan siklus gabungan tidak mungkin dilaksanakan, karena adanya beberapa hal sebagai berikut [Ref.2]:

1. Fluida kerja bukanlah udara yang bisa dianggap sebagai gas ideal, karena fluida kerja di sini adalah campuran bahan bakar (premium) dan udara, sehingga tentu saja sifatnya pun berbeda dengan sifat gas ideal.
2. Kebocoran fluida kerja pada katup (valve), baik katup masuk maupun katup buang, juga kebocoran pada piston dan dinding silinder, yang menyebabkan tidak optimalnya proses.
3. Baik katup masuk maupun katup buang tidak dibuka dan ditutup tepat pada saat piston berada pada posisi TMA dan atau TMB, karena pertimbangan dinamika mekanisme katup dan kelembaman fluida kerja. Kerugian ini dapat diperkecil bila saat pembukaan dan penutupan katup disesuaikan dengan besarnya beban dan kecepatan torak.
4. Pada motor bakar torak yang sebenarnya, saat torak berada di TMA tidak terdapat proses pemasukan kalor seperti pada siklus udara. Kenaikan tekanan dan temperatur fluida kerja disebabkan oleh proses pembakaran campuran udara dan bahan bakar dalam silinder.
5. Proses pembakaran memerlukan waktu untuk perambatan nyala apinya, akibatnya proses pembakaran berlangsung pada kondisi volume ruang yang berubah-ubah sesuai gerakan piston. Dengan demikian proses pembakaran harus dimulai beberapa derajat sudut engkol sebelum torak mencapai TMA dan berakhir beberapa derajat sudut engkol sesudah TMA menuju TMB. Jadi proses pembakaran tidak dapat berlangsung pada volume atau tekanan yang konstan.
6. Terdapat kerugian akibat perpindahan kalor dari fluida kerja ke fluida pendingin, misalnya oli, terutama saat proses kompresi, ekspansi dan waktu gas buang meninggalkan silinder. Perpindahan kalor tersebut terjadi karena ada perbedaan temperatur antara fluida kerja dan fluida pendingin.
7. Adanya kerugian energi akibat adanya gesekan antara fluida kerja dengan dinding silinder dan mesin.



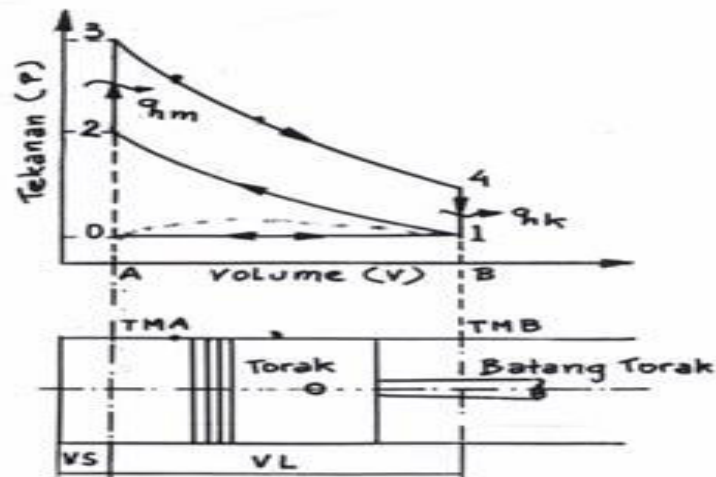
8. Terdapat kerugian energi kalor yang dibawa oleh gas buang dari dalam silinder ke atmosfer sekitarnya. Energi tersebut tidak dapat dimanfaatkan untuk kerja mekanik. Siklus aktual motor bensin ditunjukkan pada **Gambar 2.3**.



Gambar 2.3 Diagram P – V Siklus Aktual Motor Bensin [Ref.3]

### 2.2.2 Siklus Udara Volume Konstan (Siklus Otto)

Motor bensin adalah jenis motor bakar torak yang bekerja berdasarkan siklus volume konstan, karena saat pemasukan kalor (langkah pembakaran) dan pengeluaran kalor terjadi pada volume konstan. Siklus ini adalah siklus yang ideal. Seperti yang terlihat di diagram P – V pada **Gambar 2.4**.



Gambar 2.4 Diagram P – V Siklus Otto (siklus Volume Konstan) [Ref.3]



Adapun siklus seperti pada **Gambar 2.4** dapat dijelaskan sebagai berikut [Ref.2]:

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

### 2.3 Bahan Bakar

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

- a. Nilai bakar bahan bakar itu sendiri.
- b. Densitas energi yang tinggi.
- c. Tidak beracun.
- d. Stabilitas panas.
- e. Rendah polusi.
- f. Mudah dipakai dan disimpan.

Sedangkan sifat alamiah dari bahan bakar itu sendiri:

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

Bahan bakar yang digunakan dalam motor bakar dapat dibedakan menurut wujudnya menjadi 3 kelompok, yaitu gas, cair, dan padat. Bahan bakar gas pada saat ini biasanya berasal dari gas alam, sedangkan bahan bakar cair berasal dari hasil penyulingan minyak bumi. Bahan bakar padat biasanya berupa batu bara. Adapun kriteria utama yang harus dipenuhi bahan bakar yang akan digunakan dalam motor bakar adalah sebagai berikut [Ref.4]:

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

### 2.3.1 Premium

Pada bahan bakar kita mengenal angka oktan. Bilangan oktan suatu bahan bakar diukur dengan mesin CFR (*Coordinating Fuel Research*), yaitu sebuah mesin pengujian yang perbandingan kompresinya dapat diubah-ubah. Di dalam pengukuran itu ditetapkan kondisi standar operasinya (putaran, temperatur, tekanan, kelembaban udara masuk, dan sebagainya).

Untuk motor bensin ditetapkan heptana normal dan isooktana sebagai bahan bakar pembanding. Heptana normal ( $C_7H_{16}$ ) adalah bahan bakar yang mudah berdetonasi di dalam motor bakar oleh karena itu dinyatakan sebagai bahan bakar dengan bilangan oktan *nol*. Iso-oktana (*2,2,4-trimethylpentane*) adalah bahan bakar hidrokarbon yang tidak mudah berdetonasi dan dinyatakan dengan bilangan oktan 100.

Premium yang dihasilkan dari penyulingan minyak bumi, terkadang kurang memuaskan secara mutu untuk penggunaan pada motor bakar. Biasanya sebelum digunakan, bensin ditambah dengan suatu aditif yang dapat memperbaiki kualitas dari premium itu sendiri. Aditif tersebut antara lain adalah TEL (*Tetra Ethyl Lead* /  $(C_2H_5)_4Pb$ ) atau TML (*Tetra Methyl Lead* /  $(CH_3)_4Pb$ ). Aditif ini berfungsi sebagai zat anti knocking karena dengan penambahan zat ini pada bahan bakar premium dapat meningkatkan angka oktan sehingga ketika dikompresikan dalam ruang bakar

tidak menimbulkan knocking atau detonasi. Angka oktan premium semula berkisar antara 75 sampai 85, sedangkan setelah penambahan zat aditif ini angka oktan premium dapat meningkat menjadi 90 sampai 95. TEL mempunyai sifat larut dalam premium dan mendidih pada temperatur  $200^{\circ}$  C, serta mempunyai berat sekitar 1,7 kg/liter. Kandungan utama dari TEL adalah timbal dimana timbal merupakan partikel berat yang sangat berbahaya bagi umat manusia.

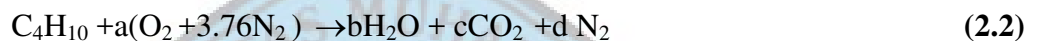
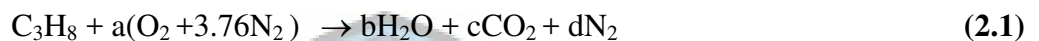
Bahan bakar premium adalah senyawa hidrokarbon yang kandungan oktana atau isooktananya tinggi. Senyawa oktana adalah senyawa hidrokarbon yang digunakan sebagai patokan untuk menentukan kualitas bahan bakar premium yang dikenal dengan istilah angka oktana. Dalam pengertian ini bahan bakar premium dibandingkan dengan campuran isooktana atau 2,3,4 trimetilpentana dengan heptana. Isooktana dianggap sebagai bahan bakar paling baik karena hanya pada kompresi tinggi saja isooktana memberikan bunyi ketukan (detonasi) pada mesin. Sebaliknya, heptana dianggap sebagai bahan bakar paling buruk. Angka oktana 100, artinya bahan bakar premium tersebut setara dengan isooktana murni. Angka oktana 80, artinya premium tersebut merupakan campuran 80% isooktana dan 20% heptana. Massa jenis premium adalah 0,71–0,77 kg/l [Ref.5].

### 2.3.2 Blue Gas

Blue Gas merupakan gas alam yang dicairkan. Blue Gas merupakan campuran dari berbagai unsur hidrokarbon yang berasal dari gas alam. Komponen dari Blue Gas didominasi oleh propana ( $C_3H_8$ ) dan butana ( $C_4H_{10}$ ) [Ref.4].

Dalam kondisi atmosferik, Blue Gas memiliki bentuk gas, akan tetapi dengan meningkatkan tekanan dan menurunkan temperatur, maka gas alam akan berubah fasa menjadi fasa cair. Gas alam dalam bentuk cair memiliki volume yang jauh lebih kecil dibandingkan dengan volume gas alam di dalam fasa gas. Perbandingan volume gas alam dalam fasa gas dibandingkan ketika berada dalam fasa cair adalah 250 berbanding 1. Oleh karena itu, bahan bakar gas alam pada umumnya dipasarkan dalam bentuk cair di dalam tabung-tabung logam bertekanan, sehingga lebih dikenal dengan sebutan Blue Gas. Untuk memungkinkan terjadinya ekspansi panas (*thermal expansion*) dari cairan yang dikandung di dalam tabung logam, tabung Blue Gas tidak diisi secara

penuh, melainkan hanya terisi sekitar 80-85% dari kapasitasnya. Tekanan di mana Blue Gas berbentuk cair dinamakan sebagai tekanan uap. Tekanan uap dari Blue Gas bergantung pada komposisi dan temperatur. Butana murni membutuhkan tekanan sekitar 2.2 bar (220 kPa) pada temperatur 20 °C. Propana murni membutuhkan tekanan sekitar 2 bar (200 kPa) pada suhu sekitar 55 °C. Untuk Blue Gas, proses pembakaran ini merupakan reaksi antara hidrokarbon (propana dan butana) dengan oksigen. Reaksi yang terjadi pada proses pembakaran sempurna Blue Gas dapat dilihat pada **Persamaan 2.1 dan 2.2:**



Sifat-sifat utama Blue Gas akan diuraikan sebagai berikut :

- Bahan bakar gas alam sangat mudah terbakar, baik dalam fasa gas maupun dalam fasa cair.
- Gas tidak beracun dan tidak berwarna.
- Blue Gas sebenarnya tidak memiliki bau, namun sering ditambahkan zat kimia berbau menyengat dengan tujuan dapat terdeteksi dengan cepat apabila terjadi kebocoran.
- Zat kimia yang berbau menyengat adalah gas merkaptan.
- Cairan Blue Gas dapat menguap jika dilepaskan dari tabung bertekanan.
- Massa jenis Blue Gas adalah 582,37 kg/m<sup>3</sup> (fase cair); 18,357 kg/m<sup>3</sup> (fase gas) [Ref.5].

## 2.4 Sistem dan Proses Pembakaran

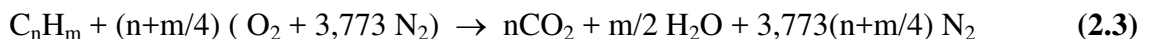
Pembakaran pada motor bakar torak adalah proses reaksi kimia antara bahan bakar dan oksigen yang terjadi dalam ruang bakar, yang menghasilkan energi kalor. Oksigen ini diperoleh dari campuran bahan bakar dengan udara yang masuk ke dalam mesin. Komposisi dari udara tersebut sebagian besar mengandung Oksigen dan Nitrogen serta sebagian kecil dari udara tersebut mengandung gas yang lain. Seperti yang terlihat pada

**Tabel 2.1:**

Tabel 2.1 Komposisi Udara .

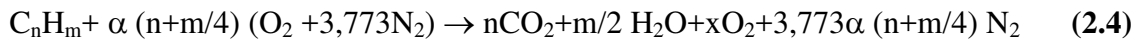
| Nama            | Simbol          | Mol Berat | Analisa persen, % |       | Relatif terhadap O <sub>2</sub> |       | Mol berat per Mol Udara |
|-----------------|-----------------|-----------|-------------------|-------|---------------------------------|-------|-------------------------|
|                 |                 |           | Volume            | Berat | Volume                          | Berat |                         |
| Oksigen         | O <sub>2</sub>  | 32,0      | 20,99             | 23,2  | 1                               | 1     | 6,717                   |
| Nitrogen        | N <sub>2</sub>  | 28,02     | 78,03             |       |                                 |       | 21,848                  |
| Argon           | A               | 40,0      | 0,94              |       | 3,76                            | 3,31  | 0,376                   |
| Karbon dioksida | CO <sub>2</sub> | 44,0      | 0,03              | 76,8  |                                 |       | 0,013                   |
| Gas Lain        | -               | -         | 0,01              |       |                                 |       | -                       |
| Total Udara     | -               | 28,95     | 100,00            | 100,0 | 4,76                            | 4,311 | 28,95                   |

Bahan bakar yang lazim digunakan pada mesin sepeda motor adalah bensin (premium). Rumus kimia dari bensin adalah C<sub>n</sub>H<sub>m</sub> , dengan perbandingan atom hidrogen dan karbon 1.6 < H/C < 2.1. Adapun reaksi pembakaran bahan bakar hidrokarbon secara umum dapat dilihat pada **Persamaan 2.3:**



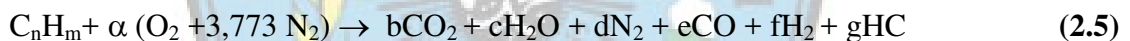
Persamaan reaksi kimia pada **Persamaan 2.3** menunjukkan reaksi pembakaran yang sempurna dari 1 mol bahan bakar. Selama proses pembakaran, senyawa hidrokarbon terurai menjadi senyawa-senyawa hidrogen dan karbon yang masing-masing bereaksi dengan oksigen membentuk CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>O.

Pada saat proses pembakaran dimana terdapat kelebihan udara,  $\alpha > 1$ , gas hasil pembakaran akan mengandung  $O_2$ . maka reaksi pembakaran di atas akan berubah seperti pada **Persamaan 2.4**:



Dimana:  $\alpha$  = koefisien kelebihan udara  
 $x$  = jumlah mol pada sisa oksigen  
 $= 0,5 [2\alpha (n+m/4) - (2n + m/2)]$

Untuk komposisi campuran bahan bakar dan udara dimana  $\alpha < 1$ , maka akan terjadi kekurangan  $O_2$  untuk proses pembakaran. Sehingga membuat reaksi pembakaran berlangsung tidak sempurna. Akibat kekurangan ini, akan terbentuk gas CO serta terdapat sisa gas  $H_2$  dan hidrokarbon HC yang belum sempat terbakar. Reaksi ini dapat dinyatakan dengan **Persamaan 2.5**:



Jumlah mol dari masing-masing gas buang tersebut dapat diketahui melalui pengukuran dan analisa gas buang.

Nitrogen tidak berperan pada proses pembakaran, namun pada temperatur yang tinggi nitrogen akan bereaksi membentuk senyawa NO. setelah proses pembakaran, NO ini masih bereaksi dengan oksigen membentuk  $NO_2$ , yang merupakan gas berbahaya bagi kesehatan.

#### 2.4.1 Konsep Reaksi Pembakaran

Reaksi pembakaran adalah reaksi kimia bahan bakar dan oksigen yang diperoleh dari udara yang akan menghasilkan panas dan gas sisa pembakaran yang berlangsung dalam waktu yang sangat cepat. Reaksi pembakaran tersebut akan menghasilkan produk hasil pembakaran yang komposisinya tergantung dari kualitas pembakaran yang terjadi. Dalam pembakaran proses yang terjadi adalah oksidasi dengan reaksi sebagai berikut:

Karbon + Oksigen = Karbon dioksida + panas

Hidrogen + Oksigen = uap air + panas

Sulfur + oksigen + sulphur dioksida + panas

Pembakaran akan dikatakan sempurna apabila campuran bahan bakar dan oksigen (dari udara) mempunyai perbandingan yang tepat (*stoichiometric*), hingga tidak diperoleh sisa. Bila oksigen terlalu banyak, dikatakan campuran kurus dan hasil pembakarannya menghasilkan api oksidasi. Sebaliknya, bila bahan bakarnya terlalu banyak (tidak cukup oksigen), dikatakan campuran kaya (*rich*) sehingga pembakaran ini menghasilkan api reduksi. Pada motor bensin, campuran udara dan bahan bakar tersebut dinyalakan dalam silinder oleh bunga api dari busi pada akhir langkah kompresi dengan suhu pembakaran berkisar antara 2100°K sampai 2500°K. waktu pembakaran yang teratur lamanya kira-kira 3mili detik (0,003 s) [Ref.6].

Oleh karena reaksi pembakaran yang sangat cepat akan mengakibatkan terjadinya gangguan dalam system pembakaran, antara lain terjadi pembakaran sendiri (*self ignition*) oleh karena adanya sisa bahan bakar yang tidak terbakar. Hal ini disebabkan oleh hal-hal sebagai berikut :

- angka oktan yang terlalu rendah
- penyetelan sudut pengapian yang tidak tepat
- busi terlalu panas
- pendinginan terlalu miskin
- terbakarnya sisa pembakaran sebelumnya
- bentuk ruang bakar yang tidak sesuai

Gangguan-gangguan pada pembakaran ini akan sangat merugikan efektivitas mesin maka mendapatkan untuk pembakaran yang baik maka diperlukan syarat syarat sebagai berikut [Ref.6]:

- jumlah udara yang sesuai
- temperatur yang sesuai dengan penyalaan bahan bakar
- waktu pembakaran yang cukup
- kerapatan yang cukup untuk merambatkan api dalam silinder.



Reaksi pembakaran baik bahan bakar bensin maupun bahan bakar gas merupakan reaksi oksidasi antara senyawa hidrokarbon dengan oksigen sehingga dihasilkan produk berupa karbon dioksida, uap air, oksida nitrogen atau produk lainnya tergantung pada kualitas pembakaran.

## 2.5 Parameter Performa Mesin Bensin

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

Secara umum daya berbanding lurus dengan luas piston sedang torsi berbanding lurus dengan volume langkah. Parameter tersebut relatif penting digunakan pada mesin yang berkemampuan kerja dengan variasi kecepatan operasi dan tingkat pembebanan. Daya maksimum didefinisikan sebagai kemampuan maksimum yang bisa dihasilkan oleh suatu mesin. Adapun torsi poros pada kecepatan tertentu mengindikasikan kemampuan untuk memperoleh aliran udara dan juga bahan bakar yang tinggi ke dalam mesin pada kecepatan tersebut. Sementara suatu mesin dioperasikan pada waktu yang cukup lama, maka konsumsi bahan bakar serta efisiensi mesinnya menjadi hal yang sangat penting.

### 2.5.1 Torsi dan Daya

Torsi adalah ukuran kemampuan mesin untuk melakukan kerja, jadi torsi adalah suatu energi. Besaran torsi adalah besaran turunan yang biasa digunakan untuk menghitung energi yang dihasilkan dari benda yang berputar pada porosnya. Adapun perumusan dari torsi adalah sebagai berikut. Apabila suatu benda berputar dan mempunyai besar gaya sentrifugal sebesar  $F$ , benda berputar pada porosnya dengan jari-jari sebesar  $b$  dimana  $b$  diketahui sebesar  $0,29\text{m}$ , dengan data tersebut torsi yang dihasilkan mesin dapat dilihat pada **Persamaan 2.12** [Ref.7]:



$$T = F \times b$$

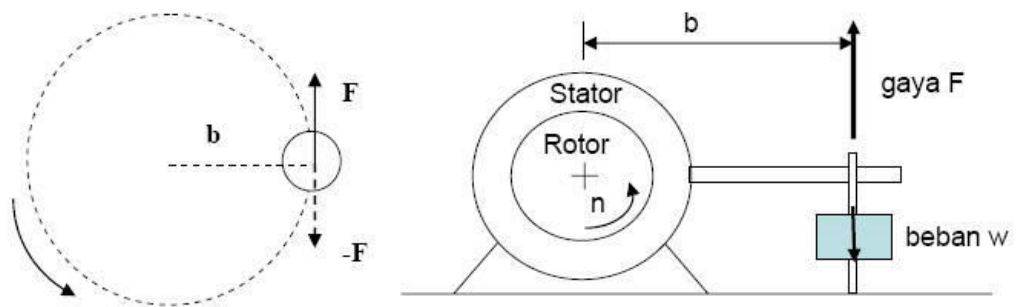
(2.12)

Dimana:

T = torsi ( Nm)

F = gaya penyeimbangan (N)

b = jarak lengan torsi (m)



Gambar 2.5 Prinsip Kerja Dinamometer [Ref.7]

**Gambar 2.5** menunjukkan prinsip kerja Dinamometer. Adapun daya yang dihasilkan mesin atau diserap oleh dinamometer adalah hasil perkalian dari torsi dan kecepatan sudut.

$$P = 2. \pi. n. T / 60000$$

(2.13)

Dimana:

P = daya (kW)

T = torsi ( Nm)

n = putaran mesin (rpm)

Sebagai catatan, torsi adalah ukuran dari kemampuan sebuah mesin melakukan kerja sedangkan daya adalah angka dari kerja telah dilakukan.

Besarnya daya mesin yang diukur seperti dengan didiskripsikan pada **Persamaan 2.13** dinamakan dengan *brake power* ( $P_b$ ). Daya disini adalah daya yang dihasilkan oleh mesin untuk mengatasi beban, dalam kasus ini adalah sebuah rem [Ref.7].

### 2.5.2 Konsumsi Bahan Bakar Spesifik

Dalam pengujian mesin konsumsi bahan bakar diukur sebagai laju aliran massa bahan bakar per unit waktu ( $m_f$ ). konsumsi bahan bakar spesifik/*specific fuel consumption* ( $sfc$ ) adalah laju aliran bahan bakar per satuan daya. Pengukuran ini dilakukan untuk mengetahui bagaimana efisiensi mesin dalam menggunakan bahan bakar untuk menghasilkan daya [Ref.7].

$$m_f = \frac{V}{t} \times \frac{3600}{1000} \times \rho_{bb} \quad (2.14)$$

Dimana:

$m_f$  = konsumsi bahan bakar (kg/jam)

$V$  = volume bahan bakar yang dipakai dalam pengujian (cc)

$t$  = waktu yang diperlukan dalam detik (s)

$\rho_{bb}$  = massa jenis bahan bakar (kg/l)

Dari **Persamaan 2.14** dapat diperoleh rumus konsumsi bahan bakar spesifik / *specific fuel consumption* ( $sfc$ ) [Ref.7]:

$$sfc = \frac{m_f}{P} \quad (2.15)$$

Dimana:

$sfc$  = konsumsi bahan bakar spesifik (kg/kW jam)

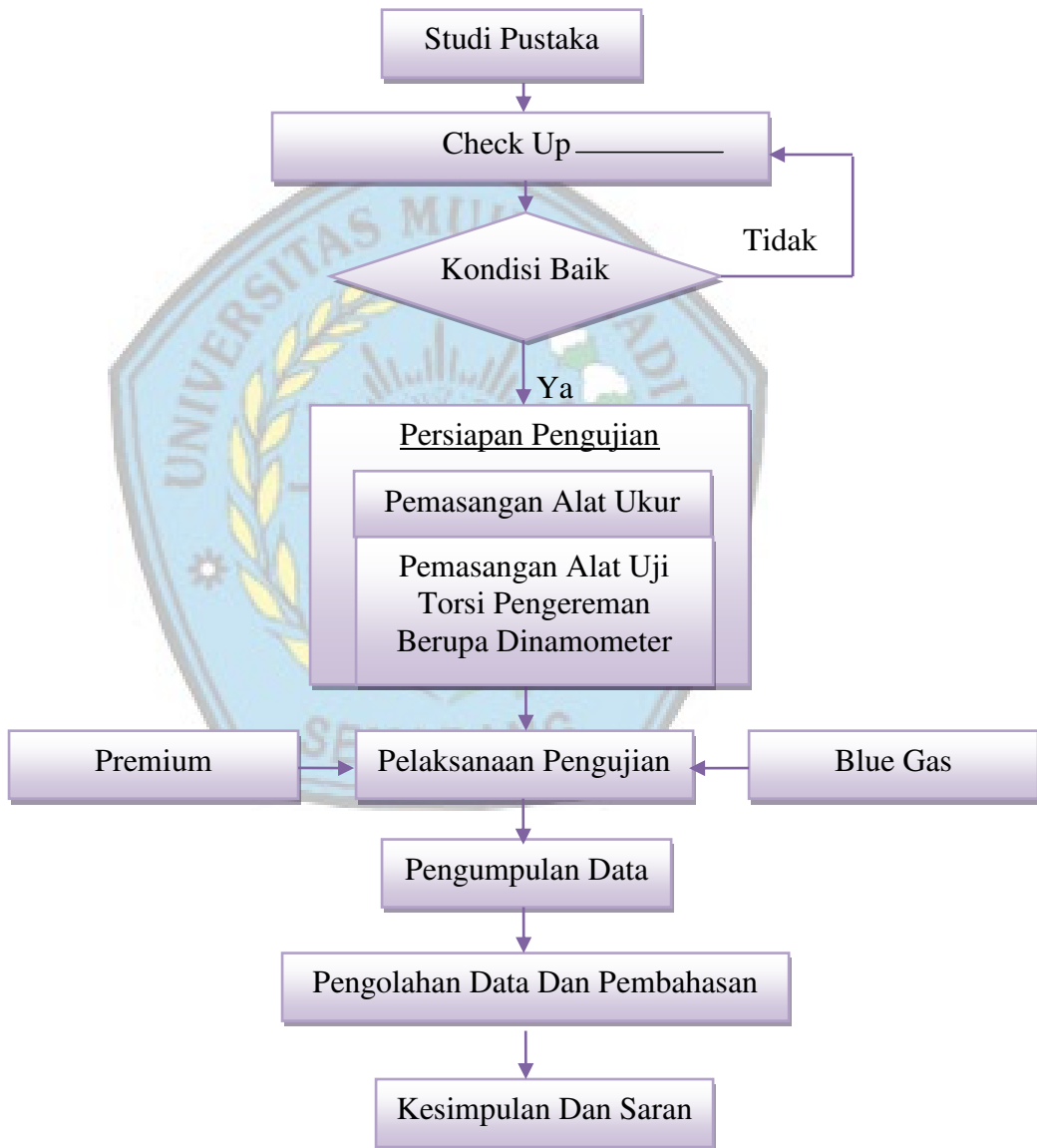
$m_f$  = konsumsi bahan bakar (kg/jam)

$P$  = daya (kW)

**BAB III**  
**METODOLOGI PENELITIAN**

**3.1 Diagram Alir Metodologi Penelitian**

Didalam melakukan pengujian diperlukan beberapa tahapan agar dapat berjalan lancar, sistematis dan sesuai dengan prosedur dan literatur yang ada.



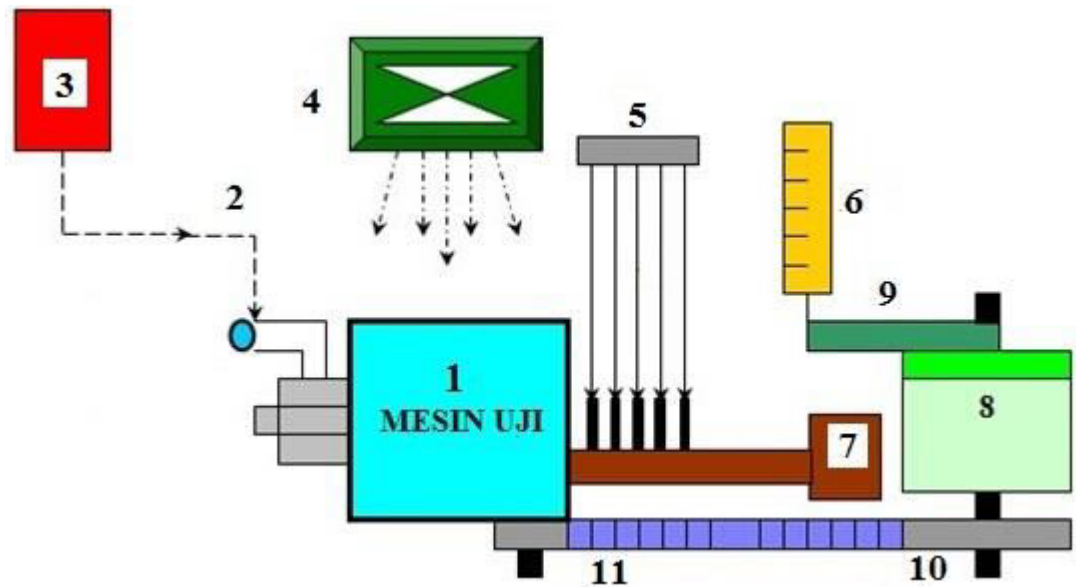
Gambar 3.1 Diagram alir metodologi pengujian

Keterangan diagram alir metodologi pengujian:

- a. Studi Pustaka: pembuatan proposal Tugas Akhir, mencari literatur dan bahan penunjang untuk Tugas Akhir.
- b. Check Up: mempersiapkan mesin uji (mesin Honda supra helm-in 125cc Karburator) untuk melakukan pengujian, setelah melakukan persiapan dan pemeriksaan, selanjutnya melakukan pengesetan pada mesin yang akan diuji.
- c. Kondisi Mesin Baik: setelah melakukan pengesetan, mesin dihidupkan dan dianalisa apakah mesin tersebut dalam kondisi baik atau tidak, jika mesin dalam kondisi tidak baik maka perlu diadakan servis pada mesin uji, kemudian kembali ke tahap persiapan.
- d. Persiapan Pengujian: komponen utama untuk melakukan pengujian dipersiapkan, yaitu memasang Tachometer, pemasangan Dynometer dan sensor torsi, sedangkan komponen lainnya adalah pemasangan gelas ukur, selang gas, regulator gas dan tabung Blue Gas.
- e. Pelaksanaan Pengujian: Pengambilan data dilakukan dengan cara melakukan pengujian terhadap mesin berbahan bakar premium dan Blue Gas pada putaran mesin awal 7000 rpm kemudian dilakukan pembebanan hingga mencapai dengan putaran mesin 3000 rpm.
- f. Pengambilan Data: mengambil data dari alat-alat ukur seperti Dinamometer untuk menghitung torsi pengereman, gelas ukur dan timbangan digital untuk menghitung konsumsi bahan bakar.
- g. Pengolahan Data dan Pembahasan: mengolah data dari hasil pengujian dan membahasnya disertai dengan referensi dari literatur dan buku-buku pendukung.
- h. Kesimpulan dan Saran: mengambil kesimpulan dari keseluruhan proses pengujian dan memberikan saran yang dibutuhkan untuk melengkapi kekurangan pada pengujian yang telah dilakukan.

### 3.2 Deskripsi Alat-alat Uji

Alat pengujian terdiri dari mesin uji, dinamometer, dan alat ukur lainnya. Susunan alat uji tampak pada skema **Gambar 3.2**:



Gambar 3.2 Skema pemasangan alat uji.

Keterangan:

1. Mesin uji.
2. Karburator.
3. Gelas ukur.
4. Kipas angin / blower.
5. Display.
6. Neraca / timbangan.
7. Knalpot.
8. Dinamometer.
9. Lengan torsi.
10. Roda gigi.
11. Rantai penghubung.

-----> Jalur bahan bakar

-----> Jalur udara pendingin

-----> Kabel penghubung display

### 3.2.1 Mesin Uji

Mesin yang digunakan dalam pengujian seperti ditunjukkan pada **Gambar 3.3** adalah mesin sepeda motor 4 langkah dengan spesifikasi teknis sebagai berikut:

|                              |  |
|------------------------------|--|
| Merek / type                 | : Honda / Supra 125cc 2012 (Karburator)    |
| Type Mesin                   | : Mesin OHC, 4 langkah, pendingin air      |
| Jumlah silinder              | : 1  |
| Diameter x langkah           | : 52.4 x 57.9 mm                           |
| Volume langkah               | : 124,8 cc                                 |
| Perbandingan kompresi        | : 9.3:1                                    |
| Daya maksimum                | : 9.6 PS / 7.500 rpm                       |
| Torsi maksimum               | : 1.08 kgf.m / 5.500 rpm                   |
| Sistem pendingin mesin       | : Pendingin air                            |
| Kapasitas tangki bahan bakar | : 4,1 liter                                |
| Kapasitas minyak pelumas     | : 0,7 liter pada penggantian periodik      |
| Kopling otomatis             | : Ganda, otomatis, sentrifugal, tipe basah |
| Berat kosong                 | : 107 kg                                   |
| Gigi transmisi               | : 4 kecepatan rotari / bertautan tetap     |
| Pola pengoperasian gigi      | : N – 1 – 2 – 3 – 4 – N (rotari)           |

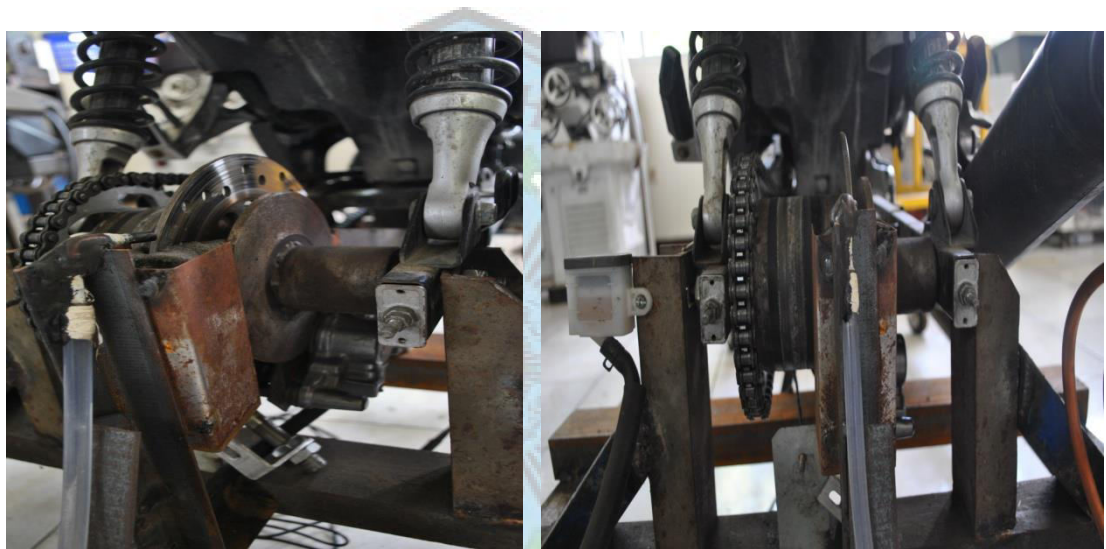


Gambar 3.3 Mesin uji

### 3.2.2 Dinamometer

Dinamometer yang digunakan pada pengujian ini yaitu berupa rem cakram yang ditempatkan pada roda belakang sepeda motor. Pada dinamometer jenis ini gesekan dari rem atau sepatu rem menyerap energi yang dihasilkan mesin melalui sebuah cakram yang berputar. Perbedaan tegangan yang terjadi antara sebelum dan sesudah titik kontakannya untuk mengetahui langkah yang telah dilakukan. Rotasi itulah yang kemudian digunakan untuk menghitung rpm roda atau daya keluaran.

Adapun alat uji yang digunakan dapat dilihat pada **Gambar 3.4**:



Gambar 3.4 Dinamometer

Dinamometer ini dipasang pada sebuah poros, dimana poros tersebut terhubung dengan *countershaft* dari motor menggunakan rantai dengan reduksi gigi 1:1. Dan dalam melakukan pengujian torsi kali ini, digunakan metode *Constant Speed Test* yaitu metode untuk mengetahui karakteristik motor bakar yang beroperasi dengan beban bervariasi, tapi putarannya konstan. Hal ini dilakukan dengan cara, pada bukaan gas tertentu diperoleh rpm tertingginya dan kemudian dilakukan pembebanan pada rpm yang diinginkan hingga batas minimumnya. Dalam kondisi ini cakram (rotor) akan tertahan oleh rem (stator), sehingga rem akan menekan *load scale* sebesar beban yang tampil pada *load scale* dan *display* dapat dilihat pada **Gambar 3.5 (a) dan (b)**:





(a)



(b)

Gambar 3.5 Load Scale (a) dan Display (b)

Kalibrasi pada load scale dilakukan dengan cara memberikan pemberat pada load scale tidak menggunakan rem (stator), tetapi memberikan pemberat yang nilainya sudah diketahui miaslnya 1 kg, 2 kg dan seterusnya. Untuk pemberat 0,5 kg terbaca pada display nilainya adalah 3,15. contoh kalibrasinya adalah :



Beban  $\frac{1}{2}$  kg = 3,15 (kalibrasi)

Beban 1 kg = 6,30 (kalibrasi)

Jadi 63.20 dibagi 6.30 maka pembebananya adalah 10.03 kg

### 3.2.3 Gelas ukur (bured)

Volume bahan bakar yang dikonsumsi oleh mesin uji selama pengujian dihitung menggunakan gelas ukur seperti pada **Gambar 3.6**. Pemakaian bahan bakar dihitung berdasarkan waktu yang dibutuhkan untuk menghabiskan tiap 2 ml bahan bakar. Gelas ukur yang digunakan disini adalah gelas ukur dengan kapasitas 50 ml dengan skala terkecil 1 ml.



Prinsip kerja dari gelas ukur adalah pada waktu *load scale* diberi beban dan menunjukkan putaran yang diinginkan maka katup bahan bakar ditutup sehingga pemakaian bahan bakar dihitung berdasarkan waktu yang dibutuhkan untuk menghabiskan tiap 2 ml bahan bakar. Setelah itu katup dibuka kembali dan seterusnya.



Gambar 3.6 Gelas Ukur

### 3.2.4 Stopwatch

Alat pencatat waktu yang digunakan untuk mengukur waktu konsumsi bahan bakar dalam pengujian ini adalah *Stopwath*. *Stopwath* yang digunakan sebanyak 2 buah dengan spesifikasi teknis sebagai berikut:

1. *Stopwatch Hanhart Casio* : range 0 s/d 60 s
2. Nokia 6680 : range 0 s/d 60 s



Gambar 3.7 Stopwatch

### 3.2.5 Blower (Kipas Pendingin)

Kipas pendingin berfungsi untuk membantu pendinginan pada mesin selama proses pengujian.



Gambar 3.8 Kipas pendingin

### 3.2.6 Regulator

Regulator adalah salah satu alat untuk mengukur bukaan gas yang masuk pada ruang bakar.



Gambar 3.9 Regulator

### 3.2.7 Timbangan Digital

Timbangan digital digunakan untuk mengukur konsumsi bahan bakar blue gas. Untuk menghitung konsumsi bahan bakar blue gas dilakukan dengan cara meletakkan tabung gas pada timbangan digital lalu catat berat bersih gas setelah dikurangi berat tabung.



Gambar 3.10 Timbangan Digital

### 3.3 Persiapan Pengujian

Sebelum melakukan pengujian ada beberapa hal yang perlu dilakukan agar pada saat pengujian tidak mengalami gangguan maupun kecelakaan kerja. Hal-hal yang harus diperhatikan adalah penyetelan dan pengecekan mesin uji, adapun yang harus dilakukan sebelum pengujian adalah sebagai berikut :

- Sebelum dilakukan pengujian, perlu menyiapkan bahan bakar.
- Memeriksa pelumas mesin, baik secara kuantitas maupun secara kualitas.
- Memeriksa kondisi mesin uji, penyetelan karburator dan pembersihan seluruh system bahan bakar dan pengapian.
- Memasang semua alat uji.
- Menyiapkan alat-alat yang diperlukan selama pengujian.
- Menyalakan blower yang digunakan untuk mendinginkan mesin.
- Memeriksa semua selang bahan bakar dan memastikan tidak terdapat kebocoran untuk menghindari terjadinya kecelakaan.

### 3.4 Langkah Pengujian

Mesin yang akan diukur torsiya diletakkan pada lingkungan terbuka. Rotor yang digunakan disini adalah cakram yang dihubungkan dengan gesekan mekanis (rem cakram/*disc brake*) terhadap stator yang ditumpu oleh bantalan yang mempunyai gesekan kecil. Torsi pengereman yang dihasilkan pada stator ketika rotor tersebut berputar diukur dengan cara menyeimbangkan stator dengan alat pemberat. Pengujian kali ini kita akan melakukan pengujian dengan metode *constant speed test* untuk tiap pengujian. Bahan bakar yang digunakan adalah premium dan Blue Gas.

Adapun langkah-langkah pengujian adalah sebagai berikut:

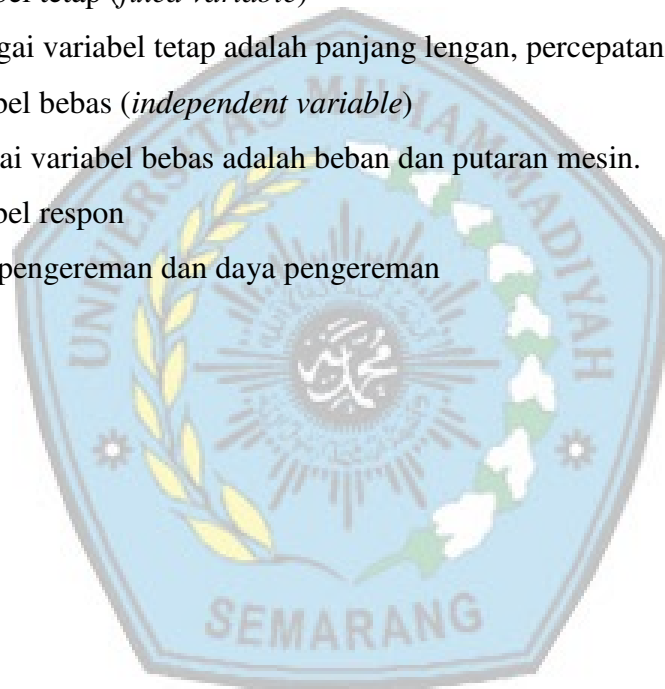
1. Menghidupkan mesin selama 5 menit sebagai pemanasan untuk mencapai kondisi kerja yang diinginkan. Dalam kondisi ini mesin tidak terbebani sama sekali.
2. Memasukkan persneling/transmisi pada posisi gigi 4, mulai membuka *throttle* gas.
3. Ketika putaran maksimum untuk bukaan *throttle* gas 7000 rpm telah tercapai lakukan pembebanan hingga mencapai putaran mesin 6000 rpm, catat beban yang tampil pada *display*, setelah mencapai putaran mesin 6000 rpm lakukan pembebanan hingga mencapai putaran mesin 5000 rpm. kemudian catat beban yang tampil pada display.
4. Untuk putaran mesin 5000 – 3000 rpm dilakukan sama seperti langkah no. 3 dan begitu juga seterusnya.
5. Melakukan pengukuran konsumsi bahan bakar. Dengan cara;
  - a. Komsumsi premium
    - Isi gelas ukur dengan premium sebanyak 50 ml.
    - Dengan menggunakan *stopwatch* ukur pemakaian bahan bakar pada buret per 2 menit.
  - b. Komsumsi Blue Gas
    - Ukur berat tabung dan isi bersih gas Blue Gas.
    - Letakan pada timbangan digital catat berat bersih gas setelah dikurangi berat tabung.
    - Kemudian catat per 2 menit penyusutanya yang tertera pada timbangan digital.
6. Mematikan mesin sampai *steady* sekitar 3-5 menit temperaturnya turun sekitar 40-45 °C.

Prosedur yang sama seperti pada langkah-langkah pengujian dilakukan untuk masing-masing pengujian hingga mencapai putaran mesin terendah 3000 rpm. Pengujian dilakukan sebanyak tiga kali untuk tiap bukaan gas dan bahan bakar yang digunakan. Setiap akan mengawali prosedur pengujian kembali, dilakukan pemeriksaan dan pengecekan ulang pada setiap bagian alat uji dan alat ukur.

### 3.5 Variabel Penelitian

Ada 3 variabel yang digunakan dalam pengujian, yaitu:

1. Variabel tetap (*fixed variable*)  
Sebagai variabel tetap adalah panjang lengan, percepatan gravitasi, massa jenis.
2. Variabel bebas (*independent variable*)  
Sebagai variabel bebas adalah beban dan putaran mesin.
3. Variabel respon  
Torsi pengereman dan daya pengereman



## BAB IV PEMBAHASAN

### 4.1 Data Hasil Pengujian

Data hasil pengujian yang telah dilakukan di Laboratorium Thermofluid Teknik Mesin UNDIP Semarang terbagi menjadi berikut:

- Data hasil pengujian mesin berbahan bakar premium dan blue gas.
- Data hasil perhitungan mesin berbahan bakar premium dan blue gas.
- Gigi transmisi yang digunakan adalah gigi 4.

Pada pengujian ini akan diberikan data dan analisa hasil pengamatan dan pengujian di Laboratorium Thermofluid Teknik Mesin UNDIP Semarang mengenai performa mesin sepeda motor 4 langkah menggunakan dua bahan bakar yang berbeda, yaitu bahan bakar premium dan gas. Dalam pengujian dilakukan pembebanan pada variasi putaran mesin. Hal ini dimaksudkan untuk mencari efek maksimal dari kedua bahan bakar premium dan gas tersebut dan bagaimana perubahannya dengan performa atau prestasi mesin. Analisa yang dicari meliputi torsi pengereman, daya pengereman dan konsumsi bahan bakar spesifik.

Pengujian ini menggunakan metode Constant Speed Test, yaitu suatu metode pengujian prestasi mesin dengan beban variasi tapi putaran mesin konstan, atau pada bukaan gas tertentu kemudian dilakukan pembebanan dari putaran maksimum yang dapat dicapai pada bukaan gas tersebut, hingga batas terendah putaran mesin yang dapat dicapainya. Data hasil pengujian mesin sepeda motor berbahan bakar premium dan gas dapat dilihat pada **Tabel 4.1**. Data hasil perhitungan pada putaran mesin awal 7000 rpm dapat dilihat pada **Tabel 4.2** sedangkan untuk data hasil perhitungan secara keseluruhan dapat dilihat pada **Lampiran**.

Tabel 4.1 Data hasil pengujian

| Putaran Mesin<br>Awal (RPM) | Putaran Mesin<br>Setelah Pembebanan<br>(RPM) | Konsumsi Bahan Bakar / 2 menit |               | Beban (kg) |          |
|-----------------------------|--|--------------------------------|---------------|------------|----------|
|                             |  | Premium (ml)                   | Blue Gas (gr) | Premium    | Blue Gas |
| 3000                        | 2000   | 12,5                           | 0,1           | 3,14       | 1,28     |
| 4000                        | 3000   | 12                             | 0,6           | 5,65       | 3,39     |
|                             | 2000   | 9,1                            | 0,65          | 5,51       | 3,49     |
| 5000                        | 4000   | 16,7                           | 1,35          | 4,95       | 3,78     |
|                             | 3000   | 14,3                           | 1,1           | 7,41       | 7,39     |
|                             | 2000   | 12,5                           | 0,9           | 7,12       | 4,79     |
| 6000                        | 5000   | 20,7                           | 2,3           | 4,39       | 3,84     |
|                             | 4000   | 19,7                           | 2             | 6,07       | 6,09     |
|                             | 3000   | 14,8                           | 1,95          | 6,71       | 6,52     |
|                             | 2000   | 12,9                           | 1,8           | 6,35       | 3,63     |
| 7000                        | 6000   | 29,4                           | 3,4           | 3,39       | 3,5      |
|                             | 5000   | 27,2                           | 3,1           | 5,63       | 5,31     |
|                             | 4000   | 21,1                           | 3,25          | 8,35       | 6,86     |
|                             | 3000   | 16,3                           | 3,3           | 8,4        | 7,57     |
|                             | 2000   | 14,5                           | 3,2           | 8,81       | 8,28     |



## 4.2 Perhitungan Mesin Sepeda Motor Berbahan Bakar Premium dan Blue Gas

Pada perhitungan daya pengereman, torsi pengereman dan konsumsi bahan bakar spesifik hanya akan diberikan satu contoh perhitungan saja yaitu pada putaran mesin awal 7000 rpm. Adapun data untuk contoh perhitungan diambil pada satu kondisi dari data hasil pengujian yang ada pada **Tabel 4.1**.

### 4.2.1 Perhitungan Mesin Sepeda Motor Berbahan Bakar Premium

Diketahui data mesin berbahan bakar premium sebagai berikut:

|                                    |                         |
|------------------------------------|-------------------------|
| Beban ( $w$ )                      | : 3,39 kg               |
| Panjang lengan ( $b$ )             | : 0,29 m                |
| Putaran mesin ( $n$ )              | : 6000 rpm              |
| Volume bahan bakar ( $V$ )         | : 29,4 ml               |
| Waktu konsumsi bahan bakar ( $t$ ) | : 2 menit = 120 detik   |
| Percepatan gravitasi ( $g$ )       | : 9,81 m/s <sup>2</sup> |
| Massa jenis Premium                | : 0,74 kg/l [Ref.5]     |

#### a. Perhitungan Torsi Pengereman dan Daya Pengereman

Menghitung torsi pengereman dan daya pengereman menggunakan rumus pada **Pers 2.12 dan 2.13**.

$$\begin{aligned}T \text{ (Torsi)} &= F \times b \\&= w \times g \times b \\&= 3,39 \text{ [kg]} \times 9,81 \text{ [m/s}^2\text{]} \times 0,29 \text{ [m]} \times 1 \text{ N/kg. m/s}^2 \\&= 9,644 \text{ N.m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}P \text{ (Daya)} &= (2 \pi \cdot n \cdot T / 60000) \\&= (2 \cdot 3,14 \cdot 6000 \text{ [rpm]} \cdot 9,644 \text{ [N.m]} / 60000) \\&= 6,0566 \text{ kW}\end{aligned}$$



## b. Perhitungan Konsumsi Bahan Bakar Spesifik

Konsumsi bahan bakar spesifik/*specific fuel consumption* (sfc) adalah banyaknya bahan bakar yang dipakai setiap jam untuk menghasilkan satu satuan daya. Untuk menghitung sfc menggunakan rumus pada **Pers 2.14 dan 2.15**.

$$\begin{aligned}m_f (\text{konsumsi bahan bakar}) &= (V/t) \times (3600/1000) \times (\rho_{bb}) \\ &= (29,4 [\text{ml}] / 120\text{s}) \times (3600/1000) \times (0,74 [\text{kg/l}]) \\ &= 0,65268 \text{ kg/h}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}Sfc (\text{konsumsi bahan bakar spesifik}) &= \frac{m_f}{P} (\text{kg/kWh}) \\ &= 0,65268 [\text{kg/h}] / 6,0566 [\text{kW}] \\ &= 0,10776 \text{ kg/kWh}\end{aligned}$$

## 4.2.2 Perhitungan Mesin Sepeda Motor Berbahan Bakar Blue Gas

Diketahui data mesin berbahan bakar blue gas sebagai berikut:

|                                    |  |
|------------------------------------|--|
| Beban ( $w$ )                      | : 3,5 kg                                       |
| Panjang lengan ( $b$ )             | : 0,29 m                                       |
| Putaran mesin ( $n$ )              | : 6000 rpm                                     |
| Volume bahan bakar ( $V$ )         | : 3,4 gram                                     |
| Waktu konsumsi bahan bakar ( $t$ ) | : 2 menit = 120 detik                          |
| Percepatan gravitasi ( $g$ )       | : 9,81 m/s <sup>2</sup>                        |
| Massa jenis Blue Gas               | : 582,37 kg/m <sup>3</sup> (fase cair) [Ref.5] |

## a. Perhitungan Torsi Pengereman dan Daya Pengereman

Menghitung torsi pengereman dan daya pengereman menggunakan rumus pada **Pers 2.12 dan 2.13**.

$$\begin{aligned}T (\text{Torsi}) &= F \times b \\ &= w \times g \times b \\ &= 3,5 [\text{kg}] \times 9,81 [\text{m/s}^2] \times 0,29 [\text{m}] \times 1 \text{ N/kg.m.s}\end{aligned}$$

$$= 9,95715 \text{ N.m}$$

$$\begin{aligned} P (\text{Daya}) &= (2 \pi \cdot n \cdot T / 60000) \\ &= (2 \cdot 3,14 \cdot 6000 \text{ [rpm]} \cdot 9,95715 \text{ [N.m]} / 60000) \\ &= 6,2531 \text{ kW} \end{aligned}$$

**b. Perhitungan Konsumsi Bahan Bakar Spesifik**

Konsumsi bahan bakar spesifik/*specific fuel consumption* (sfc) adalah banyaknya bahan bakar yang dipakai setiap jam untuk menghasilkan satu satuan daya. Untuk menghitung sfc menggunakan rumus pada **Pers 2.14 dan 2.15**.

$$\begin{aligned} m_f (\text{konsumsi bahan bakar}) &= (V/t) \times (3600) \times \rho_{bb} \text{ (kg/h)} \\ &= (3,4 \text{ [g]} / 120\text{s}) \times (3600) \\ &= 102 \text{ [g/h]} \longrightarrow 0,102 \text{ [l/h]} \\ \rho_{bb} &= 582,37 \text{ [kg/m}^3\text{]} \longrightarrow 0,58237 \text{ kg/l} \\ \text{Konsumsi bahan bakar} &= 0,102 \text{ [l/h]} \times 0,5827 \text{ [kg/l]} \\ &= 0,0594 \text{ [kg/h]} \\ Sfc (\text{konsumsi bahan bakar spesifik}) &= \frac{m_f}{P} \text{ (kg/kWh)} \\ &= 0,059 \text{ [kg/h]} / 6,253 \text{ [kW]} \\ &= 0,0095 \text{ kg/kWh} \end{aligned}$$

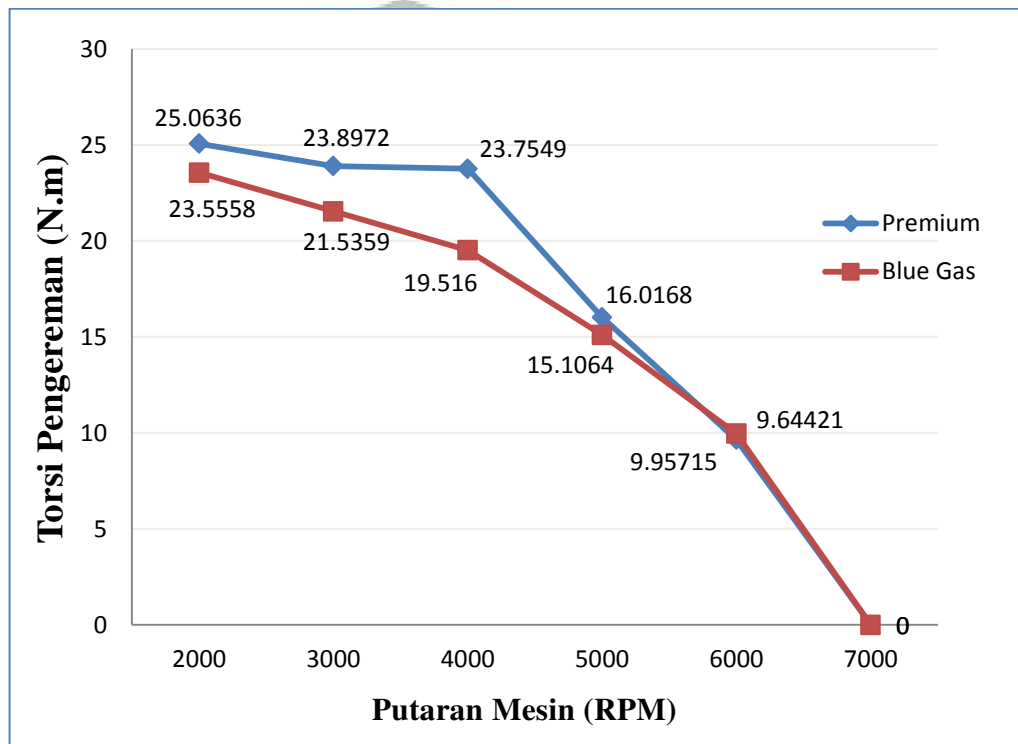
Tabel 4.2 Hasil perhitungan pada putaran mesin awal 7000 rpm

| Putaran Mesin | Putaran Mesin            | Torsi Pengereman (N.m) |          | Daya Pengereman (kW) |          | sfc (kg/kWh) |          |
|---------------|--------------------------|------------------------|----------|----------------------|----------|--------------|----------|
|               |                          | Premium                | Blue Gas | Premium              | Blue Gas | Premium      | Blue Gas |
| Awal (RPM)    | Setelah Pembebanan (RPM) |                        |          |                      |          |              |          |
| 7000          | 6000                     | 9,64421                | 9,95715  | 6,0566               | 6,2531   | 0,10776      | 0,0095   |
|               | 5000                     | 16,0168                | 15,1064  | 8,3821               | 7,9057   | 0,07204      | 0,00747  |
|               | 4000                     | 23,7549                | 19,516   | 9,9454               | 8,1707   | 0,0471       | 0,00716  |
|               | 3000                     | 23,8972                | 21,5359  | 7,5037               | 6,7623   | 0,04822      | 0,00853  |
|               | 2000                     | 25,0636                | 23,5558  | 5,2466               | 4,931    | 0,06135      | 0,01134  |

### 4.3 Analisa Dan Pembahasan

#### 4.3.1 Analisa torsi pengereman pada putaran mesin awal 7000 rpm

Dalam **Gambar 4.1** grafik torsi pengereman akan ditunjukkan perbandingan torsi pengereman dengan menggunakan mesin sepeda motor honda helmin-125cc, yang menggunakan bahan bakar premium dan Blue Gas. Pengujian ini menggunakan putaran mesin konstan 7000 – 2000 rpm. Hasil dari pengujian ini akan ditunjukkan dengan suatu grafik pada gambar 4.1.

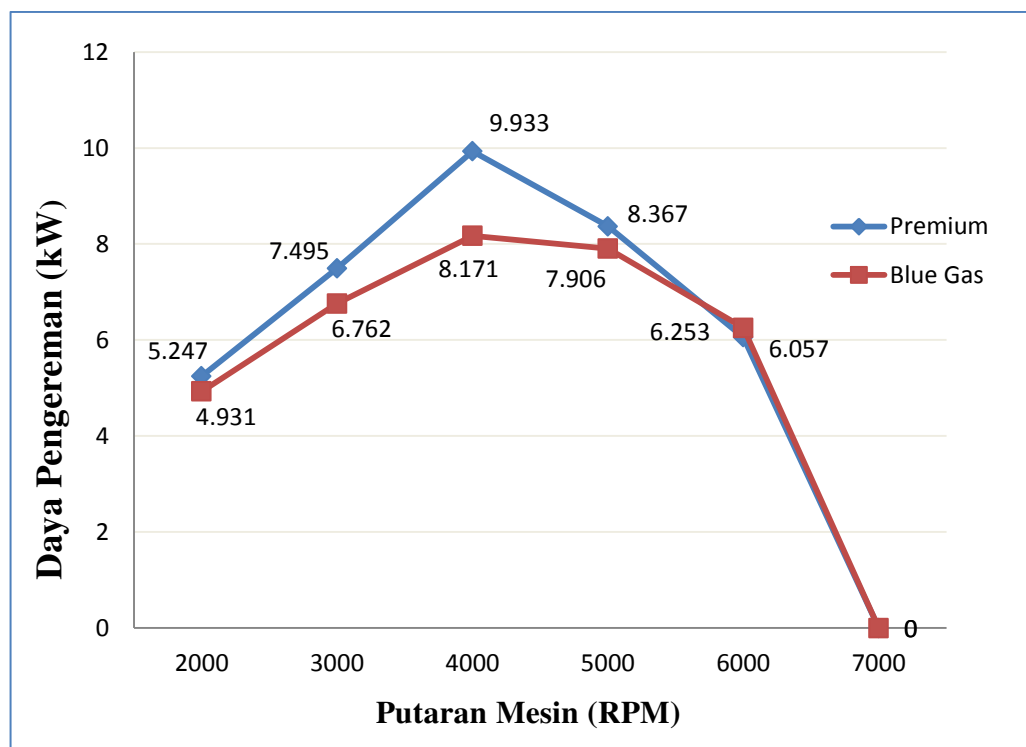


Gambar 4.1 Grafik Torsi Pengereman

Dari hasil grafik pada **Gambar 4.1** dapat disimpulkan bahwa torsi pengereman tertinggi yang dapat dicapai mesin berbahan bakar premium sebesar 25,0636 N.m terjadi pada putaran mesin 2000 rpm dan untuk Blue Gas sebesar 23,5558 N.m. Persentase tertinggi pada torsi pengereman terjadi pada putaran mesin 5000-4000 rpm sebesar 60,2% untuk premium dan untuk Blue Gas terjadi pada putaran mesin 6000-5000 rpm sebesar 65,9%.

#### 4.3.2 Analisa daya pengereman pada putaran mesin awal 7000 rpm

Dalam **Gambar 4.2** grafik daya pengereman akan ditunjukkan perbandingan daya pengereman dengan menggunakan mesin sepeda motor honda helmin-125cc, yang menggunakan bahan bakar premium dan Blue Gas. Pengujian ini menggunakan putaran mesin konstan 7000 – 2000 rpm. Hasil dari pengujian ini akan ditunjukkan dengan suatu grafik pada **Gambar 4.2**.

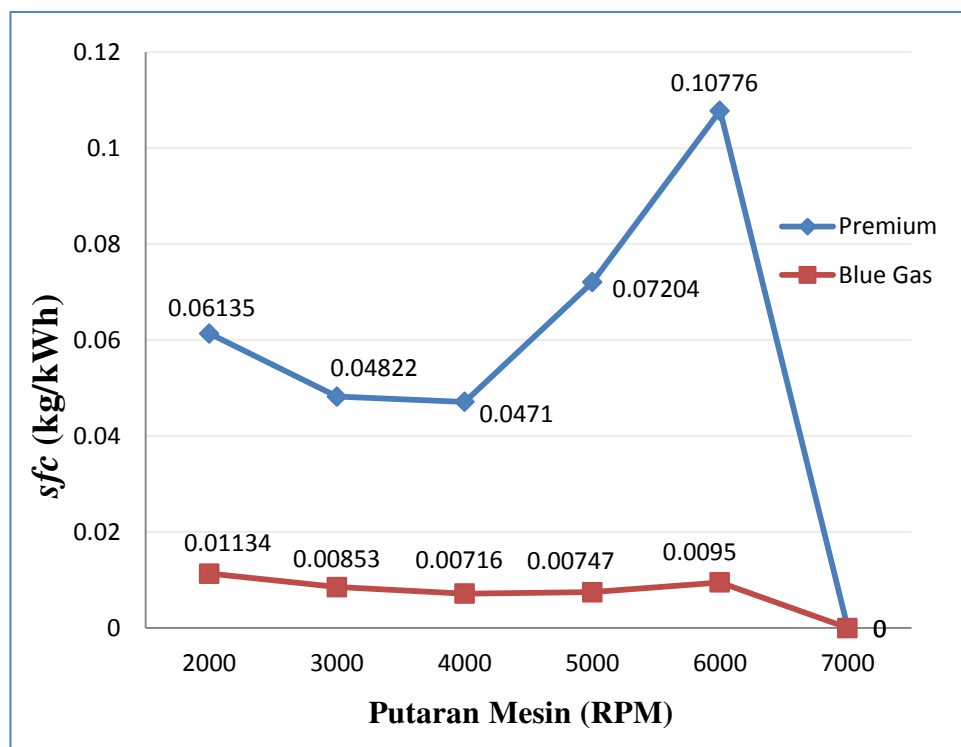


Gambar 4.2 Grafik Daya Pengereman

Dari hasil grafik pada **Gambar 4.2** dapat disimpulkan bahwa daya pengereman tertinggi yang dapat dicapai mesin berbahan bakar premium sebesar 9,933 kW terjadi pada putaran mesin 4000 rpm dan untuk Blue Gas sebesar 8,171 kW. Persentase tertinggi pada daya pengereman terjadi pada putaran mesin 6000-4000 rpm sebesar 7,28% untuk premium dan untuk Blue Gas terjadi pada putaran mesin 6000-4000 rpm sebesar 9,67%.

### 4.3.3 Analisa *Specific Fuel Consumption* pada putaran mesin awal 7000 rpm

*Specific Fuel Consumption* merupakan tingkat konsumsi bahan bakar yang digunakan mesin untuk menghasilkan satu daya. Semakin besar *sfc* maka menunjukkan mesin yang digunakan tidak irit dalam penggunaan bahan bakar. Pada **Gambar 4.3** akan ditunjukkan perbandingan *sfc* mesin yang memakai bahan bakar premium dan Blue Gas.



Gambar 4.3 Grafik *Specific Fuel Consumption*(*sfc*)

Dari hasil grafik pada **Gambar 4.3** disimpulkan bahwa terjadi penurunan pada putaran mesin 6000-4000 rpm untuk bahan bakar Premium sebesar 7,56% sedangkan untuk Blue Gas terjadi penurunan sebesar 0,81% pada putaran mesin 6000-4000 rpm maka dapat disimpulkan bahwa bahan bakar Premium yang memiliki efek yang cukup signifikan pada laju konsumsi bahan bakar spesifik / *specific fuel consumption*, dibandingkan Blue Gas.

## **BAB V**

### **PENUTUP**

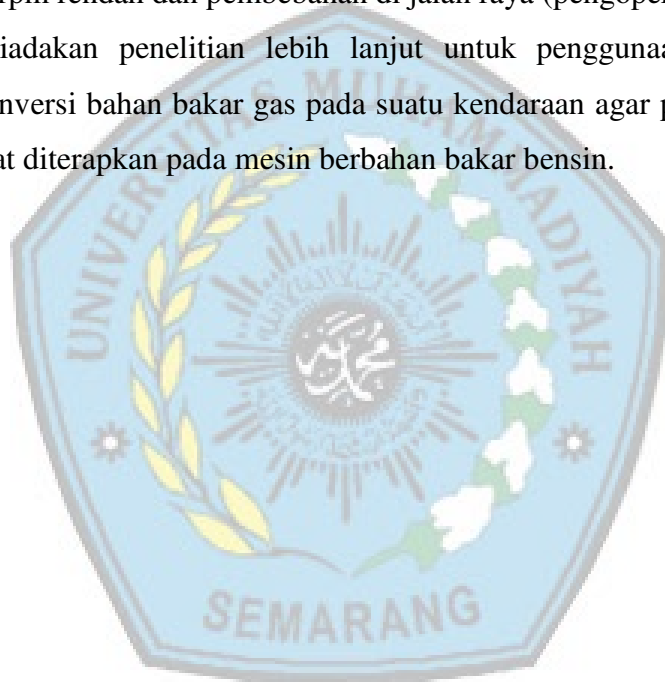
#### **5.1 Kesimpulan**

Dari hasil pengujian pada mesin sepeda motor Honda helmin 125cc (Karburator) pada kondisi standar untuk bahan bakar premium dan Blue Gas terhadap prestasi mesin dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Persentase tertinggi pada torsi pengereman terjadi pada putaran mesin 5000-4000 rpm sebesar 60,2% untuk premium dan untuk Blue Gas terjadi pada putaran mesin 6000-5000 rpm sebesar 65,9%.
2. Persentase tertinggi pada daya pengereman terjadi pada putaran mesin 6000-4000 rpm sebesar 7,28% untuk premium dan untuk Blue Gas terjadi pada putaran mesin 6000-4000 rpm sebesar 9,67%.
3. Terjadi penurunan *sfc* pada putaran mesin 6000-4000 rpm untuk bahan bakar Premium sebesar 7,56% sedangkan untuk Blue Gas terjadi penurunan *sfc* sebesar 0,81% pada putaran mesin 6000-4000 rpm.

## 5.2 Saran

1. Diperlukan solusi dari kerugian-kerugian yang mungkin ada pada penggunaan bahan bakar Blue Gas, mengingat keuntungan-keuntungan yang diperoleh dari penggunaan bahan bakar ini.
2. Perlu diadakan penelitian lebih lanjut tentang karakteristik perbedaan bahan bakar premium dan Blue Gas sehingga dihasilkan torsi pengereman dan daya pegereman yang maksimal pada bahan bakar Blue Gas.
3. Perlu diadakan penelitian lebih lanjut untuk penggunaan bahan bakar Blue Gas pada kondisi rpm rendah dan pembebanan di jalan raya (pengoperasian normal).
4. Perlu diadakan penelitian lebih lanjut untuk penggunaan konverter kit untuk mengkonversi bahan bakar gas pada suatu kendaraan agar penggunaan bahan bakar gas dapat diterapkan pada mesin berbahan bakar bensin.



## Daftar Pustaka

1. Diakses dari situs <http://bahanbakar-gas.blogspot.co.id/2012/06/mengganti-bahan-bakar-bensin-ke-lpg.html> pada tanggal 12 Mei 2016
2. Diakses dari situs <https://irvanmaulana201.wordpress.com/2015/06/03/pengertian-umum-mesin-bensin/> pada tanggal 12 Mei 2016
3. Maleev, V.L., *“Internal-Combustion Engines”*, McGraw Hill Book Company, Singapore, 1973
4. Diakses dari situs <http://bahanbakar-gas.blogspot.co.id/2015/02/jenis-jenis-bahan-bakar.html> pada tanggal 12 Mei 2016
5. Diakses dari situs <http://artikel-teknologi.com/perbandingan-karakteristik-beberapa-bahan-bakar/> pada tanggal 27 Agustus 2016
6. Diakses dari situs <https://www.scribd.com/doc/302420380/bahasan> pada tanggal 27 Agustus 2016
7. Heywood, John B., *“Internal Combustion Engine Fundamentals”*, McGraw Hill Book Company, Singapore, 1988.
8. Collet, C.V., Hope, A.D., *“Engineering Measurement”*, The English Language Book Society and Pitman, Great Britanian, 1983.
9. Pulkrabek, Willard W, *“Engineering Fundamentals Of The Internal Combustion Engine”*, Prentice-Hall International Inc, New Jersey, 1997.

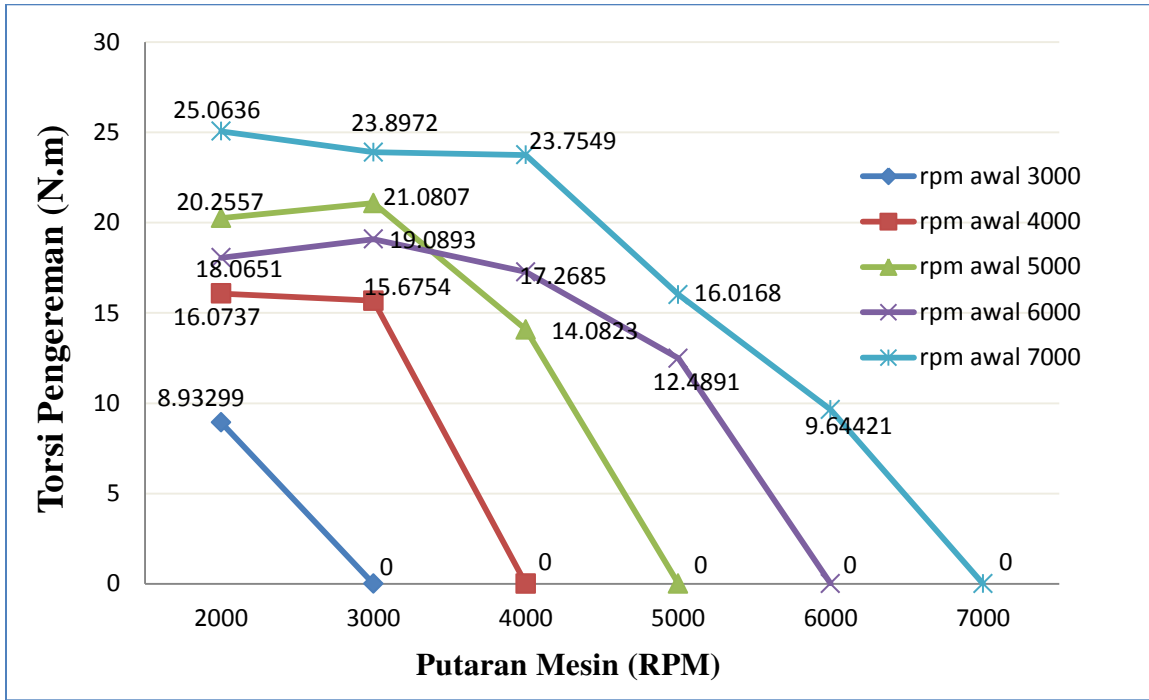




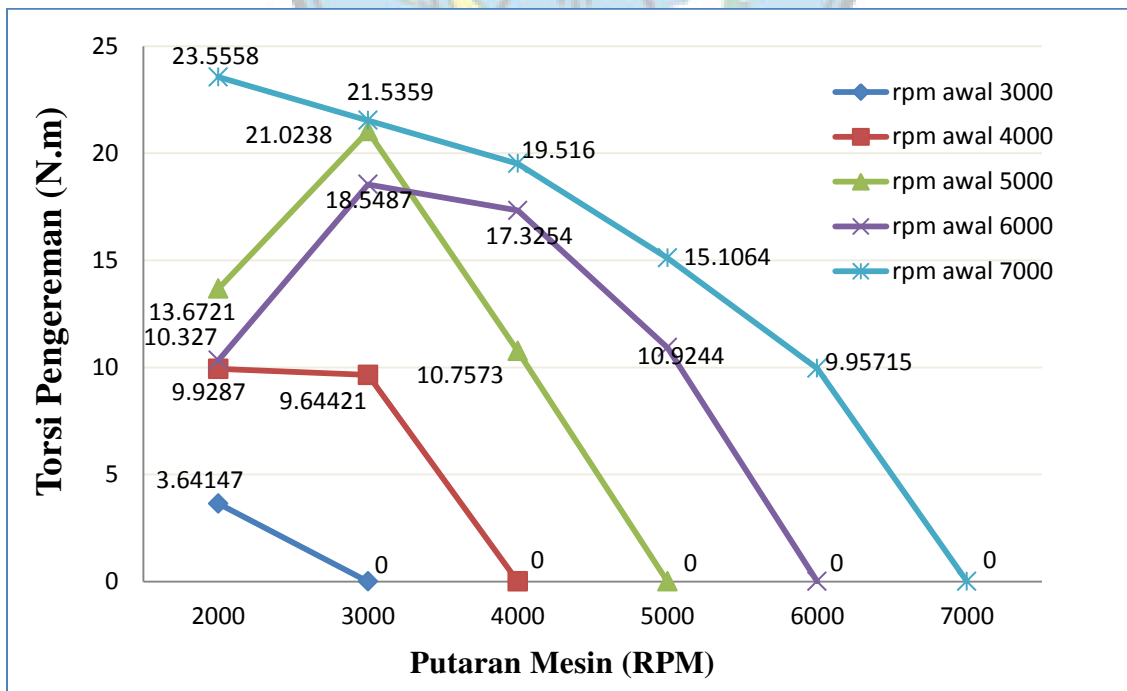
Lampiran 1 Tabel hasil perhitungan pada pengujian mesin sepeda motor berbahan bakar premium dan blue gas

| Putaran Mesin<br>Awal (RPM) | Putaran Mesin<br>Setelah Pembebanan (RPM) | Konsumsi Bahan Bakar / 2 menit |               | Beban (kg) |          | Lengan<br>(m) | Torsi Pengereman (N.m) |           | Daya Pengereman (kW) |           | sfc (kg/kWh) |          |
|-----------------------------|---|--------------------------------|---------------|------------|----------|---------------|------------------------|-----------|----------------------|-----------|--------------|----------|
|                             |   | Premium (ml)                   | Blue Gas (gr) | Premium    | Blue Gas |               | Premium                | Blue Gas  | Premium              | Blue Gas  | Premium      | Blue Gas |
|                             | 3000                                      | 13,6                           | 0,3           | 0          | 0        | 0,29          | 0                      | 0         | 0                    | 0         | 0            | 0        |
| 3000                        | 2000                                      | 12,5                           | 0,1           | 3,14       | 1,28     | 0,29          | 8,932986               | 3,641472  | 1,8699717            | 0,7622815 | 0,1484       | 0,00229  |
|                             | 4000                                      | 14                             | 0,8           | 0          | 0        | 0,29          | 0                      | 0         | 0                    | 0         | 0            | 0        |
| 4000                        | 3000                                      | 12                             | 0,6           | 5,65       | 3,39     | 0,29          | 16,07369               | 9,644211  | 5,0471371            | 3,0282823 | 0,05278      | 0,00346  |
|                             | 2000                                      | 9,1                            | 0,65          | 5,51       | 3,49     | 0,29          | 15,6754                | 9,928701  | 3,2813835            | 2,0784081 | 0,06157      | 0,00546  |
|                             | 5000                                      | 17,8                           | 1,4           | 0          | 0        | 0,29          | 0                      | 0         | 0                    | 0         | 0            | 0        |
| 5000                        | 4000                                      | 16,7                           | 1,35          | 4,95       | 3,78     | 0,29          | 14,08226               | 10,753722 | 5,8957708            | 4,5022249 | 0,06288      | 0,00524  |
|                             | 3000                                      | 14,3                           | 1,1           | 7,41       | 7,39     | 0,29          | 21,08071               | 21,023811 | 6,6193426            | 6,6014767 | 0,04796      | 0,00291  |
|                             | 2000                                      | 12,5                           | 0,9           | 7,12       | 4,79     | 0,29          | 20,25569               | 13,627071 | 4,2401907            | 2,8526002 | 0,06545      | 0,00551  |
|                             | 6000                                      | 22,6                           | 2,4           | 0          | 0        | 0,29          | 0                      | 0         | 0                    | 0         | 0            | 0        |
|                             | 5000                                      | 20,7                           | 2,3           | 4,39       | 3,84     | 0,29          | 12,48911               | 10,924416 | 6,5359681            | 5,717111  | 0,07031      | 0,00703  |
| 6000                        | 4000                                      | 19,7                           | 2             | 6,07       | 6,09     | 0,29          | 17,26854               | 17,325441 | 7,2297633            | 7,2535846 | 0,06049      | 0,00482  |
|                             | 3000                                      | 14,8                           | 1,95          | 6,71       | 6,52     | 0,29          | 19,08928               | 18,548748 | 5,9940336            | 5,8243069 | 0,05481      | 0,00585  |
|                             | 2000                                      | 12,9                           | 1,8           | 6,35       | 3,63     | 0,29          | 18,06512               | 10,326987 | 3,7816307            | 2,1617826 | 0,07573      | 0,01455  |
|                             | 7000                                      | 37,1                           | 3,5           | 0          | 0        | 0,29          | 0                      | 0         | 0                    | 0         | 0            | 0        |
|                             | 6000                                      | 29,4                           | 3,4           | 3,39       | 3,5      | 0,29          | 9,644211               | 9,95715   | 6,0565645            | 6,2530902 | 0,10776      | 0,0095   |
| 7000                        | 5000                                      | 27,2                           | 3,38          | 5,63       | 5,31     | 0,29          | 16,01679               | 15,106419 | 8,3821185            | 7,9056926 | 0,07204      | 0,00747  |
|                             | 4000                                      | 21,1                           | 3,35          | 8,35       | 6,86     | 0,29          | 23,75492               | 19,516014 | 9,9453911            | 8,1707045 | 0,0471       | 0,00716  |
|                             | 3000                                      | 16,3                           | 3,3           | 8,4        | 7,57     | 0,29          | 23,89716               | 21,535893 | 7,5037082            | 6,7622704 | 0,04822      | 0,00853  |
|                             | 2000                                      | 14,5                           | 3,2           | 8,81       | 8,28     | 0,29          | 25,06357               | 23,555772 | 5,2466404            | 4,9310083 | 0,06135      | 0,01134  |

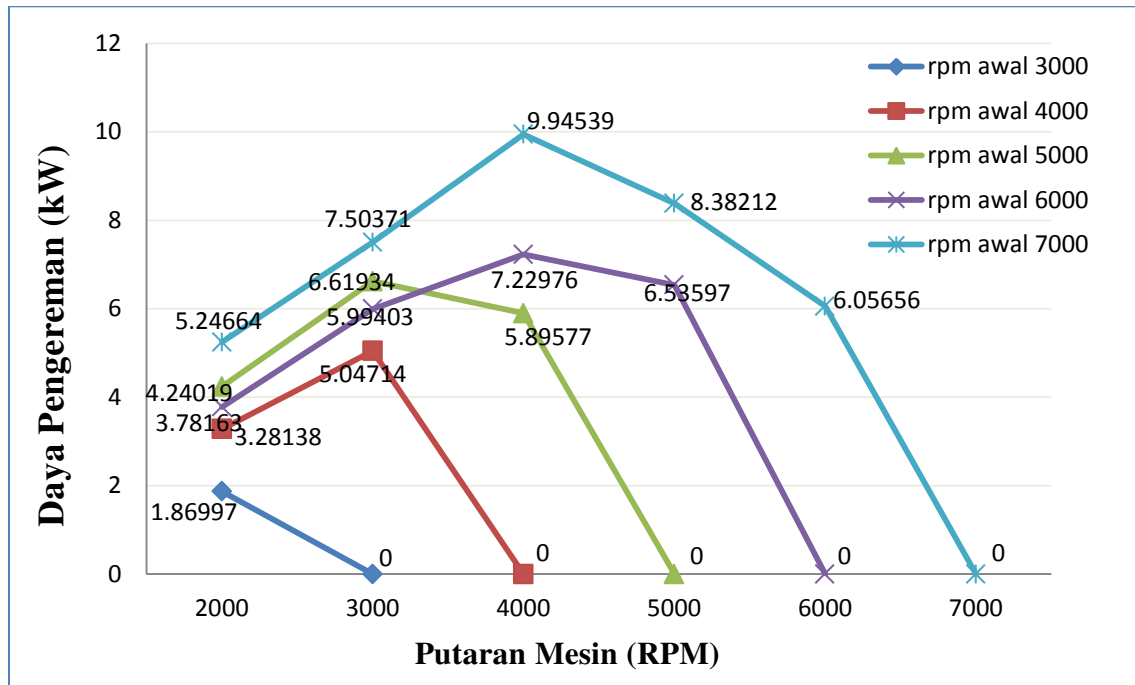
Lampiran 2 Grafik torsi pengereman pada pengujian mesin sepeda motor berbahan bakar premium



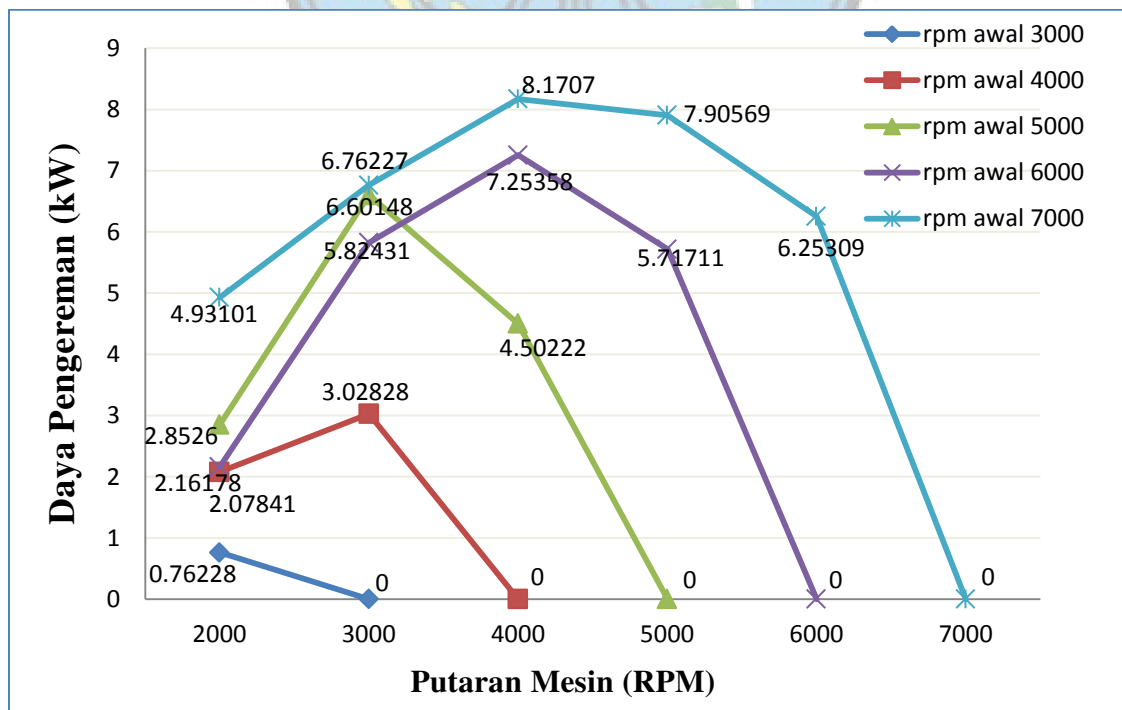
Lampiran 3 Grafik torsi pengereman pada pengujian mesin sepeda motor berbahan bakar blue gas



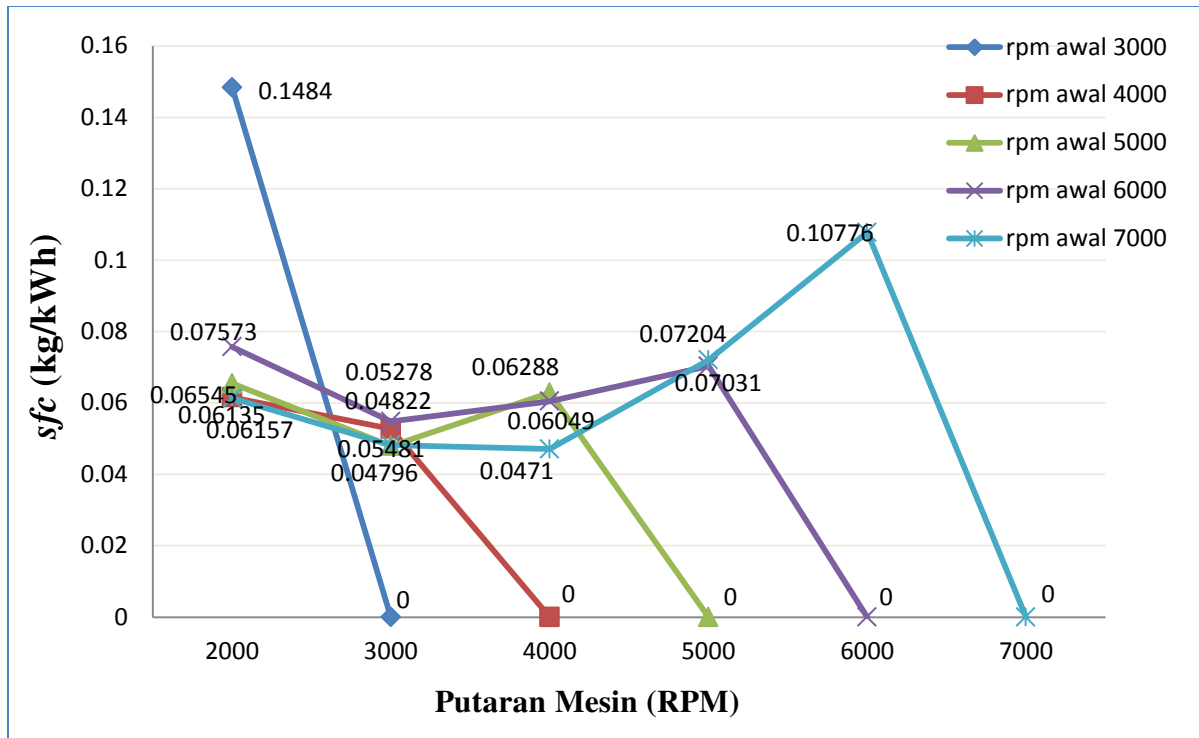
Lampiran 4 Grafik daya pengereman pada pengujian mesin sepeda motor berbahan bakar premium



Lampiran 5 Grafik daya pengereman pada pengujian mesin sepeda motor berbahan bakar blue gas



Lampiran 6 Grafik *sfc* pada pengujian mesin sepeda motor berbahan bakar premium



Lampiran 7 Grafik *sfc* pada pengujian mesin sepeda motor berbahan bakar blue gas

