

**“PENGARUH PENAMBAHAN ZAT ADITIF KEDALAM BAHAN  
BAKAR RON 88 TERHADAP UNJUK KERJA MOTOR BENSIN  
MOTOYAMA SPE 460 GP”**

**TUGAS AKHIR**

*Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Mata Kuliah Tugas Akhir*



Oleh :

**REZKI MARWADANI**

**133310013**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS ISLAM RIAU**

**PEKANBARU**

**2020**

LEMBAR PERSETUJUAN

TUGAS AKHIR

PENGARUH PENAMBAHAN ZAT ADITIF KEDALAM BAHAN BAKAR  
RON 88 TERHADAP UNJUK KERJA MOTOR BENSIN MOTOYAMA  
SPE 460 GP

Disusun Oleh:

REZKI MARWADANI

13.331.0013

Diperiksa dan Disetujui Oleh :



Eddy Elfiano, ST., M.Eng  
Dosen Pembimbing

11/05/2020

Tanggal :

LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

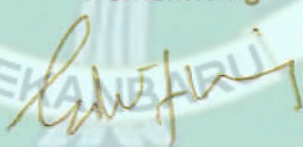
PENGARUH PENAMBAHAN ZAT ADITIF KEDALAM BAHAN BAKAR  
RON 88 TERHADAP UNJUK KERJA MOTOR BENSIN MOTOYAMA  
SPE 460 GP

UNIVERSITAS ISLAM RIAU  
Disusun Oleh :

REZKI MARWADANI  
13.331.0013

Telah Diuji Didepan Dewan Penguji Pada Tanggal  
08 Mei 2020 Dan Dinyatakan  
Telah Memenuhi Syarat Diterima

Disetujui Oleh :  
Pembimbing

  
Eddy Elfiano, ST., M.Eng  
NIDN : 1025057501

Disahkan Oleh :

Pekanbaru, 08 Mei 2020  
Ka. Prodi Teknik Mesin

  
Dody Yulianto, ST., MT  
NIDN : 1029077302

## KATA PENGANTAR



**Assalamualaikum, Wr. Wb.**

Puji syukur ke hadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat, karunia dan anugerah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Adapun tujuan penulisan tugas akhir ini adalah untuk memenuhi persyaratan guna mencapai gelar sarjana teknik di Prodi Mesin Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.

Dibalik keberhasilan penulias dalam menyusun tugas akhir ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, maka sudah sepantasnya penulis mengucapkan terima kasih yang sangat mendalam kepada semua pihak yang telah berpartisipasi dalam penelitian dan penulisan tugas akhir ini khususnya kepada :

1. Ibunda dan Ayahanda yang tercinta, adikku yang kusayangi yang telah memberikan do'a restu yang sepenuhnya kepada penyusun untuk melaksanakan dan menyelesaikan tugas akhir yang merupakan bagian dari mata kuliah yang harus diambil.
2. Bapak Eddy Elfiano, ST., M.Eng selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir dan Kepala Laboratorium Teknik Mesin Universitas Islam Riau telah membantu dan membimbing dalam penyusunan tugas akhir.
3. Bapak Dody Yulianto, ST., MT, selaku Ketua Prodi Teknik Mesin Universitas Islam Riau dan juga sebagai Dosen penyanggah Tugas Akhir..

4. Ibu Dr. Kurnia Hastuti, ST.,MT, selaku Wakil Dekan I Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
5. Bapak Sehat Abdi S. ST., MT, selaku Dosen Teknik Mesin Universitas Islam Riau dan sebagai Dosen penyanggah Tugas Akhir.
6. Kepada seluruh dosen Program Studi Teknik Mesin yang telah menuangkan ilmunya kepada saya.
7. Intan Zevani sebagai teman pendamping yang selalu setia memberikan semangat, kasih sayang, motivasi dan doa kepada penulis.
8. Rekan - rekan seperjuangan yang telah membantu memberikan dorongan moral dalam pembuatan tugas akhir.
9. Muhammad Firdaus, ST yang terlibat langsung membantu dalam pembuatan penelitian.

Akhir kata penulis mengucapkan terimakasih yang tidak terhingga kepada semua pihak yang berperan dalam penyelesaian tugas akhir. Semoga tugas akhir ini dapat berguna dan bermanfaat bagi penulis dan pembaca untuk menambah ilmu pengetahuan dan wawasan.

Pekanbaru, 8 Mei 2020

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>i</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>iii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>vii</b>
<b>DAFTAR NOTASI</b> .....	<b>viii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>x</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>xi</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	2
1.3. Tujuan Penelitian .....	3
1.4. Batasan Masalah .....	3
1.5. Manfaat Penelitian .....	4
1.6. Sistematika penulisan .....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>6</b>
2.1. Motor Bakar .....	6
2.2. Siklus Otto .....	7
2.3. Sistem Kerja Motor Bakar .....	8
2.3.1. Motor Bensin 4 Langkah .....	9
2.4. Bahan Bakar Cair .....	10
2.5. Karakteristik Bahan Bakar .....	11
2.6. Zat Aditif .....	17

2.6.1 Jenis – Jenis Zat Aditif .....	18
2.7. Proses Pembakaran .....	18
2.8. Premium .....	23
2.9. Pertamina .....	24
2.10. Performa Mesin Bensin .....	25
2.10.1. Torsi Mesin .....	26
2.10.2. Daya (Power) .....	26
2.10.3. Pemakaian Bahan Bakar Spesifik ( <i>SFC</i> ) .....	27
2.10.4. Efisiensi Volumetrik .....	27
2.10.5. Efisiensi Termal .....	29
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>30</b>
3.1. Diagram Alir Penelitian .....	30
3.2. Model Penelitian .....	31
3.3. Alat Penelitian .....	31
3.3.1. Alat Uji .....	31
3.3.2. <i>Stopwatch</i> .....	33
3.3.3. Timbangan Digital .....	34
3.4. Bahan Penelitian .....	34
3.4.1. Zat Aditif .....	35
3.4.2. Bahan Bakar .....	36
3.5. Prosedur Pengujian .....	36
3.6. Pengujian .....	37
3.7. Petunjuk Keamanan .....	39
3.8. Jadwal Kegiatan Penelitian .....	40
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>41</b>
4.1. Data Hasil Penelitian .....	41

4.2. Hasil Perhitungan .....	42
4.2.1. Perhitungan Torsi .....	43
4.2.1.1. Perhitungan Torsi Pada Bahan Bakar RON 92 Murni .....	43
4.2.1.2. Perhitungan Torsi Pada Bahan Bakar RON 88 Murni .....	43
4.2.1.3 Perhitungan Penambahan Zat Aditif 0,05 Gram Terhadap Torsi Pada Bahan Bakar RON 88 .....	44
4.2.1.4. Perhitungan Penambahan Zat Aditif 0,1 Gram Terhadap Torsi Pada Bahan Bakar RON 88 .....	45
4.2.1.5. Perhitungan Penambahan Zat Aditif 0,15 Gram Terhadap Torsi Pada Bahan Bakar RON 88 .....	45
4.2.1.6. Perhitungan Penambahan Zat Aditif 0,2 Gram Terhadap Torsi Pada Bahan Bakar RON 88 .....	46
4.2.2. Perhitungan Daya .....	48
4.2.2.1. Perhitungan Daya Pada Bahan Bakar RON 92 Murni .....	48
4.2.2.2. Perhitungan Daya Pada Bahan Bakar RON 88 Murni .....	49
4.2.2.3 Perhitungan Penambahan Zat Aditif 0,05 Gram Terhadap Daya Pada Bahan Bakar RON 88 .....	50
4.2.2.4. Perhitungan Penambahan Zat Aditif 0,1 Gram Terhadap Daya Pada Bahan Bakar RON 88 .....	51
4.2.2.5. Perhitungan Penambahan Zat Aditif 0,15 Gram Terhadap Daya Pada Bahan Bakar RON 88 .....	51
4.2.2.6. Perhitungan Penambahan Zat Aditif 0,2 Gram Terhadap Daya Pada Bahan Bakar RON 88 .....	52
4.2.3. Perhitungan Pemakaian Bahan Bakar Spesifik ( <i>SFC</i> ) .....	55
4.2.3.1. Perhitungan <i>SFC</i> Pada Bahan Bakar RON 92 Murni .....	55
4.2.3.2. Perhitungan <i>SFC</i> Pada Bahan Bakar RON 88	



Murni .....	56
4.2.3.3. Perhitungan Penambahan Zat Aditif 0,05 Gram Terhadap <i>SFC</i> Pada Bahan Bakar RON 88 .....	58
4.2.3.4. Perhitungan Penambahan Zat Aditif 0,1 Gram Terhadap <i>SFC</i> Pada Bahan Bakar RON 88 .....	59
4.2.3.5. Perhitungan Penambahan Zat Aditif 0,15 Gram Terhadap <i>SFC</i> Pada Bahan Bakar RON 88 .....	60
4.2.3.6. Perhitungan Penambahan Zat Aditif 0,2 Gram Terhadap <i>SFC</i> Pada Bahan Bakar RON 88 .....	62
4.2.4. Perhitungan Efisiensi Volumetrik .....	65
4.2.5. Perhitungan Efisiensi Termis .....	67
4.2.5.1. Perhitungan Efisiensi Termis Pada Bahan Bakar RON 92 Murni .....	68
4.2.5.2. Perhitungan Efisiensi Termis Pada Bahan Bakar RON 88 Murni .....	68
4.2.5.3. Perhitungan Penambahan Zat Aditif 0,05 Gram Terhadap Efisiensi Termis Pada Bahan Bakar RON 88...	69
4.2.5.4. Perhitungan Penambahan Zat Aditif 0,1 Gram Terhadap Efisiensi Termis Pada Bahan Bakar RON 88...	70
4.2.3.5. Perhitungan Penambahan Zat Aditif 0,15 Gram Terhadap Efisiensi Termis Pada Bahan Bakar RON 88...	71
4.2.3.6. Perhitungan Penambahan Zat Aditif 0,2 Gram Terhadap Efisiensi Termis Pada Bahan Bakar RON 88...	72
<b>BAB V PENUTUP .....</b>	<b>75</b>
5.5. Kesimpulan .....	75
5.6. Saran .....	76
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>78</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>79</b>

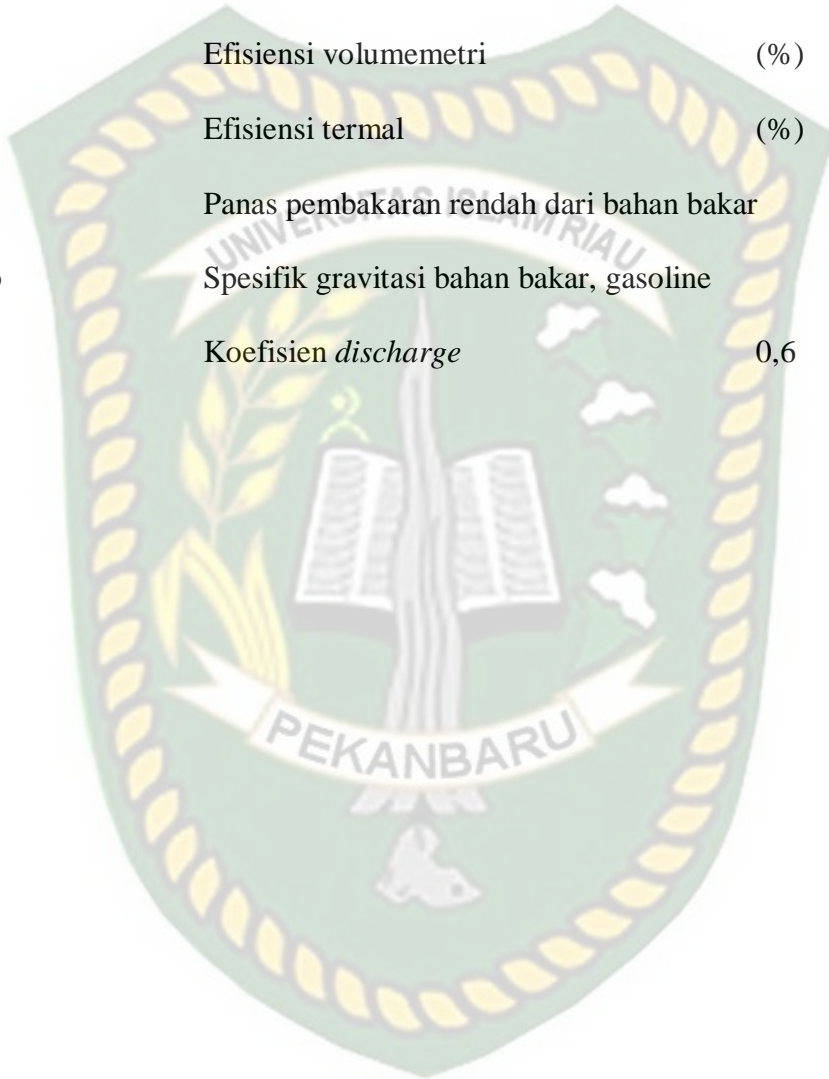
## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
3.1 Diagram Alir Penelitian .....	30
3.2 Alat Uji Motor Bensin .....	32
3.3 <i>Stopwatch</i> .....	33
3.4 Timbangan Digital .....	34
3.5 Zat Aditif .....	35
3.6 Bahan Bakar .....	36
4.1 Torsi pada bahan bakar RON 88 dengan penambahan zat aditif, RON 88 murni dan RON 92 murni .....	47
4.2 Daya pada bahan bakar RON 88 dengan penambahan zat aditif, RON 88 murni dan RON 92 murni .....	54
4.3 Pemakaian bahan bakar spesifik pada bahan bakar RON 88 dengan penambahan zat aditif, RON 88 murni dan RON 92 murni .....	64
4.4 Effisiensi thermis pada bahan bakar RON 88 dengan penambahan zat aditif, RON 88 murni dan RON 92 murni .....	73

## DAFTAR NOTASI

<u>Simbol</u>	<u>Notasi</u>	<u>Satuan</u>
n	Putaran mesin	(rpm)
P	Daya	(kW)
T	Torsi	(Nm)
F	Gaya	(N)
L	Panjang lengan torsi	(m)
$m_a$	Jumlah udara sesungguhnya dibutuhkan	(kg/jam)
$\rho_{ud}$	Massa jenis udara	(kg/m <sup>3</sup> )
$\rho_{ud}$	Massa jenis udara	(kg/m <sup>3</sup> )
$\rho_{air}$	Massa jenis udara	(kg/m <sup>3</sup> )
$P_{ov}$	Tekanan udara luar	(Pa)
$P_{iv}$	Tekanan udara venturi	(Pa)
Q	Laju aliran udara	(m <sup>3</sup> /s)
$D_a$	Diameter masuk <i>orifice</i>	(m)
$D_b$	Diameter <i>orifice</i>	(m)
$T_{ud}$	Temperatur udara	(°K)
$m_{ai}$	Jumlah udara ideal yang dibutuhkan	(kg/jam)
$V_1$	Volume langkah total	(m <sup>3</sup> )
$B_e$	Pemakaian Bahan Bakar (kg/jam.kW)	
$m_f$	Pemakaian bahan bakar tiap jam	(kg/jam)
t	Waktu	(detik)

X	Jumlah minyak yang digunakan	(mL)
Ne	Daya efektif mesin	(kW)
Mt	Momen puntir	(Nm)
$\dot{n}_v$	Efisiensi volumetri	(%)
$\dot{n}_{th}$	Efisiensi termal	(%)
LHV	Panas pembakaran rendah dari bahan bakar	
spgrbb	Spesifik gravitasi bahan bakar, gasoline	
C	Koefisien <i>discharge</i>	0,6



## DAFTAR TABEL

<b>Tabel</b>	<b>Halaman</b>
Tabel 3.1 Jadwal Penelitian.....	40
Tabel 4.1 Data Pengujian Menggunakan Bahan Bakar RON 92 Murni.....	42
Tabel 4.2 Data Pengujian Menggunakan Bahan Bakar RON 88 Murni.....	42
Tabel 4.3 Data Pengujian Menggunakan Bahan Bakar RON 88 Dengan penambahan zat aditif .....	42
Tabel 4.4 Torsi pada bahan bakar RON 88 dengan penambahan zat aditif, RON 88 murni dan RON 92 murni .....	47
Tabel 4.5 Daya pada bahan bakar RON 88 dengan penambahan zat aditif, RON 88 murni dan RON 92 murni .....	53
Tabel 4.6 Pemakaian bahan bakar pada RON 88 dengan penambahan zat aditif, RON 88 murni dan RON 92 murni .....	63
Tabel 4.7 Efisiensi thermis pada RON 88 dengan penambahan zat aditif, RON 88 murni dan RON 92 murni .....	73

**PENGARUH PENAMBAHAN ZAT ADITIF KEDALAM BAHAN BAKAR  
RON 88 TERHADAP UNJUK KERJA MOTOR BENSIN SPE MOTOYAMA  
460 GP**

Reski Marwadani, Edy Elfiano.

Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Univeritas Islam Riau  
Jl. Kaharuddin Nasution Km 11 No. 113 Perhentian Marpoyan, Pekanbaru  
Telp. 0761 – 674635 Fax. (0761) 674834  
Email : [rezki.marwadai@gmail.com](mailto:rezki.marwadai@gmail.com)

**ABSTRAK**

*Zat aditif merupakan bahan yang ditambahkan pada bahan bakar kendaraan bermotor, baik mesin bensin maupun mesin diesel. Hal ini menyebabkan baik untuk mesin bensin dan diesel, larut sempurna dalam bahan bakar, membantu menghemat bahan bakar meningkatkan tenaga, Selain itu dapat meningkatkan bahan bakar, menghilangkan endapan karbon, meningkatkan oktan dan menurunkan kadar emisi gas buang. Disamping itu, prospek permintaan konsumen sangat membutuhkan kendaraan bermotor dengan kinerja mesin yang optimal dan irit bahan bakar, prospek permintaan konsumen terhadap zat aditif semakin meningkat sejalan dengan bertambahnya jumlah penduduk, Pada penelitian ini, penambahan zat aditif bervariasi pada bahan bakar RON 88, bahan bakar RON 88 murni dan RON 92 murni terhadap unjuk kerja mesin motoyama SPE460 GP. Bahan bakar RON 88. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa pengaruh penambahan zat aditif bervariasi per-tablet pada bahan bakar RON 88 terhadap unjuk kerja mesin motoyama SPE460GP. Pada RON 88 dengan penambahan zat aditif 0,2 gram nilai torsi nya lebih besar yaitu 29,25 Nm, karena adanya pembakaran yang lebih sempurna dan ruang bakar lebih bersih sehingga mempengaruhi pembakaran, pembakaran yang baik mendorong torak lebih cepat dari TMA ke TMB kemudian menghasilkan tekanan yang tinggi dan peningkatan pada torsi dari penambahan zat aditif 0,2 gram juga mempengaruhi daya lebih jauh lebih tinggi yaitu sebesar 61,2 kW. Sehingga membuat terjadinya pembakaran di ruang bakar stabil atau sempurna sehingga pemakaian bahan bakar spesifik akan semakin kecil (lebih irit) yaitu 0,015 kg/jam.kW. Dengan adanya peningkatan pada nilai kalor (LHV) mempengaruhi pembakaran ruang bakar lebih baik sehingga efisiensi thermis meningkat yaitu sebesar 87%.*

Kata kunci : *Penambahan Zat Aditif, RON 88, Unjuk Kerja.*

Ket : 1. Penulis  
2. Pembimbing

## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar Belakang

Peningkatan jumlah kendaraan bermotor saat ini begitu pesat, hal ini dikarenakan meningkatnya kebutuhan masyarakat akan kendaraan bermotor. Salah satu kendaraan bermotor yang digunakan adalah motor bensin. Motor bensin dalam pengoperasiannya menggunakan jenis bahan bakar premium, pertalite, pertamax dan pertamax turbo agar dapat bekerja dengan baik dan optimal. Sedangkan penggunaan bahan bakar ini tergantung dari spesifikasi perbandingan kompresi motor bensin yang digunakan.

Namun berdasarkan pengamatan yang dilakukan peneliti di lapangan, banyak pengguna motor bensin dengan perbandingan kompresi yang tinggi, seharusnya menggunakan bahan bakar dengan angka oktan tinggi seperti pertamax dan pertamax turbo. Akan tetapi masyarakat menggunakan bahan bakar premium yang memiliki angka oktan rendah. Peran bahan bakar sangat penting dalam proses pembakaran karena dapat mempengaruhi performa mesin secara keseluruhan dan efisiensi pembakaran pada mesin itu sendiri. Selain itu, efek dari pembakaran yang tidak sempurna di dalam ruang bakar pada mesin dapat mengakibatkan *knocking* pada mesin [1]. Berbagai macam cara digunakan untuk meningkatkan nilai oktan bahan bakar. Karena nilai oktan dari bahan bakar merupakan salah satu parameter untuk mengetahui kesempurnaan pembakaran di dalam mesin. Konsumen sangat membutuhkan kendaraan bermotor dengan kinerja mesin yang optimal dan irit bahan bakar.

Menurut penelitian [2] zat aditif dibedakan menjadi dua yaitu zat aditif sintetik atau buatan dan zat aditif alami. Kemudian dari hasil penelitian yang dilakukan dengan menggunakan zat aditif TOP 1 *octane booster*, diperoleh penurunan konsumsi bahan bakar dibandingkan dengan RON 88 tanpa aditif yang mana konsumsi bahan bakar lebih banyak.

Berdasarkan penelitian di atas, maka peneliti sepeda motor dengan menggunakan zat aditif TOP 1 *octane booster* tidak memperhatikan kesesuaian variasi pemakaian antara oktan bahan bakar dengan perbandingan kompresi sepeda motor yang digunakan. Ketidak sesuaian antara perbandingan kompresi kendaraan dengan angka oktan bahan bakar yang digunakan, hal ini akan menyebabkan proses pembakaran yang terjadi di dalam silinder tidak terlihat perbedaan dari zat aditif tersebut.

Maka dari itu penulis berencana melakukan penelitian tentang “**Pengaruh Penambahan Zat Aditif Kedalam Bahan Bakar RON 88 Terhadap Unjuk Kerja Motor Bensin Tipe SPE Motoyama 460 GP**”, Pengujian dilakukan pada mesin yang mempunyai jumlah satu silinder dan zat aditif divariasikan volume pemakaiannya. Hal ini dimaksudkan agar semakin meningkat performa mesin, sehingga perbedaan tenaga dan torsi mesin terlihat jelas ketika saat melakukan pengujian yang akan dilakukan.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, penulis merumuskan permasalahan sebagai berikut :



1. Bagaimana unjuk kerja dari campuran zat aditif pada motor bensin SPE motoyama 460 GP?
2. Pada campuran zat aditif mana yang dapat mendekati unjuk kerja dari bahan bakar RON 92 ?

### **1.3 Tujuan Penelitian**

Dalam perkembangan ilmu pengetahuan di bidang teknologi dituntut mengetahui lebih lanjut, mengetahui lebih baik secara teori maupun aplikasi pemakaian dilapangan sehingga tujuan yang hendak di capai dalam penelitian diantaranya yaitu:

1. Menghitung unjuk kerja dari campuran zat aditif yang ditambahkan kedalam RON 88 pada motor bensin SPE motoyama 460 GP.
2. Untuk mendapatkan campuran zat aditif mana yang mendekati unjuk kerja dari bahan bakar RON 92.

### **1.4 Batasan Masalah**

Agar didapat hasil yang baik maka didalam penulisan ini perlu adanya pembatasan masalah. Pembatasan masalah ini adalah untuk menyederhanakan permasalahan agar dapat mmemberika arahan pemahaman secara mudah. Dalam penulisan ini batasan permasalahan yang dimbl adalah :

1. Spesifikasi motor yaitu SPE Motoyama 460 GP.
2. Pengujian dilakukan pada bahan bakar dengan RON 88 dan RON 92.
3. Pengujian ini dilakukan pada putaran mesin 2000 rpm.
4. Pengujian ini dilakukan menggunakan waktu 90 detik.

5. Pengujian ini dilakukan menggunakan zat aditif dengan jenis ECO RACING.

### 1.5 Manfaat Penelitian

Hasil dari dilakukannya penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat antara lain :

- a. Bagi penulis.

Penelitian ini berguna untuk menambah wawasan dan pengetahuan mengenai penambahan zat aditif kedalam bahan bakar RON 88 terhadap unjuk kerja mesin SPE motoyama 460 GP dalam dunia industri, serta pengaplikasian pengetahuan yang selama ini didapat selama masa perkuliahan.

- b. Bagi akademik.

Penelitian ini dapat memberikan sedikit masukan dan informasi yang diharapkan mampu memberikan manfaat baik dalam bidang akademik maupun dalam bidang praktisi.

- c. Bagi peneliti selanjutnya.

Penelitian ini berguna untuk memberikan masukan bagi peneliti selanjutnya dan menjadikan penelitian ini sebagai informasi pelengkap dalam penyusunan penelitian yang sejenis.

### 1.6 Sistematika Penulisan

Penyusunan ini bisa dijadikan untuk tugas akhir terbagi dalam lima bab secara garis besar dapat dijelaskan sebagai berikut:

**Bab I           Pendahuluan**

Pada bagian pendahuluan berisi latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

**Bab II           Tinjauan Pustaka**

Pada bab ini berisi tentang teori-teori yang berkaitan dengan penelitian studi eksperimen pembebanan hydro brake pada motor bensin yang berkaitan dengan masalah yang dibahas.

**Bab III          Metodologi Penelitian**

Bab ini memberikan informasi mengenai tempat dan waktu pelaksanaan penelitian, peralatan yang digunakan, tahapan dan prosedur penelitian.

**Bab IV          Hasil Dan Pembahasan,**

Bab ini berisi tentang hasil penelitian dan pembahasan dari studi eksperimen pembebanan hydro brake pada motor bensin.

**Bab V           Kesimpulan Dan Saran**

Bab ini berisi tentang kesimpulan dan saran.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Motor Bakar

Motor bakar merupakan jenis motor yang banyak digunakan saat ini untuk mengubah suatu energi panas menjadi energi mekanik. Energi tersebut di peroleh dari hasil pembakaran didalam ruang bakar [3]. Motor bakar dapat diklasifikasikan menjadi 2 (dua) macam. Adapun klasifikasi motor bakar adalah sebagai berikut :

1) Berdasarkan Sistem Pembakarannya.

a. Mesin pembakaran dalam

Mesin pembakaran dalam atau sering disebut sebagai *Internal Combustion Engine* (ICE), yaitu dimana proses pembakarannya berlangsung di dalam motor bakar itu sendiri sehingga gas pembakaran yang terjadi sekaligus berfungsi sebagai fluida kerja.

b. Mesin pembakaran luar

Mesin pembakaran luar atau sering disebut sebagai *Eksternal Combustion Engine* (ECE) yaitu dimana proses pembakarannya terjadi di luar mesin, energi termal dari gas hasil pembakaran dipindahkan ke fluida kerja mesin.

2) Berdasarkan system penyalaan

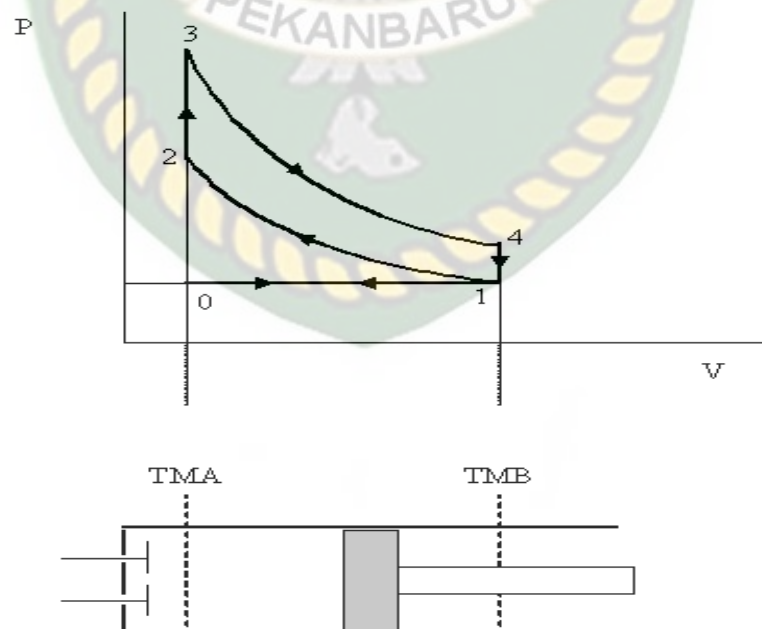
Motor bensin dapat juga disebut sebagai motor Otto. Motor tersebut dilengkapi dengan busi dan karburator. Busi menghasilkan loncatan bunga api listrik yang membakar campuran bahan bakar dan udara karena motor ini cenderung disebut

*spark ignition engine*. Pembakaran bahan bakar dengan udara ini menghasilkan daya. Di dalam siklus Otto (siklus ideal) pembakaran tersebut dimisalkan sebagai pemasukan panas pada volume konstan.

## 2.2 Siklus Otto

Siklus Otto adalah siklus termodinamika yang paling banyak digunakan dalam kehidupan manusia. Mobil dan sepeda motor berbahan bakar bensin (Petrol Fuel) adalah contoh penerapan dari sebuah siklus Otto dengan 4 (empat) langkah atau 2 (dua) langkah. Untuk mesin 4 (empat) langkah siklus kerja terjadi dengan 4 (empat) langkah piston atau 2 (dua) poros 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.

Diagram P-V dan T-S siklus Otto dapat dilihat pada gambar 2.2.



Gambar 2.2 Diagram P-V dan T-S Siklus Otto

(Sumber : Darmansyah, 2015)

Proses siklus otto sebagai berikut :

Proses 0-1: Langkah hisap, dimana volume berubah sedangkan tekanan konstan dan torak bergerak dari TMA ke TMB

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.

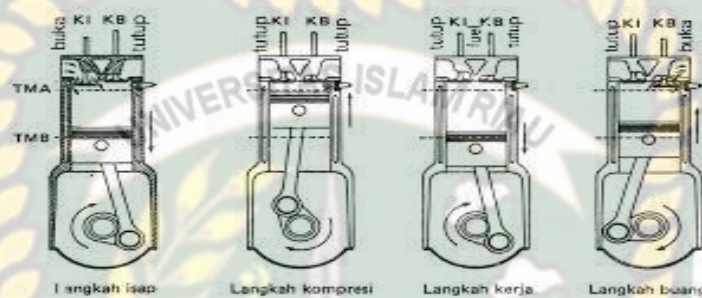
Proses 4-1 : proses pelepasan kalor pada volume konstan piston sesaat pada (TMB = titik mati bawah) dengan mentransfer kalor ke sekeliling dan kembali mlangkah pada titik awal.

### 2.3 Sistem Kerja Motor Bakar

Sistem kerja motor bakar merupakan prinsip kerja motor yang terdiri dari motor bensin 4 langkah dan motor bensin 2 langkah. Adapun prinsip kerja motor tersebut yaitu ;

### 2.3.1 Motor bensin 4 langkah

Motor bensin empat langkah adalah motor yang setiap satu kali pembakaran bahan bakar memerlukan 4 langkah dan 2 kali putaran poros engkol. Adapun prinsip kerja motor 4 langkah dapat dilihat pada gambar 2.5.



Gambar 2.3 Langkah Gerakan Torak 4 Langkah

(Sumber : Motor Bakar, 2014)

Langkah isap :

- Torak bergerak dari TMA ke TMB.
- Katup masuk terbuka, katup buang tertutup.
- Campuran bahan bakar dengan udara yang telah tercampur didalam karburator masuk kedalam silinder melalui katup masuk.
- Saat torak berada di TMB katup masuk akan tertutup.

Langkah kompresi :

- Torak bergerak dari TMB ke TMA.
- Katup masuk dan katup buang kedua-duanya tertutup sehingga gas yang telah diisap tidak keluar pada waktu ditekan oleh torak yang mengakibatkan tekanan gas akan naik.

- Beberapa saat sebelum torak mencapai TMA busi mengeluarkan bunga api listrik.
- Gas bahan bakar yang telah mencapai tekanan tinggi terbakar.
- Akibat pembakaran bahan bakar, tekanannya akan naik menjadi kira-kira tiga kali lipat.

Langkah kerja / ekspansi :

- Saat ini kedua katup masih dalam keadaan tertutup.
- Gas terbakar dengan tekanan yang tinggi akan mengembang kemudian menekan torak turun kebawah dari TMA ke TMB.
- Tenaga ini disalurkan melalui batang penggerak, selanjutnya oleh poros engkol diubah menjadi gerak rotasi.

Langkah pembuangan :

- Katup buang terbuka, katup masuk tertutup
- Torak bergerak dari TMB ke TMA

Gas sisa pembakaran terdorong oleh torak keluar melalui katup buang

#### **2.4 Bahan Bakar Cair**

Bahan bakar cair merupakan gabungan senyawa hidrokarbon yang diperoleh dari alam maupun secara buatan. Bahan bakar cair umumnya berasal dari minyak bumi. Dimasa yang akan datang, kemungkinan bahan bakar cair yang berasal dari *oil shale*, *tar sands*, batubara dan biomassa akan meningkat. Minyak bumi merupakan campuran alami hidrokarbon cair dengan sedikit belerang, nitrogen, oksigen, sedikit sekali metal, dan mineral [4].



Dengan kemudahan penggunaan, ditambah dengan efisiensi thermis yang lebih tinggi, serta penanganan dan pengangkutan yang lebih mudah, menyebabkan penggunaan minyak bumi sebagai sumber utama penyedia energi semakin meningkat. Secara teknis, bahan bakar cair merupakan sumber energi yang terbaik, mudah ditangani, mudah dalam penyimpanan dan nilai kalor pembakarannya cenderung konstan. Beberapa kelebihan bahan bakar cair dibandingkan dengan bahan bakar padat antara lain :

- Kebersihan dari hasil pembakaran
- Menggunakan alat bakar yang lebih kompak
- Penanganannya lebih mudah

Salah satu kekurangan bahan bakar cair ini adalah harus menggunakan proses pemurnian yang cukup kompleks.

## 2.5 Karakteristik Bahan Bakar Cair

Karakteristik bahan bakar cair yang akan dipakai pada penggunaan tertentu untuk mesin atau peralatan lainnya perlu diketahui terlebih dahulu, dengan maksud agar hasil pembakaran dapat tercapai secara optimal. Secara umum karakteristik bahan bakar cair yang perlu diketahui adalah sebagai berikut :

1. Berat Jenis, *Specific Gravity*,  $^{\circ}\text{API Gravity}$

Berat jenis dan  $^{\circ}\text{API Gravity}$  menyatakan densitas atau berat persatuan volume sesuatu zat.  $^{\circ}\text{API Gravity}$  dapat diukur dengan hidrometer (ASTM 287), sedangkan berat jenis dapat ditentukan dengan piknometer (ASTM D 941 dan D 1217). Pengukuran  $^{\circ}\text{API}$

*Gravity* dengan hidrometer dinyatakan dengan angka 0-100.

Hubungan  $^{\circ}\text{API Gravity}$  dengan berat jenis adalah sebagai berikut :

$^{\circ}\text{API Gravity} = 141,5 - \frac{131,5}{\text{Specific Gravity (60 }^{\circ}\text{F)}}$

Satuan berat jenis dapat dinyatakan dengan lb/gal atau lb/barel atau  $\text{m}^3/\text{ton}$ . Tujuan dilaksanakan pemeriksaan terhadap  $^{\circ}\text{API Gravity}$  dan berat jenis adalah untuk indikasi mutu minyak dimana makin tinggi  $^{\circ}\text{API Gravity}$  atau makin rendah berat jenis maka minyak tersebut makin berharga karena banyak mengandung bensin. Sebaliknya semakin rendah  $^{\circ}\text{API Gravity}$  karena mengandung banyak lilin. Minyak yang mempunyai berat jenis tinggi berarti minyak tersebut mempunyai kandungan panas (*heating value*) yang rendah.

2. Titik Tuang (*Pour Point*)

Titik tuang adalah suatu angka yang menyatakan suhu terendah dari bahan bakar minyak sehingga bahan bakar tersebut masih dapat mengalir karena gaya gravitasi. Titik tuang ini diperlukan sehubungan dengan adanya persyaratan praktis dari prosuder penimbunan dan pemakaian dari bahan bakar minyak, hal ini dikarenakan bahan bakar minyak sering sulit untuk di pompa, apabila suhunya telah dibawah titik tuang.

3. Titik nyala (*Flash Point*)

Titik nyala adalah suatu angka yang menyatakan suhu terendah dari bahan bakar minyak dimana akan timbul penyalaan api

sesaat, apabila pada permukaan minyak didekatkan pada nyala api. Titik nyala ini diperlukan sehubungan dengan adanya pertimbangan-pertimbangan mengenai keamanan dari penimbunan minyak dan pengangkutan bahan bakar minyak terhadap bahaya kebakaran. Titik nyala tidak mempunyai pengaruh yang besar dalam persyaratan pemakaian bahan bakar minyak untuk mesin diesel atau ketel uap.

4. Viskositas (*Viscosity*)

Viskositas adalah suatu angka yang menyatakan besar perlawanan / hambatan dari suatu bahan cair untuk mengalir atau ukurannya tahanan geser dari bahan cair. Makin tinggi viskositas minyak akan makin kental dan lebih sulit mengalir. Demikian sebaliknya makin rendah viskositas minyak makin encer dan lebih mudah minyak untuk mengalir, cara mengukur besar viskositas adalah tergantung pada *viscometer* yang digunakan , dan hasil (besarnya viskositas) yang dapat harus dibubuhkan nama *viscometer* yang digunakan serta temperatur minyak pada saat pengukuran. Viskositas merupakan sifat yang sangat penting dalam penyimpanan dan penggunaan bahan bakar minyak. Viskositas mempengaruhi derajat pemanasan awal yang diperlukan untuk handling, penyimpanan dan atomisasi yang memuaskan. Jika minyak terlalu kental, maka akan menyulitkan dalam pemompaan, sulit untuk menyalakan *burner*, dan sulit

dialirkan. Atomisasi yang jelek akan mengakibatkan terjadinya pembentukan endapan karbon pada ujung *burner* atau pada dinding-dinding. Oleh karena itu pemanasan awal penting untuk atomisasi yang tepat.

5. Nilai Kalor (*Calorific Value*)

Nilai kalor adalah suatu angka yang menyatakan jumlah panas / kalori yang dihasilkan dari proses pembakaran sejumlah tertentu bahan bakar dengan udara/ oksigen. Nilai kalor dari bahan bakar minyak umumnya berkisar antara 18,300 – 19,800 Btu/lb atau 10,160 -11,000 kkal/kg. Nilai kalor berbanding terbalik dengan berat jenis (*density*). Pada volume yang sama, semakin besar berat jenis suatu minyak, semakin kecil nilai kalornya, demikian juga sebaliknya semakin rendah berat jenis semakin tinggi nilai kalornya. Nilai kalor atas untuk bahan bakar cair ditentukan dengan pembakaran dengan oksigen bertekanan pada *bomb calorimeter*. Peralatan ini terdiri dari *container stainless steel* yang dikelilingi bak air yang besar. Bak air tersebut bertujuan meyakinkan bahwa temperatur akhir produk akan berada sedikit diatas temperatur awal reaktan, yaitu 25 °C.

Nilai kalori dari bensin yang memiliki angka oktan 90-96 adalah sebesar ±10,500 kkal/kg. Nilai kalori diperlukan karena dapat digunakan untuk menghitung jumlah konsumsi bahan bakar minyak yang dibutuhkan untuk suatu mesin dalam suatu periode.

Nilai kalori umumnya dinyatakan dalam satuan Kcal/kg atau Btu/lb (satuan *british*).

#### 6. Angka Oktan

Angka oktan adalah suatu angka yang menyatakan kemampuan bahan bakar minyak dalam menahan tekanan kompresi untuk mencegah gasoline terbakar sebelum busi menyala mencegah terjadinya denotasi (suara mengelitik) didalam mesin bensin. Besar angka oktan bahan bakar tergantung pada presentase *iso-oktana* ( $C_7H_{18}$ ) dan normal *heptana* ( $C_7H_{16}$ ) yang terkandung di dalamnya. Sebagai pembanding, bahan bakar yang sangat mudah berdenotasi adalah normal *heptana* ( $C_7H_{16}$ ) sedang yang sukar berdenotasi adalah *iso-oktana* ( $C_7H_{18}$ ).

Bensin yang cenderung kearah sifat normal *heptana* disebut bensin dengan nilai oktan rendah (angka oktan rendah) karena mudah berdenotasi, sebaliknya bahan bakar yang lebih cenderung kearah sifat *iso-oktana* dikatakan bensin dengan nilai oktan tinggi atau lebih sukar berdenotasi. Misalnya suatu bensin mempunyai angka oktan 90 akan lebih sukar berdenotasi daripada bensin beroktan 70. Jadi kecenderungan bensin untuk berdenotasi dinilai dari angka oktannya. *Iso-oktana* murni diberi indeks 100, sedangkan normal heptana murni diberi indeks 0. Dengan demikian jika suatu bensin memiliki angka oktan 90 berarti bensin tersebut cenderung berdenotasi sama dengan

campuran yang terdiri atas 90% volume *iso-oktana* dan 10% volume normal *heptane*. Angka oktan diperlukan karena berhubungan dengan kemajuan teknologi permesinan, yang mempunyai kecenderungan menaikkan perbandingan kompresi untuk meningkatkan *power output*, yang mana membutuhkan *gasoline* dengan angka oktan yang tinggi.

7. Kadar abu (*Ash Content*)

Kadar abu adalah jumlah sisa-sisa dari minyak yang tertinggal, apabila suatu minyak dibakar sampai habis. Kadar abu ini dapat berasal dari minyak bumi sendiri akibat kontak didalam perpipaan dan penimbunan (adanya partikel metal yang tidak terbakar yang terkandung dalam bahan bakar minyak itu sendiri dan berasal dari sistem penyaluran dan penimbunan).

8. Kandungan Belerang (*Sulphur Content*)

Semua bahan bakar minyak mengandung belerang/ sulfur dalam jumlah yang sangat kecil. Walaupun demikian, berhubungan keberadaan belerang ini tidak diharapkan karena sifatnya merusak, maka pembatasan dari jumlah kandungan belerang dalam bahan bakar minyak adalah sangat penting dalam bahan bakar minyak. Hal ini disebabkan karena dalam proses pembakaran, belerang ini teroksidasi oleh oksigen menjadi belerang oksida ( $\text{SO}_2$ ) dan belerang teroksida ( $\text{SO}_3$ ). Oksida belerang ini apabila kontak dengan air merupakan bahan-bahan

yang merusak dan korosif terhadap logam-logam didalam ruang bakar dan sistem gas buang.

## 2.6 Zat Aditif

Zat aditif merupakan bahan yang ditambahkan pada bahan bakar kendaraan bermotor, baik mesin bensin maupun mesin diesel. Zat aditif digunakan untuk memberikan peningkatan sifat dasar tertentu yang telah dimilikinya seperti aditif anti knocking untuk bahan bakar mesin bensin. Angka oktan bisa ditingkatkan dengan menambahkan zat aditif bensin. Juga untuk meningkatkan kemampuan bertahan terhadap terjadinya oksidasi pada pelumas [5]. Zat aditif yang digunakan merupakan zat aditif alami produk dari Amerika, Bentuk dari aditif bahan bakar multi fungsi ini adalah berbentuk tablet. Cocok untuk mesin bensin dan diesel, larut sempurna dalam bahan bakar, membantu menghemat bahan bakar, meningkatkan tenaga.

Selain itu dapat meningkatkan bahan bakar, menghilangkan endapan karbon, meningkatkan oktan dan menurunkan kadar emisi gas buang. Penelitian ini bertujuan untuk untuk mengetahui pengaruh penambahan zat aditif alami pada bahan bakar premium terhadap prestasi, sepeda motor 4-langkah.

### 2.6.1 Jenis-jenis Zat Aditif

Penambahan zat aditif pada bahan bakar dapat dibagi menjadi 2 jenis yaitu :

#### a. Zat Aditif Alami

Zat aditif alami merupakan aditif bahan bakar multi fungsi dalam bentuk tablet menggunakan 100% bahan aktif karbon alam, tidak mengandung

bahan yang dapat merusak mesin dan suku cadang lainnya. Zat aditif alami ini cocok untuk mesin bensin dan diesel, larut sempurna dalam bahan bakar. Zat aditif alami ini bekerja segera setelah larut. Zat aditif alami akan larut sempurna dalam waktu kurang dari 1 (satu) jam tergantung suhu, jenis bahan bakar, pergerakan kendaraan dan kondisi lainnya.

b. Zat Aditif Sintetik

Zat aditif sintetik yang merupakan aditif berbentuk pil (tablet) yang mengandung Fe (C<sub>5</sub>H<sub>5</sub>)<sub>2</sub> (*Ferrocene* 5,59%). Berfungsi untuk meningkatkan daya, membersihkan ruang bakar, dan mengurangi konsumsi bahan bakar [6]. .

## 2.7 Proses Pembakaran

Secara umum pembakaran didefinisikan sebagai reaksi kimia atau reaksi persenyawaan bahan bakar oksigen (O<sub>2</sub>) sebagai oksidan dengan temperaturnya lebih besar dari titik nyala. Mekanisme pembakarannya sangat dipengaruhi oleh keadaan dari keseluruhan proses pembakaran dimana atom-atom dari komponen yang dapat bereaksi dengan oksigen yang dapat membentuk produk yang berupa gas [7]. Dan pemakaian busi splitfire + kabel hurricane pada posisi pengapian 70 sebelum TMA maka dapat meningkatkan daya, menghemat pemakaian bahan bakar dan gas buang yang dihasilkan lebih bersih. Untuk memperoleh daya maksimum dari suatu operasi hendaknya komposisi gas pembakaran dari silinder (komposisi gas hasil pembakaran) dibuat seideal mungkin, sehingga tekanan gas



hasil pembakaran bias maksimal menekan torak dan mengurangi terjadinya detonasi.

Komposisi bahan bakar dan udara dalam silinder akan menentukan kualitas pembakaran dan akan berpengaruh terhadap *performance* mesin dan emisi gas buang. Sebagaimana telah diketahui bahwa bahan bakar bensin mengandung unsur-unsur karbon dan hidrogen.

Terdapat 3 (tiga) teori mengenai pembakaran hidrogen tersebut yaitu :

- a. Hidrokarbon terbakar bersama-sama dengan oksigen sebelum karbon bergabung dengan oksigen.
- b. Karbon terbakar lebih dahulu daripada hidrogen.
- c. Senyawa hidrokarbon terlebih dahulu bergabung dengan oksigen dan membentuk senyawa (*hidrolisasi*) yang kemudian dipecah secara terbakar.

Dalam sebuah mesin terjadi beberapa tingkatan pembakaran yang digambarkan dalam sebuah grafik dengan hubungan antara tekanan dan perjalanan engkol.

Proses atau tingkatan pembakaran dalam sebuah mesin terbagi menjadi empat tingkat atau periode yang terpisah. Periode-periode tersebut adalah:

1. Keterlambatan pembakaran (*Delay Periode*)

Periode pertama dimulai dari titik 1 yaitu mulai disemprotkannya bahan bakar sampai masuk ke dalam silinder, dan berakhir pada titik 2. Perjalanan ini sesuai dengan perjalanan engkol sudut A, selama periode ini berlangsung tidak terdapat kenaikan tekanan yang melebihi kompresi udara yang dihasilkan oleh torak, dan selanjutnya bahan bakar masuk terus menerus melalui nozel.

## 2. Pembakaran cepat

Pada titik 2 terdapat sejumlah bahan bakar dalam ruang bakar, yang dipecah halus dan sebagian menguap kemudian siap untuk dilakukan pembakaran. Ketika bahan bakar dinyalakan yaitu pada titik 2, akan menyala dengan cepat yang mengakibatkan kenaikan tekanan mendadak sampai pada titik 3 tercapai. Periode ini sesuai dengan perjalanan sudut engkol B, yang membentuk tingkat kedua.

## 3. Pembakaran Terkendali

Setelah titik 3, bahan bakar yang belum terbakar dan bahan bakar yang masih tetap disemprotkan (diinjeksikan) terbakar pada kecepatan yang tergantung pada kecepatan penginjeksian serta jumlah distribusi oksigen yang masih ada dalam udara pengisian. Periode inilah yang disebut dengan periode terkendali atau disebut juga pembakaran sedikit demi sedikit yang akan berakhir pada titik 4 dengan berhentinya injeksi. Selama tingkat ini tekanan dapat naik, konstan ataupun turun. Periode ini sesuai dengan perjalanan engkol sudut c, dimana sudut c tergantung pada beban yang dibawah beban mesin, semakin besar bebannya semakin besar c.

## 4. Pembakaran pasca (*after burning*)

Bahan bakar sisa dalam silinder ketika penginjeksian berhenti dan akhirnya terbakar. Pada pembakaran pasca tidak terlihat pada diagram, dikarenakan pemunduran torak mengakibatkan turunnya tekanan meskipun panas ditimbulkan oleh pembakaran bagian akhir bahan bakar.

Dalam pembakaran hidrokarbon yang biasa tidak akan terjadi gejala apabila memungkinkan untuk proses *hidrolisasi*. Hal ini hanya akan terjadi bila pencampuran pendahuluan antara bahan bakar dengan udara mempunyai waktu yang cukup sehingga memungkinkan masuknya oksigen ke dalam molekul hidrokarbon. [8]. Bila oksigen dan hidrokarbon tidak bercampur dengan baik maka terjadi proses *cracking* dimana akan menimbulkan asap. Pembakaran semacam ini disebut pembakaran tidak sempurna. Ada 2 (dua) kemungkinan yang terjadi pada pembakaran mesin berbensin, yaitu :

a. Pembakaran normal

Pembakaran normal terjadi bila bahan bakar dapat terbakar seluruhnya pada saat dan keadaan yang dikehendaki. Mekanisme pembakaran normal dalam motor bensin dimulai pada saat terjadinya loncatan bunga api pada busi, kemudian api membakar gas bakar yang berada di sekitarnya sehingga semua partikelnya terbakar habis. Di dalam pembakaran normal, pembagian nyala api terjadi merata di seluruh bagian. Pada keadaan yang sebenarnya pembakaran bersifat kompleks, yang mana berlangsung pada beberapa *phase*. Dengan timbulnya energi panas, maka tekanan dan temperatur naik secara mendadak, sehingga piston terdorong menuju TMB.

Pembakaran normal pada motor bensin dapat ditunjukkan antara tekanan dan sudut engkol, mulai dari penyalaan sampai akhir pembakaran. Beberapa derajat sebelum piston mencapai TMA, busi memberikan percikan bunga api sehingga mulai terjadi pembakaran, sedangkan lonjakan tekanan dan temperatur mulai

point 2, sesaat sebelum piston mencapai TMA, dan pembakaran point 3 sesaat sesudah piston mencapai TMA.

b. Pembakaran tidak normal

Pembakaran tidak normal terjadi bila bahan bakar tidak ikut terbakar atau tidak terbakar bersamaan pada saat dan keadaan yang dikehendaki. Pembakaran tidak normal dapat menimbulkan detonasi (*knocking*) yang memungkinkan timbulnya gangguan dan kesulitan-kesulitan pada motor bakar bensin. Fenomena-fenomena yang menyertai pembakaran tidak sempurna, diantaranya :

➤ Detonasi

Seperti telah diterangkan sebelumnya, pada peristiwa pembakaran normal api menyebar keseluruh bagian ruang bakar dengan kecepatan konstan dan busi berfungsi sebagai pusat penyebaran. Dalam hal ini gas baru yang belum terbakar terdesak oleh gas yang sudah terbakar, sehingga tekanan dan suhunya naik sampai mencapai keadaan hampir terbakar. Jika pada saat ini gas tadi terbakar dengan sendirinya, maka akan timbul ledakan (*detonasi*) yang menghasilkan gelombang kejutan berupa suara ketukan (*knocking noise*)

➤ Hal-hal yang menyebabkan terjadinya Detonasi

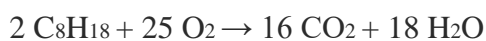
Pada lapisan yang telah terbakar akan berekspansi. Pada kondisi lapisan yang tidak homogen, lapisan gas tadi akan mendesak lapisan gas lain yang belum terbakar, sehingga tekanan dan suhunya naik. Bersamaan dengan adanya radiasi dari ujung lidah api, lapisan gas yang terdesak akan terbakar tiba-tiba. Peristiwa ini akan menimbulkan letupan mengakibatkan terjadinya gelombang tekanan yang kemudian menumbuk piston dan dinding silinder sehingga terdengarlah suara

ketukan (*knocking*) yaitu yang disebut dengan detonasi. Hal-hal yang menyebabkan terjadinya detonasi antara lain sebagai berikut :

- a) Perbandingan kompresi yang tinggi, tekanan kompresi, suhu pemanasan campuran dan suhu silinder yang tinggi.
- b) Masa pengapian yang cepat.
- c) Putaran mesin rendah dan penyebaran api lambat.
- d) Penempatan busi dan konstruksi ruang bakar tidak tepat, serta jarak.

## 2.8 Premium

Premium berasal dari bensin yang merupakan salah satu fraksi dari penyulingan minyak bumi yang diberi zat tambahan atau aditif, yaitu *Tetra Ethyl Lead* (TEL). Premium mempunyai rumus empiris *Ethyl Benzene* ( $C_8H_{18}$ ). Dan penelitian sebelumnya konsumsi bahan bakar spesifik (SFC) untuk bahan bakar premium dan pertamax plus mengalami penurunan 19,54 % ketika menggunakan bahan bakar premium pada putaran mesin rendah, sedangkan SFC akan mengalami sebesar 15,94 % ketika menggunakan bahan bakar pertamax plus pada putaran mesin tinggi [9]. Premium adalah bahan bakar jenis yang distilasi berwarna kuning akibat adanya zat pewarna tambahan. Premium pada umumnya digunakan untuk bahan bakar kendaraan bermotor bermesin bensin, seperti mobil, sepeda motor, dan lain lain. Bahan bakar ini juga sering disebut motor *gasoline* atau *petrol* dengan angka oktan adalah 88, dan mempunyai titik didih  $30^{\circ}C - 200^{\circ}C$ . Adapun rumus kimia untuk pembakaran pada bensin premium adalah sebagai berikut:



Pembakaran di atas diasumsikan semua bensin terbakar dengan sempurna.

Komposisi bahan bakar bensin, yaitu :

- a. Bensin (*gasoline*)  $C_8H_{18}$
- b. Berat jenis bensin 0,65-0,75
- c. Pada suhu  $40\text{ }^{\circ}\text{C}$  bensin menguap 30-65%
- d. Pada suhu  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$  bensin menguap 80-90%

Bensin premium mempunyai sifat anti ketukan yang baik dan dapat dipakai pada mesin kompresi tinggi pada saat semua kondisi. Sifat-sifat penting yang diperhatikan pada bahan bakar bensin adalah :

- a) Kecepatan menguap (*volatility*)
- b) Kualitas penyetakan (kecenderungan berdetonasi)
- c) Kadar belerang
- d) Titik beku
- e) Titik nyala
- f) Berat jenis

## 2.9 Pertamax

Pertamax merupakan jenis bahan bakar dengan angka oktan 92. Bensin pertamax dianjurkan digunakan untuk kendaraan bahan bakar bensin yang mempunyai perbandingan kompresi tinggi (9,1 : 1 sampai 10,0 : 1). Pada bahan bakar pertamax ditambahkan aditif sehingga mampu membersihkan mesin dari timbunan deposit pada fuel injector dan ruang pembakaran. Bahan bakar pertamax sudah tidak menggunakan campuran timbal sehingga dapat mengurangi racun gas buang kendaraan bermotor seperti nitrogen oksida dan karbon monoksida.

Bensin pertamax berwarna kebiruan dan memiliki kandungan maksimum sulfur (S) 0,1%, timbal (Pb) 0,013% (jenis tanpa timbal) dan Pb 0,3% (jenis dengan timbal), oksigen (O) 2,72%, pewarna 0,13 gr/100 L, tekanan uap  $45 \div 60$  kPa, titik didih  $205 \text{ }^\circ\text{C}$ , serta massa jenis (suhu  $15 \text{ }^\circ\text{C}$ )  $715 \div 780 \text{ kg/m}^3$ .

## 2.10 Performa Mesin Bensin

Pada motor bakar untuk mengetahui daya poros harus diketahui dulu torsiya. Pengukuran torsi pada poros motor bakar menggunakan alat yang dinamakan dinamometer. Prinsip kerja dari alat ini adalah dengan memberi beban yang berlawanan terhadap arah putaran sampai putaran mendekati 0 rpm, Beban ini nilainya adalah sama dengan torsi poros. Prinsip dasar dari dinamometer adalah pengukuran torsi pada poros (rotor) dengan prinsip pengereman dengan *hydrobrake* yang dikenai beban sebesar F. Mesin dinyalakan kemudian pada poros disambungkan dengan *dinamometer*. Untuk mengukur torsi mesin pada poros mesin diberi rem yang disambungkan dengan L pengereman atau pembebanan. Pembebanan diteruskan sampai poros mesin hampir berhenti berputar. Beban maksimum yang terbaca adalah gaya pengereman yang besarnya sama dengan gaya putar poros mesin F. Dari definisi disebutkan bahwa perkalian antara gaya dengan jaraknya adalah sebuah torsi, dengan definisi tersebut Tosi pada poros dapat diketahui. Pada mesin sebenarnya pembebanan adalah komponen-komponen mesin sendiri yaitu asesoris mesin (pompa air, pompa pelumas, kipas radiator), generator listrik (pengisian aki, listrik penerangan, penyalaan busi), gesekan mesin dan komponen lainnya. Dari perhitungan torsi diatas dapat diketahui jumlah energi yang dihasilkan mesin pada poros. Jumlah energi yang

dihasikan mesin setiap waktunya adalah yang disebut dengan daya mesin. Kalau energi yang diukur pada poros mesin dayanya disebut daya poros.

### 2.10.1 Torsi Mesin

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 [10]. 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, dengan data tersebut torsinya.

$$T = (F.L) \text{ (Nm)} \dots\dots\dots (\text{pers 2.1})$$

Dimana :

T = Torsi untuk mengetahui hasil kerja mesin (Nm)

F = gaya (N)

L = panjang lengan torsi (m) = 0,13 m

### 2.10.2 Daya (Power)

Daya didefinisikan sebagai hasil dari kerja, atau dengan kata lain daya merupakan kerja atau energi yang dihasilkan mesin per satuan waktu mesin itu beroperasi. Pada motor bakar, *break horse power* (BHP) merupakan besaran untuk mengindikasikan *horse power* aktual yang dihasilkan oleh mesin. Bhp biasanya diukur dengan peralatan pengukur daya yang ditempatkan pada *driveshaft* mesin.

$$N_e = \frac{2\pi.n.T}{6000} \text{ (kW)} \dots\dots\dots (\text{pers 2.2})$$



Dimana :

P = Daya untuk mengetahui hasil kerja mesin per satuan waktu (kW)

T = Torsi (Nm)

n = Putaran mesin (rpm)

### 2.10.3 Pemakaian Bahan Bakar Spesifik (SFC)

Pemakaian bahan bakar spesifik (SFC) merupakan konsumsi bahan bakar sebuah motor dihitung dari jumlah pemakaian bahan bakar tiap jam dibagi daya efektif mesin. Dapat ditulis dengan rumus sebagai berikut :

$$SFC = m_f / N_e \text{ (kg/jam kW)} \dots\dots\dots (\text{pers 2.3})$$

Dimana:

$m_f$  = Pemakaian bahan bakar tiap jam (kg/jam )

$m_f$  =  $(V_{bb} / t) \times \rho_{bb} \times 3600$  (kg/jam )

t = Waktu yang dipakai untuk menghabiskan sejumlah X (detik)

$V_{bb}$  = Volume bahan bakar (mL)

$\rho_{bb}$  = Massa jenis bahan bakar =  $747 \text{ kg/m}^3$

$N_e$  = Daya efektif mesin (kW)

### 2.10.4 Efisiensi Volumetri

Efisiensi volumetri merupakan perbandingan antara jumlah udara sesungguhnya dibutuhkan dan jumlah udara ideal yang dibutuhkan. Dapat ditulis dengan rumus sebagai berikut :

$$\eta_v = m_a / m_{ai} \times 100\% \dots\dots\dots (\text{pers 2.4})$$

Dimana:

$m_a$  = jumlah udara sesungguhnya dibutuhkan

$m_a = Q \times 60 \times \rho_{ud}$

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

$Q$  = laju aliran udara ( $\text{m}^3/\text{s}$ )

$$Q = C \sqrt{\frac{2\Delta p}{\rho_{ud}}} \frac{A_a}{\sqrt{\left(\frac{A_a}{A_b}\right)^2 - 1}}$$

$\rho_{ud}$  = massa jenis udara =  $1,2 \text{ (kg/m}^3\text{)}$

$D_a$  = diameter masuk orifice =  $0,039 \text{ (m)}$

$D_b$  = diameter orifice =  $0,023 \text{ (m)}$

$C$  = koefisien discharge,  $C = 0,6$

$\Delta p$  = penurunan tekanan (Pa)

$\Delta p = P_{iv} - P_{ov}$

$P_{ov}$  = tekanan udara keluar venturi ( $\text{N/m}^2$ )

$P_{iv}$  = tekanan udara masuk venturi ( $\text{N/m}^2$ )

$T_{ud}$  = temperatur udara ( $^{\circ}\text{C}$ )

$$A_a = \frac{\pi}{4} (D_a)^2$$

$A_a$  = luas permukaan pipa masuk ( $\text{m}^2$ )

$$A_b = \frac{\pi}{4} (D_b)^2$$

$A_b$  = luas permukaan pipa keluar ( $\text{m}^2$ )

$m_{ai}$  = Jumlah udara ideal yang dibutuhkan

$m_{ai} = V_1 \times 60 \times n \times a \times \rho_{ud} \text{ (kg/jam)}$

$\rho_{ud}$  = massa jenis udara =  $1,2 \text{ (kg/m}^3\text{)}$

$V_1$  = volume langkah total ( $m^3$ )

### 2.10.5 Efisiensi Termal

Efisiensi termal adalah ukuran tanpa dimensi yang menunjukkan performa peralatan termal seperti mesin pembakaran dalam dan menjadi energy output yang diminta dapat berupa kerja. Dapat ditulis dengan rumus sebagai berikut :

$$\dot{\eta}_{th} = (N_e \times 632) / (m_f \times LHV) \times 100\% \dots\dots\dots (pers 2.5)$$

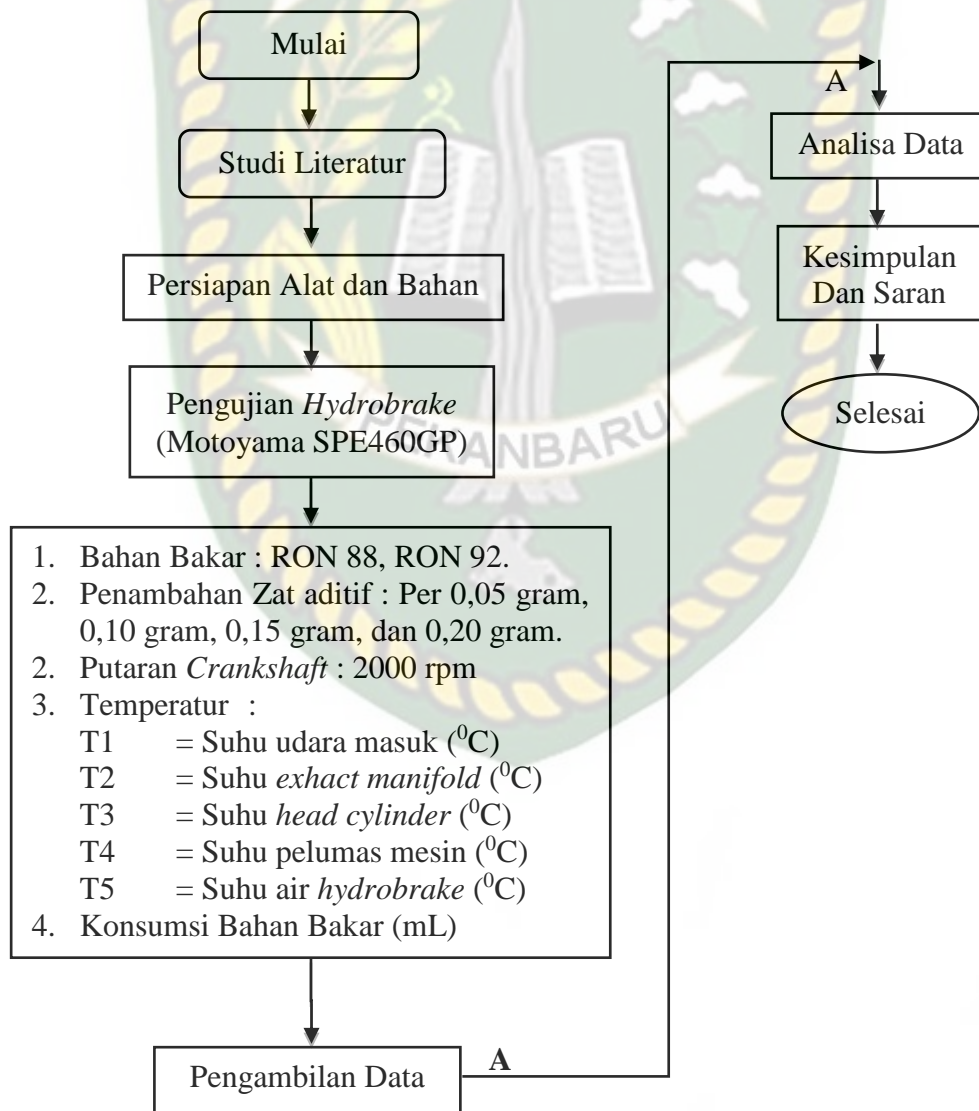
Dimana :

LHV = panas pembakaran rendah dari bahan bakar.

## BAB III METODOLOGI

### 3.1 Diagram Alir Penelitian

Metode Penelitian merupakan langkah-langkah yang dijadikan pedoman untuk melakukan penelitian. Langkah-langkah dalam melaksanakan penelitian akan diperlihatkan pada gambar 3.1 sebagai berikut ini:



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian.

### 3.2 Model Penelitian

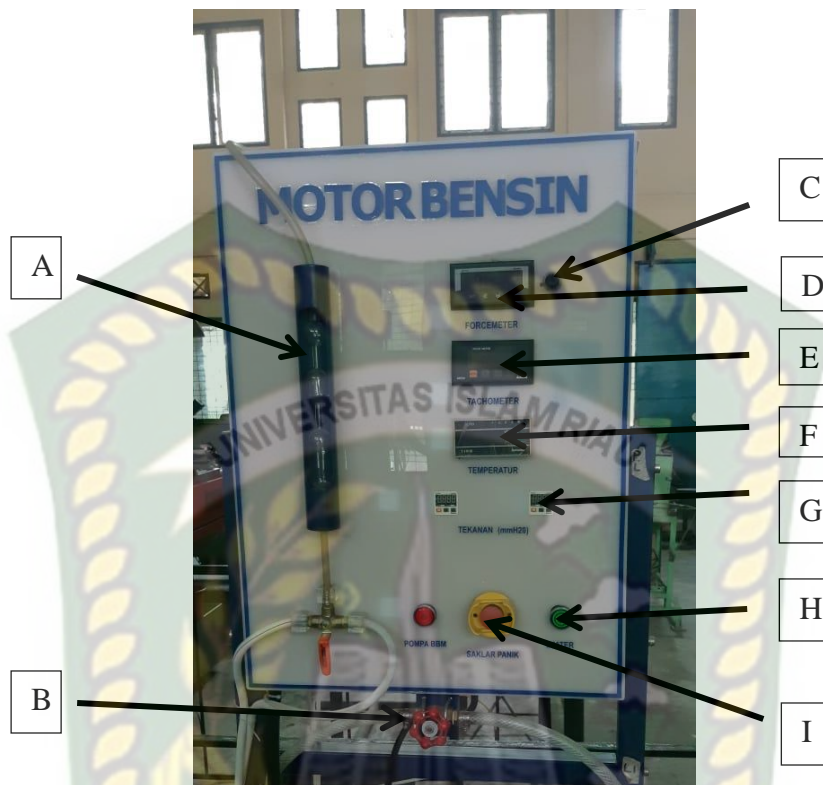
Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan performa motor bensin motoyama SPE 460 GP yang lebih baik dari campuran zat aditif pada bahan bakar RON 88. Zat aditif digunakan untuk memberikan peningkatan sifat dasar tertentu yang telah dimilikinya seperti aditif anti *knocking* untuk bahan bakar mesin bensin. Menurut penelitian [2] zat aditif dibedakan menjadi dua yaitu zat aditif sintetik atau buatan dan zat aditif alami. Zat aditif alami yang digunakan adalah produk dari PT. Bandung Eco Sinergi Teknologi, merupakan aditif bahan bakar multi fungsi dalam bentuk tablet menggunakan 100% organik, tidak mengandung bahan yang dapat merusak mesin dan suku cadang lainnya.

Penelitian ini menggunakan zat aditif alami dimulai dari penambahan zat aditif 0,05 gram per 1 liter bahan bakar RON 88 sampai 0,20 gram per 1 liter bahan bakar RON 88, lalu penelitian selanjutnya menggunakan bahan bakar RON 88 dan RON 92 tanpa penambahan zat aditif. Tahap berikutnya adalah persiapan alat dan bahan yang diperlukan untuk pengujian. Kemudian tahapan selanjutnya yaitu prosedur pengujian.

### 3.3 Alat penelitian

#### 3.3.1 Alat Uji

Peralatan yang digunakan dalam proses pengujian prestasi mesin motor bensin motoyama SPE 460 GP dan panel control ini dilengkapi untuk memenuhi kebutuhan pengujian dapat dilihat pada gambar 3.2.



Gambar 3.2 Alat Uji Motor Bensin

- a. Gelas Ukur dengan kapasitas 8 ml, 16 ml, dan 32 ml tidak boleh kosong pada saat mesin beroperasi. Batas minimum yang masih terlihat pada slang transaran. Pada bagian bawah dilengkapi dengan katup tiga cabang untuk mengatur aliran BBM dari pompa ke gelas ukur dan ke mesin. Pengisian BBM dengan menekan tombol sambil memperhatikan posisi BBM dalam tabung. Hindari BBM kepenuhan pada slang transaran atas.
- b. Katup Beban, mengatur pengisian air pada *hydrobrake*, penutupan maksimum tidak disarankan (untuk keamanan *hydrobrake*).
- c. Potensio zero, untuk mengatur penunjukan 0 pada forcemeter.
- d. *Forcemeter* dalam satuan Newton ini hasil pengukuran pada *hydrobrake* dengan jari-jari gaya terjadi pada 130 mm dari titik putar.

- e. *Tachometer* mengukur putaran motor dalam putaran per menit.
- f. *Termometer* merupakan alat untuk mengukur *temperature* ( $^{\circ}\text{C}$ ) yaitu terdiri dari lima channel dimana channel 1. Udara masuk orofis, 2. Saluran buang I, 3. Saluran buang II, 4. Minyak pelumas dan 5. Air untuk *hydrobrake*.
- g. Display tekanan orifis pada saluran masuk dan keluar orifis. Perbedaan tekanan terjadi adalah selisih dari kedua tekanan pada display. Satuan digunakan mm serta  $\text{H}_2\text{O}$  vakum.
- h. Tombol Starter, untuk menjalankan mesin.
- i. Tombol Panik, untuk mengatasi kepanikan bila mengalami kegagalan yang membahayakan. Selalu posisi tertutup (OFF) bila mesin tidak beroperasi untuk keamanan.

### 3.3.2 *Stopwatch*

*Stopwatch* digunakan untuk menentukan waktu yang dibutuhkan mesin uji untuk menghabiskan bahan bakar dengan volume sebanyak 100 ml dapat dilihat pada gambar 3.3.



Gambar 3.3 *Stopwatch*.

### Spesifikasi *stopwatch*

- Casio HS-3 *digital stopwatch*
- 7 digits
- *Measurable up to 9 hours 59 minutes 59 seconds*
- *1/100 of a second*
- *Net time, split time, 1 st / 2nd place time*

### 3.3.3 Timbangan digital

Timbangan digital digunakan untuk menimbang berat ECO RACING sebelum pengujian dapat dilihat pada gambar 3.4.



Gambar 3.4. Timbangan digital Timbangan digital.

### 3.4 Bahan Penelitian

Bahan penelitian bertujuan untuk melengkapi perlengkapan data penelitian yang terdiri dari :



### 3.4.1 Zat Aditif

Zat aditif digunakan untuk memberikan peningkatan sifat dasar tertentu yang telah dimilikinya seperti aditif anti knocking untuk bahan bakar mesin bensin dapat dilihat pada gambar 3.3.



Gambar 3.5 Zat aditif.

Deskripsi zat aditif :

- Terbuat dari bahan 100% organik
- Meningkatkan 5 – 10 RON *gasoline*
- 1 Tablet = 0,20 gram

Aturan pemakaian :

- 1 pil untuk 4 – 5 liter *gasoline*
- Eco Racing tercampur dalam 5 menit

### 3.4.2 Bahan bakar

Bahan bakar yang digunakan pada penelitian ini ada tiga yaitu premium, pertalite dan pertamax dapat dilihat pada gambar 3.4



Gambar 3.6 Bahan bakar.

### 3.5 Prosedur pengujian

Pada prosedur pengujian akan dilakukan beberapa tahapan-tahapan sebelum memulai pengujian yang akan dilaksanakan yaitu :

- a. Persiapan sebelum menjalankan
  1. Periksa air untuk hydrobrake dalam bak penampung terisi  $\frac{1}{2}$  sampai  $\frac{2}{3}$  bagian dari bak penampung.
  2. Periksa minyak pelumas pada tongkat ukur.
  3. Tombol panic dalam keadaan tertutup.
  4. Posisi bukaan katup gas pada kondisi putaran rendah.
  5. Isi bahan bakar minyak pada tangki bahan bakar.
  6. Pasang kabel baterai

7. Yakinkan tidak ada yang mengganggu bagian yang bergerak atau berputar.
  8. Hubungkan listrik panel ke sumber listrik 220V AC
- b. Menjalankan Peralatan Pengujian
1. Buka tombol emergensi (putar ke kanan)
  2. Putar kunci saklar mesin pada posisi ON, instrument dan pompa air akan aktif
  3. Tekan tombol pompa BBM, jika diperlukan pengisian gelas ukur, posisi tuas pada P>>G,M.
  4. Posisi aliran kran BBM, gelas ukur ke mesin (G>>M)
  5. Tunggu sampai air keluar dari drainase hydrobrake, kemudian
  6. Tekan tombol starter, sampai mesin jalan.
  7. Tarik tuas cock, jika mesin sulit hidup dan tekan kembali bila sudah jalan.
  8. Biarkan mesin jalan sampai stabil (normal) pada putaran 1300 rpm.
  9. Jaga gelas ukur tidak kosong, tekan tombol pompa BBM bila diperlukan pada posisi kran P >> G,M.

### 3.6 Pengujian

Didalam prosedur pengujian ini bertujuan untuk mengetahui beberapa parameter diantaranya torsi, daya, pemakaian bahan bakar, pemakaian bahan bakar spesifik, efisiensi volumemetri, dan efisiensi themis pada motor bensin motoyama-SPE460GP 22 HP dengan variasi bahan bakar sebagai berikut:

1. Periksa apakah semua instrument berfungsi dengan baik.

2. Pengujian dilakukan pada beban tetap, buka katup air sesuai dengan beban diperlukan ( perhatikan *forcemeter*).
3. Atur putaran mesin dengan menggeser tuas bukaan katup gas ( perhatikan putaran).
4. Naikan putaran mesin sesuai dengan instruksi data diperlukan.
5. Tahan kondisi (*hold*) mesin, pindahkan katup (kran) bahan bakar pada posisi aliran gelas ukur ke mesin (G>>M) dan *timer* diaktifkan.
6. Pengamatan atau pengukuran data volume bahan bakar yang diperlukan, perhatikan *timer* sambil melihat gelas ukur.
7. Setelah dilakukan penahanan (*hold*) beban beberapa saat, atur putaran dan tuas beban ke minimum.
8. Selama mesin dijalankan gelas ukur harus selalu terisi bahan bakar.
9. Ulangi dari item 5 sampai 8 sampai data diperoleh tercukupi.
10. Matikan mesin.

Jika terjadi hal yang tidak diinginkan cara menghentikan Peralatan Pengujian sebagai berikut:

1. Putar kunci saklar mesin ke posisi OFF, mesin dan semua instrument serta pompa air akan berhenti.
2. Tekan tombol panik.
3. Lepaskan baterai.
4. Kosongkan bahan bakar pada tabung dan tangki.
5. Kosongkan air hydrobrake pada bak penampungan.

### 3.7 Petunjuk Keamanan

- a. Tekan tombol emergensidalam keadaan diluar kendali.
- b. Hidari putaran mesin malampai putaran maksimum.
- c. Air hydrobrake selalu mengalir saat mesin dioperasikan, untuk menghindari kerusakan hydrobrake.
- d. Hindari pengisian penuh bahan bakar pada tangki dan gelas ukur .
- e. Hindari kekosongan BBM pada slang transfaran dibawah gelas ukur.
- f. Kosongkan bahan bakar pada tangki dan gelas ukur, bila tidak dioperasikan.
- g. Melepaskan hubungan listrik panel terhadap sumber listrik 220V AC.
- h. Melepaskan hubungan baterai, bila tidak digunakan.
- i. Tidak diperkenankan merubah instalasi instrument baik kabel maupun selang.
- j. Membuka tutup belakang panel instrument.
- k. Tidak mengoperasikan mesin sendirian.
- l. Tidak merokok atau menyalakan api.
- m. Selalu menyediakan pemadam api.

### 3.8 Jadwal Kegiatan Penelitian

Agar penelitian tentang unjuk kerja system pendingin yang memvariasikan putaran kipas kondensor ini dapat berjalan optimal sesuai dengan waktu yang ditentukan maka perlu dibuat jadwal penelitian seperti yang terlihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Jadwal Kegiatan Penelitian

No	Jenis Kegiatan	Bulan											
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	Pembuatan Proposal	■	■										
2	Studi Literatur		■										
3	Persiapan alat dan bahan		■	■	■								
4	Pengujian dan pengumpulan data					■	■	■					
5	Analisa data							■	■				
6	Seminar Hasil									■	■	■	
7	Revisi Seminar Hasil	■	■	■									
8	Sidang Tugas Akhir			■	■	■							

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Data Hasil Penelitian

Proses pengambilan data dilakukan pada putaran mesin, waktu setiap pengujian, bahan bakar dan zat aditif dengan berat yang berbeda sesuai yang di rencanakan.

Pengambilan data eksperimen ini dilakukan dengan cara mengukur temperatur air *hydro brake*, temperatur udara masuk, temperatur pelumas mesin, *temperature head cylinder*, *temperature exhaust manifold*, gaya *hydro brake*, waktu dan volume bahan bakar pada mesin bensin. Pengambilan data tersebut ialah :

- T<sub>1</sub> = Temperatur udara masuk (°C)
- T<sub>2</sub> = *Temperature exhaust manifold* (°C)
- T<sub>3</sub> = *Temperature head cylinder* (°C)
- T<sub>4</sub> = Temperatur pelumas mesin (°C)
- T<sub>5</sub> = Temperatur air *hydro brake* (°C)

Alat pengukur kecepatan udara menggunakan *anemometer*, untuk mengukur temperatur T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub>, T<sub>4</sub>, dan T<sub>5</sub> menggunakan *thermometer* digital, untuk mengukur gaya *hydro brake* menggunakan *forcemeter*, untuk mengukur waktu menggunakan *stopwatch* dan untuk mengukur volume bahan bakar menggunakan gelas ukur.

Data hasil pengujian pengaruh penambahan zat aditif kedalam bahan bakar RON 88, RON 92 dan tanpa penambahan zat aditif pada RON 88 terhadap unjuk

kerja ditampilkan dalam lampiran. Data hasil penelitian dapat dilihat pada tabel 4.1, 4.2, dan 4.3.

Tabel 4.1 Data Pengujian Menggunakan Bahan Bakar RON 92 tanpa penambahan zat aditif.

Campuran zat aditif	Putaran (rpm)	Gaya Hydro brake (N)	T <sub>1</sub> (°C)	T <sub>2</sub> (°C)	T <sub>3</sub> (°C)	T <sub>4</sub> (°C)	T <sub>5</sub> (°C)	waktu (detik)	Bahan bakar (ml)
0	2000	224	47	250	17	69	35	90	34

Tabel 4.2 Data Pengujian Menggunakan Bahan Bakar RON 88 Tanpa penambahan zat aditif.

Campuran zat aditif	Putaran (rpm)	Gaya Hydro brake (N)	T <sub>1</sub> (°C)	T <sub>2</sub> (°C)	T <sub>3</sub> (°C)	T <sub>4</sub> (°C)	T <sub>5</sub> (°C)	waktu (detik)	Bahan bakar (ml)
0	2000	213	47	250	17	69	35	90	44

Tabel 4.3 Data Pengujian Menggunakan Bahan Bakar RON 88 Dengan penambahan zat aditif.

Berat Zat Aditif (gram)	Putaran (rpm)	Gaya Hydro brake (N)	T <sub>1</sub> (°C)	T <sub>2</sub> (°C)	T <sub>3</sub> (°C)	T <sub>4</sub> (°C)	T <sub>5</sub> (°C)	waktu (detik)	Bahan bakar (ml)
0,05	2000	220	47	250	17	69	35	90	40
0,10	2000	222	44	260	22	78	39	90	38
0,15	2000	223	43	252	19	72	42	90	34
0,20	2000	225	41	248	17	65	41	90	32

## 4.2 Hasil Perhitungan

Hasil perhitungan penambahan zat aditif digunakan untuk menghitung unjuk kerja pada penelitian ini. Dengan menggunakan rumus untuk menghitung



nilai Torsi, Daya, Pemakaian bahan bakar, dan Pemakaian Bahan Bakar Spesifik (*SFC*), efisiensi volumetri dan Efisiensi termis yaitu :

#### 4.2.1 Hasil Perhitungan Torsi

Adapun perumusan dari torsi adalah sebagai berikut. Apabila suatu benda berputar dan mempunyai besar gaya sentrifugal pada tiap bahan bakar premium, pertalite, dan pertamax turbo dengan panjang lengan torsi 0,13 m dapat dilihat sebagai berikut :

##### 4.2.1.1 Perhitungan Torsi Pada Bahan Bakar RON 92 Murni.

Dari hasil pengujian pada bahan bakar RON 92 murni di dapat besar gaya sentrifugal sebesar 224 N, dengan data tersebut torsinya yaitu :

$$T = (F.L) \text{ (Nm)} \dots\dots\dots (pers 2.1)$$

Dimana :

T = Torsi untuk mengetahui hasil kerja mesin (Nm)

F = gaya sentrifugal (N)

L = panjang lengan torsi (m) = 0,13 m

Maka :

- Torsi dengan gaya 224 N

$$T = 224 \text{ N} \times 0,13 \text{ m}$$

$$T = 29,12 \text{ Nm}$$

##### 4.2.1.2 Perhitungan Torsi Pada Bahan Bakar RON 88 Murni.

Dari hasil pengujian pada bahan bakar RON 88 murni di dapat besar gaya sentrifugal sebesar 213 N, dengan data tersebut torsinya yaitu :

$$T = (F.L) \text{ (Nm)} \dots\dots\dots (pers 2.1)$$

Dimana :

T = Torsi untuk mengetahui hasil kerja mesin (Nm)

F = gaya sentrifugal (N)

L = panjang lengan torsi (m) = 0,13 m

Maka :

- Torsi dengan gaya sentrifugal 213 N

$$T = 213 \text{ N} \times 0,13 \text{ m}$$

$$T = 27,69 \text{ Nm}$$

#### **4.2.1.3 Perhitungan Penambahan Zat Aditif 0,05 Gram Terhadap Torsi Pada Bahan Bakar RON 88.**

Dari hasil pengujian pada bahan bakar RON 88 yang di tambahkan zat aditif 0,05 gram di dapat besar gaya sentrifugal sebesar  $F = 220 \text{ N}$ , dengan data tersebut torsinya yaitu :

$$T = (F.L) \text{ (Nm)} \dots\dots\dots (pers 2.1)$$

Dimana :

T = Torsi untuk mengetahui hasil kerja mesin (Nm)

F = gaya sentrifugal (N)

L = panjang lengan torsi (m) = 0,13 m

Maka :

- Torsi dengan gaya sentrifugal 220 N

$$T = (F.L) \text{ (Nm)}$$

$$T = 220 \text{ N} \times 0,13 \text{ m}$$

$$T = 28,6 \text{ Nm}$$

#### 4.2.1.4 Perhitungan Penambahan Zat Aditif 0,10 Gram Terhadap Torsi Pada Bahan Bakar RON 88.

Dari hasil pengujian pada bahan bakar RON 88 yang di tambahkan zat aditif 0,10 gram di dapat besar gaya sentrifugal sebesar  $F = 222 \text{ N}$ , dengan data tersebut torsinya yaitu :

$$T = (F.L) \text{ (Nm)} \dots\dots\dots (\text{pers 2.1})$$

Dimana :

$T =$  Torsi untuk mengetahui hasil kerja mesin (Nm)

$F =$  gaya sentrifugal (N)

$L =$  panjang lengan torsi (m) = 0,13 m

Maka :

- Torsi dengan gaya sentrifugal 222 N

$$T = (F.L) \text{ (Nm)}$$

$$T = 222 \text{ N} \times 0,13 \text{ m}$$

$$T = 28,86 \text{ Nm}$$

#### 4.2.1.5 Perhitungan Penambahan Zat Aditif 0,15 Gram Terhadap Torsi Pada Bahan Bakar RON 88.

Dari hasil pengujian pada bahan bakar RON 88 yang di tambahkan zat aditif 0,15 gram di dapat besar gaya sentrifugal sebesar 223 N, dengan data tersebut torsinya yaitu :

$$T = (F.L) \text{ (Nm)} \dots\dots\dots (\text{pers 2.1})$$

Dimana :

$T$  = Torsi untuk mengetahui hasil kerja mesin (Nm)

$F$  = gaya sentrifugal (N)

$L$  = panjang lengan torsi (m) = 0,13 m

Maka :

- Torsi dengan gaya 223 N

$T = (F.L)$  (Nm)

$T = 223 \text{ N} \times 0,13 \text{ m}$

$T = 28,99 \text{ Nm}$

#### **4.2.1.6 Perhitungan Penambahan Zat Aditif 0,20 Gram Terhadap Torsi Pada Bahan Bakar RON 88.**

Dari hasil pengujian pada bahan bakar RON 88 yang di tambahkan zat aditif 0,20 gram di dapat besar gaya sentrifugal sebesar 225 N, dengan data tersebut torsinya yaitu :

$T = (F.L)$  (Nm)..... (pers 2.1)

Dimana :

$T$  = Torsi untuk mengetahui hasil kerja mesin (Nm)

$F$  = gaya sentrifugal (N)

$L$  = panjang lengan torsi (m) = 0,13 m

Maka :

- Torsi dengan gaya 225 N

$T = (F.L)$  (Nm)

$T = 225 \text{ N} \times 0,13 \text{ m}$

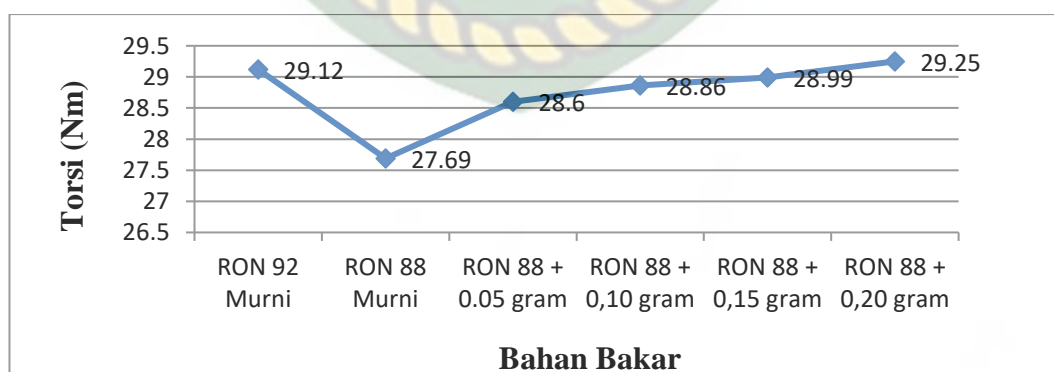
$$T = 29,25 \text{ Nm}$$

Dari data hasil perhitungan torsi pada bahan bakar RON 88 dengan penambahan zat aditif, lalu penelitian selanjutnya menggunakan bahan bakar RON 88 murni dan RON 92 murni dapat dimasukkan kedalam tabel 4.4.

Tabel 4.4 Torsi pada bahan bakar RON 88 dengan penambahan zat aditif, RON 88 murni dan RON 92 murni.

No	Berat Zat Aditif dengan Bahan Bakar RON 88	Torsi (Nm)	Bahan Bakar Murni	Torsi (Nm)
1	0,05 gram + RON 88	28,6	RON 88	27,69
2	0,10 gram + RON 88	28,86		
3	0,15 gram + RON 88	28,99	RON 92	29,12
4	0,20 gram + RON 88	29,25		

Dari tabel 4.4 Torsi pada bahan bakar RON 88 dengan penambahan zat aditif, lalu penelitian selanjutnya menggunakan bahan bakar RON 88 murni dan RON 92 murni dapat ditampilkan dalam bentuk grafik pada gambar 4.1.



Gambar 4.1 Torsi pada bahan bakar RON 88 dengan penambahan zat aditif, RON 88 murni dan RON 92 murni.

Dari gambar 4.1 dapat dilihat bahwa, pada pengujian RON 88 murni dan 92 murni yang memiliki nilai torsi tertinggi adalah sebesar 29,12 Nm pada RON 92. Sedangkan pada RON 88 murni memiliki nilai torsi yang terendah adalah 27,69 Nm. Namun dengan adanya penambahan zat aditif 0,05 gram, 0,10 gram, 0,15 gram dan 0,20 gram pada RON 88 memiliki nilai torsi tertinggi pada penambahan zat aditif 0,20 gram yaitu sebesar 29,25 Nm, sedangkan nilai torsi yang terendah pada penambahan zat aditif 0,05 gram yaitu sebesar 28,6 Nm. Dapat disimpulkan bahwa torsi pada RON 88 dengan penambahan zat aditif 0,20 gram nilai torsinya lebih besar, karena adanya pembakaran yang lebih sempurna dan ruang bakar lebih bersih sehingga mempengaruhi pembakaran, pembakaran yang baik menghasilkan tekanan yang tinggi sehingga mendorong torak lebih cepat dari TMA ke TMB. Oleh karena itu torsi yang dihasilkan jauh lebih tinggi.

#### 4.2.2 Perhitungan Penambahan Zat Aditif Terhadap Daya.

Daya merupakan kerja atau energi yang dihasilkan mesin per satuan waktu mesin itu beroperasi. Apabila suatu mesin beroperasi dengan putaran 2000 rpm dan mempunyai torsi pada tiap penambahan zat aditif dapat dilihat sebagai berikut

##### 4.2.2.1 Perhitungan Daya Pada Bahan Bakar RON 92 Murni.

Dari hasil pengujian bahan bakar RON 92 murni pada pembebanan sebesar 224 N dengan putaran mesin 2000 rpm di dapat besar torsi  $T = 29,12$  Nm, dengan data tersebut di dapat dayanya dengan persamaan yaitu :

$$N_e = \frac{2\pi.n.T}{6000} \text{ (kW)} \dots\dots\dots \text{(pers 2.2)}$$

Dimana :

$N_e$  = Daya untuk mengetahui hasil kerja mesin per satuan waktu (kW)

$T$  = Torsi (Nm)

$n$  = Putaran mesin (rpm)

Maka :

- Daya dengan putaran 2000 rpm dan Torsi 29,12 Nm

$$N_e = \frac{2\pi \cdot n \cdot T}{6000} \text{ (kW)}$$

$$N_e = \frac{2 \times 3,14 \times 2000 \text{ rpm} \times 29,12 \text{ Nm}}{6000} \text{ (kW)}$$

$$N_e = 60,9 \text{ kW}$$

#### 4.2.2.2 Perhitungan Daya Pada Bahan Bakar RON 88 Murni.

Dari hasil pengujian bahan bakar RON 88 murni pada pembebanan sebesar 213 N dengan putaran mesin 2000 rpm di dapat besar torsi  $T = 27,69 \text{ Nm}$ , dengan data tersebut di dapat dayanya dengan persamaan yaitu :

$$N_e = \frac{2\pi \cdot n \cdot T}{6000} \text{ (kW)} \dots\dots\dots \text{(pers 2.2)}$$

Dimana :

$N_e$  = Daya untuk mengetahui hasil kerja mesin per satuan waktu (kW)

$T$  = Torsi (Nm)

$n$  = Putaran mesin (rpm)

Maka :

- Daya dengan putaran 2000 rpm dan Torsi 27,69 Nm

$$N_e = \frac{2\pi \cdot n \cdot T}{6000} \text{ (kW)}$$

$$N_e = \frac{2 \times 3,14 \times 2000 \text{ rpm} \times 27,69 \text{ Nm}}{6000} \text{ (kW)}$$

$$N_e = \frac{347786,4}{6000} \text{ (kW)}$$

$$N_e = 57,9 \text{ kW}$$

#### 4.2.2.3 Perhitungan Daya Dengan Penambahan Zat Aditif 0,05 Gram Pada Bahan Bakar RON 88.

Dari hasil pengujian dengan penambahan zat aditif 0,05 gram pada bahan bakar RON 88, gaya yang di hasilkan sebesar 220 N dengan putaran mesin 2000 rpm di dapat besar torsi  $T = 28,6 \text{ Nm}$ , kemudian data tersebut di dapat dayanya dengan persamaan yaitu :

$$N_e = \frac{2\pi \cdot n \cdot T}{6000} \text{ (kW)} \dots\dots\dots \text{(pers 2.2)}$$

Dimana :

$N_e$  = Daya untuk mengetahui hasil kerja mesin per satuan waktu (kW)

$T$  = Torsi (Nm)

$n$  = Putaran mesin (rpm)

Maka :

- Daya dengan putaran 2000 rpm dan Torsi 28,6 Nm

$$N_e = \frac{2\pi \cdot n \cdot T}{6000} \text{ (kW)}$$

$$N_e = \frac{2 \times 3,14 \times 2000 \text{ rpm} \times 28,6 \text{ Nm}}{6000} \text{ (kW)}$$

$$N_e = \frac{359216}{6000} \text{ (kW)}$$

$$N_e = 59,8 \text{ kW}$$



#### 4.2.2.4 Perhitungan Daya Dengan Penambahan Zat Aditif 0,10 Gram Pada Bahan Bakar RON 88.

Dari hasil pengujian dengan penambahan zat aditif 0,10 gram pada bahan bakar RON 88, gaya yang di hasilkan sebesar 222 N dengan putaran mesin 2000 rpm di dapat besar torsi  $T = 28,86$  Nm, kemudian data tersebut di dapat dayanya dengan persamaan yaitu :

$$Ne = \frac{2\pi.n.T}{6000} \text{ (kW)} \dots\dots\dots \text{(pers 2.2)}$$

Dimana :

Ne = Daya untuk mengetahui hasil kerja mesin per satuan waktu (kW)

T = Torsi (Nm)

n = Putaran mesin (rpm)

Maka :

- Daya dengan putaran 2000 rpm dan Torsi 28,86 Nm

$$Ne = \frac{2\pi.n.T}{6000} \text{ (kW)}$$

$$Ne = \frac{2 \times 3,14 \times 2000 \text{ rpm} \times 28,86 \text{ Nm}}{6000} \text{ (kW)}$$

$$Ne = \frac{362481,6}{6000} \text{ (kW)}$$

$$Ne = 60,4 \text{ kW}$$

#### 4.2.2.5 Perhitungan Daya Dengan Penambahan Zat Aditif 0,15 Gram Pada Bahan Bakar RON 88.

Dari hasil pengujian dengan penambahan zat aditif 0,15 gram pada bahan bakar RON 88, gaya yang di hasilkan sebesar 223 N dengan putaran mesin 2000

rpm di dapat besar torsi  $T = 28,99 \text{ Nm}$ , kemudian data tersebut di dapat dayanya dengan persamaan yaitu :

$$N_e = \frac{2\pi \cdot n \cdot T}{6000} \text{ (kW)} \dots\dots\dots \text{(pers 2.2)}$$

Dimana :

$N_e$  = Daya untuk mengetahui hasil kerja mesin per satuan waktu (kW)

$T$  = Torsi (Nm)

$n$  = Putaran mesin (rpm)

Maka :

- Daya dengan putaran 2000 rpm dan Torsi 28,99 Nm

$$N_e = \frac{2\pi \cdot n \cdot T}{6000} \text{ (kW)}$$

$$N_e = \frac{2 \times 3,14 \times 2000 \text{ rpm} \times 28,99 \text{ Nm}}{6000} \text{ (kW)}$$

$$N_e = \frac{364114,4}{6000} \text{ (kW)}$$

$$N_e = 60,6 \text{ kW}$$

#### 4.2.2.6 Perhitungan Daya Dengan Penambahan Zat Aditif 0,20 Gram

##### Pada Bahan Bakar RON 88.

Dari hasil pengujian dengan penambahan zat aditif 0,20 gram pada bahan bakar RON 88, gaya yang di hasilkan sebesar 225 N dengan putaran mesin 2000 rpm di dapat besar torsi  $T = 29,25 \text{ Nm}$ , kemudian data tersebut di dapat dayanya dengan persamaan yaitu :

$$N_e = \frac{2\pi \cdot n \cdot T}{6000} \text{ (kW)} \dots\dots\dots \text{(pers 2.2)}$$

Dimana :

Ne = Daya untuk mengetahui hasil kerja mesin per satuan waktu (kW)

T = Torsi (Nm)

n = Putaran mesin (rpm)

Maka :

- Daya dengan putaran 2000 rpm dan Torsi 29,25 Nm

$$Ne = \frac{2\pi \cdot n \cdot T}{6000} \text{ (kW)}$$

$$Ne = \frac{2 \times 3,14 \times 2000 \text{ rpm} \times 29,25 \text{ Nm}}{6000} \text{ (kW)}$$

$$Ne = \frac{367380}{6000} \text{ (kW)}$$

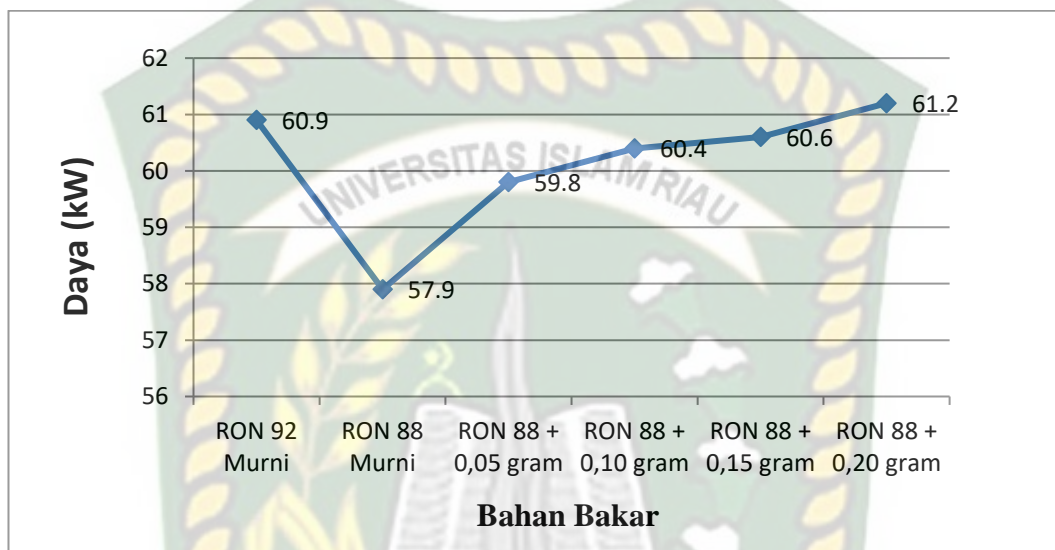
$$Ne = 61,2 \text{ kW}$$

Dari data hasil perhitungan daya pada bahan bakar RON 88 dengan penambahan zat aditif, RON 88 murni dan RON 92 murni dapat dimasukkan kedalam tabel 4.5.

Tabel 4.5 Daya pada bahan bakar RON 88 dengan penambahan zat aditif, RON 88 murni dan RON 92 murni.

No	Berat Zat Aditif dengan Bahan Bakar RON 88	Daya (kW)	Bahan Bakar Murni	Daya (kW)
1	0,05 gram + RON 88	59,8	RON 88	57,9
2	0,10 gram + RON 88	60,4		
3	0,15 gram + RON 88	60,6	RON 92	60,9
4	0,20 gram + RON 88	61,2		

Dari tabel 4.5 Daya pada bahan bakar RON 88 dengan penambahan zat aditif, RON 88 murni dan RON 92 murni dapat ditampilkan dalam bentuk grafik pada gambar 4.2.



Gambar 4.2 Daya pada bahan bakar RON 88 dengan penambahan zat aditif, RON 88 murni dan RON 92 murni.

Dari gambar 4.2 dapat dilihat bahwa, pada pengujian RON 88 murni dan 92 murni yang memiliki nilai daya tertinggi adalah sebesar 60,9 kW pada RON 92 murni. Sedangkan pada RON 88 murni memiliki nilai daya terendah adalah 57,9 kW. Namun dengan adanya penambahan zat aditif 0,05 gram, 0,10 gram, 0,15 gram, dan 0,20 gram pada RON 88 memiliki nilai daya tertinggi pada penambahan zat aditif 0,20 gram yaitu sebesar 61,2 kW, sedangkan nilai daya yang terendah pada penambahan zat aditif 0,05 gram yaitu sebesar 59,8 kW. Dapat disimpulkan bahwa daya pada RON 88 dengan penambahan zat aditif 0,20 gram nilai dayanya lebih besar, karena adanya pembakaran yang baik mendorong

torak lebih cepat dari TMA ke TMB, sehingga torsi yang dihasilkan tinggi. peningkatan pada torsi dari penambahan zat aditif mempengaruhi daya lebih tinggi.

#### 4.2.3 Perhitungan Penambahan Zat Aditif Terhadap Pemakaian Bahan Bakar Spesifik (*SFC*)

Pemakaian bahan bakar spesifik (*SFC*) merupakan konsumsi bahan bakar sebuah motor dihitung dari jumlah pemakaian bahan bakar tiap jam dibagi daya efektif mesin. Dari penambahan zat aditif dapat dilihat sebagai berikut yaitu :

##### 4.2.3.1 Perhitungan Pemakaian Bahan Bakar Spesifik (*SFC*) Pada RON 92 Murni.

Dari hasil pengujian dengan bahan bakar RON 92 murni, daya yang di hasilkan sebesar 60,9 kW dengan putaran mesin 2000 rpm, waktu yang dipakai untuk menghabiskan bahan bakar selama 90 detik, dan jumlah bahan bakar pertamax yang digunakan 34 ml dengan data tersebut di dapat pemakaian bahan bakar spesifik (*SFC*) dengan persamaan yaitu :

$$SFC = m_f / N_e \text{ (kg/jam kW)} \dots\dots\dots (\text{pers 2.3})$$

Dimana:

$$m_f = \text{Pemakaian bahan bakar tiap jam (kg/jam)}$$

$$m_f = (V_{bb} / t) \times \rho_{bb} \times 3600 \text{ (kg/jam)}$$

$$t = \text{Waktu yang dipakai untuk menghabiskan sejumlah X (detik)}$$

$$V_{bb} = \text{Volume bahan bakar (m}^3\text{)}$$

$$\rho_{bb} = 723 \text{ kg/m}^3$$

$N_e$  = Daya efektif mesin (kW)

$M_t$  = Momen puntir (Nm)

$n$  = Putaran mesin (rpm)

Maka :

$$SFC = \frac{m_f}{N_e} \text{ (kg/jam kW)}$$

Maka :

- Pemakaian bahan bakar RON 92 34 ml dengan daya 60,9 kW

$$\begin{aligned} SFC &= \frac{m_f}{N_e} \text{ (kg/jam kW)} \\ &= \frac{(V/t) \times \rho_{bb} \times 3600}{N_e} \text{ (kg/jam kW)} \\ &= \frac{(3,4 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3 / 90 \text{ detik}) \times 723 \text{ kg/m}^3 \times 3600}{61,2 \text{ kW}} \text{ (kg/jam kW)} \\ &= \frac{0,983 \text{ kg/jam}}{60,9 \text{ kW}} \\ &= 0,016 \text{ kg/jam kW} \end{aligned}$$

#### 4.2.3.2 Perhitungan Pemakaian Bahan Bakar Spesifik (SFC) Pada RON 88 Murni.

Dari hasil pengujian dengan bahan bakar RON 88 murni, daya yang di hasilkan sebesar 57,9 kW dengan putaran mesin 2000 rpm, waktu yang dipakai untuk menghabiskan bahan bakar selama 90 detik, dan jumlah bahan bakar pertamax yang digunakan 44 ml dengan data tersebut di dapat pemakaian bahan bakar spesifik (SFC) dengan persamaan yaitu :

$$SFC = \frac{m_f}{N_e} \text{ (kg/jam kW)} \dots\dots\dots \text{(pers 2.3)}$$

Dimana:

$m_f$  = Pemakaian bahan bakar tiap jam ( $\text{kg}/\text{jam}$ )

$m_f = (V_{bb} / t) \times \rho_{bb} \times 3600$  ( $\text{kg}/\text{jam}$ )

t = Waktu yang dipakai untuk menghabiskan sejumlah X (detik)

$V_{bb}$  = Volume bahan bakar ( $\text{m}^3$ )

$\rho_{bb}$  =  $747 \text{ kg}/\text{m}^3$

$N_e$  = Daya efektif mesin (kW)

$M_t$  = Momen puntir (Nm)

n = Putaran mesin (rpm)

Maka :

$$SFC = m_f / N_e \quad (\text{kg}/\text{jam kW})$$

Maka :

- Pemakaian bahan bakar RON 88 44 ml dengan daya 57,9 kW

$$\begin{aligned} SFC &= \frac{m_f}{N_e} \quad (\text{kg}/\text{jam kW}) \\ &= \frac{(V/t) \times \rho_{bb} \times 3600}{N_e} \quad (\text{kg}/\text{jam kW}) \\ &= \frac{(4,4 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3 / 90 \text{ detik}) \times 747 \text{ kg}/\text{m}^3 \times 3600}{57,9 \text{ kW}} \quad (\text{kg}/\text{jam kW}) \\ &= \frac{1,31 \text{ kg}/\text{jam}}{60,9 \text{ kW}} \\ &= 0,022 \text{ kg}/\text{jam kW} \end{aligned}$$

#### 4.2.3.3 Perhitungan Pemakaian Bahan Bakar Spesifik (SFC) Dengan Penambahan Zat Aditif 0,05 Gram pada RON 88.

Dari hasil pengujian dengan penambahan zat aditif 0,05 gram pada bahan bakar RON 88 murni, daya yang di hasilkan sebesar 59,8 kW dengan putaran

mesin 2000 rpm, waktu yang dipakai untuk menghabiskan bahan bakar selama 90 detik, dan jumlah bahan bakar pertamax yang digunakan 40 ml dengan data tersebut di dapat pemakaian bahan bakar spesifik (*SFC*) dengan persamaan yaitu :

$$SFC = m_f / N_e \text{ (kg/jam kW)} \dots\dots\dots (\text{pers 2.3})$$

Dimana:

$$m_f = \text{Pemakaian bahan bakar tiap jam (kg/jam)}$$

$$m_f = (V_{bb} / t) \times \rho_{bb} \times 3600 \text{ (kg/jam)}$$

$$t = \text{Waktu yang dipakai untuk menghabiskan sejumlah X (detik)}$$

$$V_{bb} = \text{Volume bahan bakar (m}^3\text{)}$$

$$\rho_{bb} = 747 \text{ kg/m}^3$$

$$N_e = \text{Daya efektif mesin (kW)}$$

$$M_t = \text{Momen puntir (Nm)}$$

$$n = \text{Putaran mesin (rpm)}$$

Maka :

$$SFC = m_f / N_e \text{ (kg/jam kW)}$$

Maka :

- Pemakaian bahan bakar RON 88 40 ml dengan daya 59,8 kW

$$\begin{aligned} SFC &= \frac{m_f}{N_e} \text{ (kg/jam kW)} \\ &= \frac{(X / t) \times \rho_{bb} \times 3600}{N_e} \text{ (kg/jam kW)} \\ &= \frac{(4 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3 / 90 \text{ detik}) \times 747 \text{ kg/m}^3 \times 3600}{59,8 \text{ kW}} \text{ (kg/jam kW)} \\ &= \frac{1,19 \text{ kg/jam}}{59,8 \text{ kW}} \\ &= 0,019 \text{ kg/jam kW} \end{aligned}$$



#### 4.2.3.4 Perhitungan Pemakaian Bahan Bakar Spesifik (*SFC*) Dengan Penambahan Zat Aditif 0,10 Gram Pada RON 88.

Dari hasil pengujian dengan penambahan zat aditif 0,10 gram pada bahan bakar RON 88 murni, daya yang di hasilkan sebesar 60,4 kW dengan putaran mesin 2000 rpm, waktu yang dipakai untuk menghabiskan bahan bakar selama 90 detik, dan jumlah bahan bakar pertamax yang digunakan 38 ml dengan data tersebut di dapat pemakaian bahan bakar spesifik (*SFC*) dengan persamaan yaitu :

$$SFC = \frac{m_f}{N_e} \text{ (kg/jam kW)} \dots\dots\dots (\text{pers 2.3})$$

Dimana:

$$m_f = \text{Pemakaian bahan bakar tiap jam (kg/jam)}$$

$$m_f = (V_{bb} / t) \times \rho_{bb} \times 3600 \text{ (kg/jam)}$$

$$t = \text{Waktu yang dipakai untuk menghabiskan sejumlah X (detik)}$$

$$V_{bb} = \text{Volume bahan bakar (m}^3\text{)}$$

$$\rho_{bb} = 747 \text{ kg/m}^3$$

$$N_e = \text{Daya efektif mesin (kW)}$$

$$M_t = \text{Momen puntir (Nm)}$$

$$n = \text{Putaran mesin (rpm)}$$

Maka :

$$SFC = \frac{m_f}{N_e} \text{ (kg/jam kW)}$$

Maka :

- Pemakaian bahan bakar RON 88 38 ml dengan daya 60,4 kW

$$SFC = \frac{m_f}{N_e} \text{ (kg/jam kW)}$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{(V / t) \times \rho_{bb} \times 3600}{N_e} \text{ (kg/jam kW)} \\
 &= \frac{(3,8 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3 / 90 \text{ detik}) \times 747 \text{ kg/m}^3 \times 3600}{60,4 \text{ kW}} \text{ (kg/jam kW)} \\
 &= \frac{1,13 \text{ kg/jam}}{60,4 \text{ kW}} \\
 &= 0,018 \text{ kg/jam kW}
 \end{aligned}$$

#### 4.2.3.5 Perhitungan Pemakaian Bahan Bakar Spesifik (*SFC*) Dengan Penambahan Zat Aditif 0,15 Gram Pada RON 88.

Dari hasil pengujian dengan penambahan zat aditif 0,15 gram pada bahan bakar RON 88 murni, daya yang di hasilkan sebesar 60,9 kW dengan putaran mesin 2000 rpm, waktu yang dipakai untuk menghabiskan bahan bakar selama 90 detik, dan jumlah bahan bakar pertamax yang digunakan 34 ml dengan data tersebut di dapat pemakaian bahan bakar spesifik (*SFC*) dengan persamaan yaitu :

$$SFC = m_f / N_e \text{ (kg/jam kW)} \dots\dots\dots (\text{pers 2.3})$$

Dimana:

$$m_f = \text{Pemakaian bahan bakar tiap jam (kg/jam)}$$

$$m_f = (V_{bb} / t) \times \rho_{bb} \times 3600 \text{ (kg/jam)}$$

$$t = \text{Waktu yang dipakai untuk menghabiskan sejumlah 90 (detik)}$$

$$V_{bb} = \text{Volume bahan bakar (m}^3\text{)}$$

$$\rho_{bb} = 747 \text{ kg/m}^3$$

$$N_e = \text{Daya efektif mesin (kW)}$$

$$M_t = \text{Momen puntir (Nm)}$$

$$n = \text{Putaran mesin (rpm)}$$

Maka :

$$SFC = m_f / N_e \quad (\text{kg/jam kW})$$

Maka :

- Pemakaian bahan bakar RON 88 34 ml dengan daya 60,6 kW

$$\begin{aligned} SFC &= \frac{m_f}{N_e} \quad (\text{kg/jam kW}) \\ &= \frac{(V/t) \times \rho_{bb} \times 3600}{N_e} \quad (\text{kg/jam kW}) \\ &= \frac{(3,4 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3 / 90 \text{ detik}) \times 747 \text{ kg/m}^3 \times 3600}{60,6 \text{ kW}} \quad (\text{kg/jam kW}) \\ &= \frac{1,01 \text{ kg/jam}}{60,6 \text{ kW}} \\ &= 0,016 \text{ kg/jam kW} \end{aligned}$$

#### 4.2.3.6 Perhitungan Pemakaian Bahan Bakar Spesifik (*SFC*) Dengan Penambahan Zat Aditif 0,20 Gram Pada RON 88.

Dari hasil pengujian dengan penambahan zat aditif 0,20 gram pada bahan bakar RON 88 murni, daya yang di hasilkan sebesar 61,2 kW dengan putaran mesin 2000 rpm, waktu yang dipakai untuk menghabiskan bahan bakar selama 90 detik, dan jumlah bahan bakar pertamax yang digunakan 32 ml dengan data tersebut di dapat pemakaian bahan bakar spesifik (*SFC*) dengan persamaan yaitu :

$$SFC = m_f / N_e \quad (\text{kg/jam kW}) \quad \dots\dots\dots (\text{pers 2.3})$$

Dimana:

$$m_f = \text{Pemakaian bahan bakar tiap jam} \quad (\text{kg/jam})$$

$$m_f = (V_{bb} / t) \times \rho_{bb} \times 3600 \quad (\text{kg/jam})$$

$$t = \text{Waktu yang dipakai untuk menghabiskan sejumlah X (detik)}$$

$V_{bb}$  = Volume bahan bakar ( $m^3$ )

$\rho_{bb}$  = 747  $kg/m^3$

$N_e$  = Daya efektif mesin (kW)

$M_t$  = Momen puntir (Nm)

$n$  = Putaran mesin (rpm)

Maka :

$$SFC = \frac{m_f}{N_e} \text{ (kg/jam kW)}$$

Maka :

- Pemakaian bahan bakar RON 88 32 ml dengan daya 61,2 kW

$$\begin{aligned} SFC &= \frac{m_f}{N_e} \text{ (kg/jam kW)} \\ &= \frac{(V/t) \times \rho_{bb} \times 3600}{N_e} \text{ (kg/jam kW)} \\ &= \frac{(3,2 \cdot 10^{-5} m^3 / 90 \text{detik}) \times 747 \text{ kg/m}^3 \times 3600}{61,2 \text{ kW}} \text{ (kg/jam kW)} \\ &= \frac{0,95 \text{ kg/jam}}{61,2 \text{ kW}} \\ &= 0,015 \text{ kg/jam kW} \end{aligned}$$

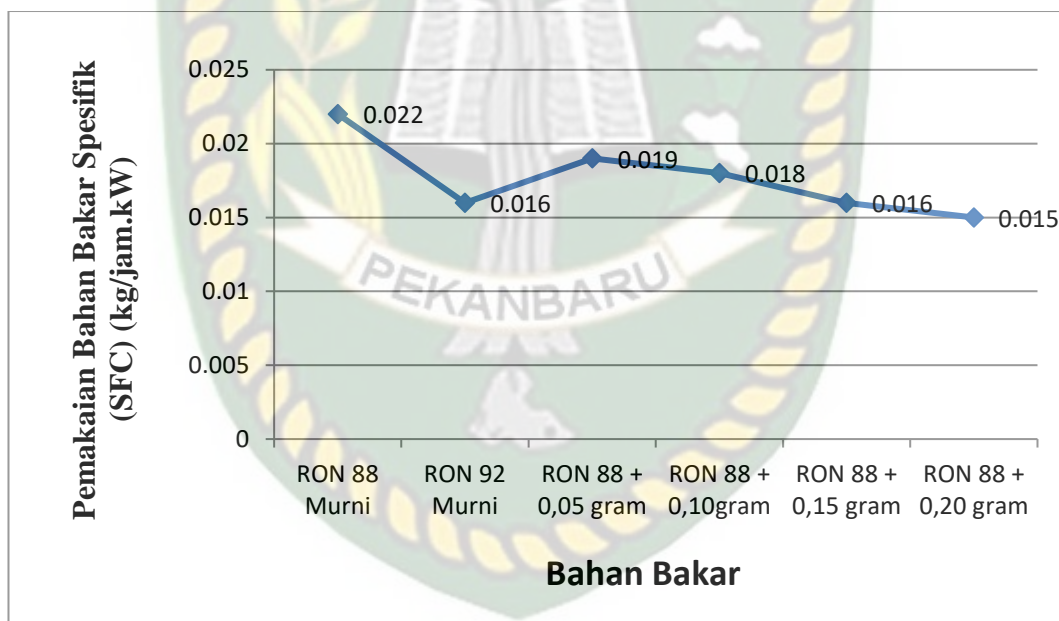
Dari data hasil perhitungan pemakaian bahan bakar pada bahan bakar RON 88 dengan penambahan zat aditif, RON 88 murni dan RON 92 murni dapat dimasukkan kedalam tabel 4.6.

Tabel 4.6 Pemakaian bahan bakar pada RON 88 dengan penambahan zat aditif, RON 88 murni dan RON 92 murni.

No	Berat Zat Aditif dengan Bahan Bakar RON 88	Pemakaian Bahan Bakar (kg/jam.kW)	Bahan Bakar Murni	Pemakaian Bahan Bakar

				(kg/jam.kW)
1	0,05 gram + RON 88	0,019	RON 88	0,022
2	0,10 gram + RON 88	0,018		
3	0,15 gram + RON 88	0,016	RON 92	0,016
4	0,20 gram + RON 88	0,015		

Dari tabel 4.6 Pemakaian bahan bakar pada RON 88 dengan penambahan zat aditif, RON 88 murni dan RON 92 murni dapat ditampilkan dalam bentuk grafik pada gambar 4.3.



Gambar 4.3 Pemakaian bahan bakar spesifik pada bahan bakar RON 88 dengan penambahan zat aditif, RON 88 murni dan RON 92 murni

Dari gambar 4.3 dapat dilihat bahwa, pada pengujian RON 88 murni dan 92 murni yang memiliki pemakaian bahan bakar spesifik lebih irit yaitu 0,016 kg/jam.kW pada RON 92 murni. Sedangkan pada RON 88 murni memiliki

pemakaian bahan bakar spesifik lebih boros yaitu 0,022 kg/jam.kW. Namun dengan adanya penambahan zat aditif 0,05 gram, 0,10 gram, 0,15 gram, dan 0,20 gram pada RON 88 memiliki pemakaian bahan bakar spesifik lebih irit pada penambahan zat aditif 0,20 gram yaitu sebesar 0,015 kg/jam.kW, sedangkan pemakaian bahan bakar lebih boros pada penambahan zat aditif 0,05 gram yaitu sebesar 0,019 kg/jam.kW. Dapat disimpulkan bahwa daya pada RON 88 dengan penambahan zat aditif 0,20 gram nilai pemakaian bahan bakar spesifik lebih irit, hal ini disebabkan karena adanya pembakaran yang lebih sempurna dan ruang bakar lebih bersih sehingga mempengaruhi pemakaian bahan bakar spesifik, sehingga pemakaian bahan bakar spesifik akan semakin kecil (lebih irit).

#### 4.2.4 Perhitungan Effisiensi Volumetri

Effisiensi volumetri merupakan perbandingan antara jumlah udara sesungguhnya dibutuhkan dan jumlah udara ideal yang dibutuhkan.

Dari hasil pengujian pada bahan bakar dengan putaran mesin 2000 rpm dengan data tersebut di dapat effisiensi volumetri dengan persamaan yaitu :

$$\eta_v = m_a / m_{ai} \dots \dots \dots (pers 2.4)$$

Dimana:

$m_a$  = jumlah udara sesungguhnya dibutuhkan

$m_a = Q \times 60 \times \rho_{ud}$

$\rho_{ud}$  = massa jenis udara (kg/m<sup>3</sup>)

$Q$  = laju aliran udara (m<sup>3</sup>/s)

$$Q = C \sqrt{\frac{2\Delta p}{\rho_{ud}}} \frac{A_a}{\sqrt{\left(\frac{A_a}{A_b}\right)^2 - 1}}$$

- $\rho_{ud}$  = massa jenis udara = 1,2 (kg/m<sup>3</sup>)  
 $D_a$  = diameter masuk orifice = 0,039 (m)  
 $D_b$  = diameter orifice = 0,023 (m)  
 $C$  = koefisien discharge,  $C = 0,6$   
 $\Delta p$  = penurunan tekanan (Pa)  
 $\Delta p = P_{iv} - P_{ov}$   
 $P_{ov}$  = tekanan udara keluar venturi (N/m<sup>2</sup>)  
 $P_{iv}$  = tekanan udara masuk venturi (N/m<sup>2</sup>)  
 $T_{ud}$  = temperatur udara (°C)  
 $A_a = \frac{\pi}{4} (D_a)^2$   
 $A_a$  = luas permukaan pipa masuk (m<sup>2</sup>)  
 $A_b = \frac{\pi}{4} (D_b)^2$   
 $A_b$  = luas permukaan pipa keluar (m<sup>2</sup>)  
 $m_{ai}$  = Jumlah udara ideal yang dibutuhkan  
 $m_{ai} = V_1 \times 60 \times n \times a \times \rho_{ud}$  (kg/jam)  
 $\rho_{ud}$  = massa jenis udara = 1,2 (kg/m<sup>3</sup>)  
 $V_1$  = volume langkah total (m<sup>3</sup>)  
 $A_a = \frac{\pi}{4} (D_a)^2$   
 $= \frac{3,14}{4} (0,039 \text{ m})^2$   
 $= 0,00119 \text{ m}^2$   
 $A_b = \frac{\pi}{4} (D_b)^2$   
 $= \frac{3,14}{4} (0,023 \text{ m})^2$

$$= 0,00041 \text{ m}^2$$

- Nilai  $\dot{q}_v$  pada putaran 2000 rpm

$$\dot{q}_v = m_a / m_{ai}$$

$$m_a = Q \times 60 \times \rho_{ud}$$

$$Q = C \sqrt{\frac{2\Delta p}{\rho_{ud}}} \frac{A_a}{\sqrt{\left(\frac{A_a}{A_b}\right)^2 - 1}}$$

$$= 0,6 \sqrt{\frac{2(0,2 \text{ N/m}^2 - 0,1 \text{ N/m}^2)}{1,2 \text{ kg/m}^3}} \frac{0,00119 \text{ m}^2}{\sqrt{\left(\frac{0,00119 \text{ m}^2}{0,00041 \text{ m}^2}\right)^2 - 1}}$$

$$= 0,6 \sqrt{0,16 \text{ m/s}} \frac{0,00119 \text{ m}^2}{2,72}$$

$$= 0,000105 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$m_a = 0,000105 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \times 60 \times 1,2 \text{ kg/m}^3$$

$$= 0,00756 \text{ kg/s}$$

$$= 27,21 \text{ kg/jam}$$

$$m_{ai} = V_1 \times 60 \times n \times a \times \rho_{ud} \text{ (kg/jam)}$$

$$= 4,2 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3 \times 60 \times 2000 \text{ rpm} \times 0,5 \times 1,2 \text{ kg/m}^3$$

$$= 30,24 \text{ kg/jam}$$

Maka :

$$\dot{q}_v = 27,21 \text{ kg/jam} / 30,24 \text{ kg/jam} \times 100\%$$

$$= 89 \%$$

#### 4.2.5 Perhitungan Efisiensi Termis

Efisiensi termis adalah ukuran tanpa dimensi yang menunjukkan performa peralatan termal seperti mesin pembakaran dalam dan menjadi energi output yang



diminta dapat berupa kerja. Dapat ditulis dengan rumus sebagai berikut :

#### 4.2.5.1 Perhitungan Effisiensi Termis Pada Bahan Bakar RON 92

##### Murni

Dari hasil pengujian dengan bahan bakar RON 92 murni jumlah pemakaian bahan bakar 1,01 kg/jam, putaran mesin 2000 rpm dan daya 60,9 kW dengan data tersebut di dapat effisiensi thermis dengan persamaan yaitu :

$$\dot{\eta}_{th} = \frac{Ne \times 632}{m_f \times LHV} 100\% \dots\dots\dots (pers 2.4)$$

Dimana :

LHV = Nilai kalor bawah (kJ/kg).

LHV = HHV - 3240

HHV = Nilai kalor atas (kJ/kg)

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

$Ne$  = Daya (kW)

Maka :

- Nilai  $\dot{\eta}_{th}$  terhadap daya 60,9 kW

$$\begin{aligned} \dot{\eta}_{th} &= \frac{Ne \times 632}{m_f \times LHV} 100\% \\ &= \frac{60,9 \text{ kW} \times 632}{0,983 \frac{\text{kg}}{\text{jam}} \times 44791 \text{ kJ/kg}} 100\% \\ &= 87 \% \end{aligned}$$

#### 4.2.5.2 Perhitungan Effisiensi Termis Pada Bahan Bakar RON 88

##### Murni

Dari hasil pengujian bahan bakar RON 88 murni jumlah pemakaian bahan bakar 1,31 kg/jam, putaran mesin 2000 rpm dan daya 57,9 kW dengan data tersebut di dapat efisiensi termis dengan persamaan yaitu :

$$\dot{\eta}_{th} = \frac{Ne \times 632}{m_f \times LHV} 100\% \dots\dots\dots (pers 2.4)$$

Dimana :

LHV = Nilai kalor bawah (kJ/kg).

LHV = HHV - 3240

HHV = Nilai kalor atas (kJ/kg)

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

$Ne$  = Daya (kW)

Maka :

- Nilai  $\dot{\eta}_{th}$  terhadap daya 60,9 kW

$$\begin{aligned} \dot{\eta}_{th} &= \frac{Ne \times 632}{m_f \times LHV} 100\% \\ &= \frac{57,9 \text{ kW} \times 632}{1,31 \frac{\text{kg}}{\text{jam}} \times 42609 \text{ kJ/kg}} 100\% \\ &= 65 \% \end{aligned}$$

#### 4.2.5.3 Perhitungan Effisiensi termis Dengan Penambahan Zat Aditif

##### 0,05 Gram Pada Bahan Bakar RON 88

Dari hasil pengujian dengan penambahan zat aditif 0,05 gram pada RON 88 jumlah pemakaian bahan bakar 1,19 kg/jam, putaran mesin 2000 rpm dan daya 59,8 kW dengan data tersebut di dapat efisiensi thermis dengan persamaan yaitu :

$$\dot{\eta}_{th} = \frac{Ne \times 632}{m_f \times LHV} 100\% \dots\dots\dots (pers 2.5)$$

Dimana :

LHV = Nilai kalor bawah (kJ/kg).

LHV = HHV - 3240

HHV = Nilai kalor atas (kJ/kg)

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

$Ne$  = Daya (kW)

Maka :

- Nilai  $\dot{\eta}_{th}$  terhadap daya 59,8 kW

$$\begin{aligned} \dot{\eta}_{th} &= \frac{Ne \times 632}{m_f \times LHV} 100\% \\ &= \frac{59,8 \text{ kW} \times 632}{1,19 \frac{\text{kg}}{\text{jam}} \times 45096,78 \text{ kJ/kg}} 100\% \\ &= 70 \% \end{aligned}$$

#### 4.2.5.4 Perhitungan Efisiensi Termis Dengan Penambahan Zat Aditif

##### 0,10 Gram Pada Bahan Bakar RON 88

Dari hasil pengujian dengan penambahan zat aditif 0,10 gram pada bahan bakar RON 88 jumlah pemakaian bahan bakar 1,13 kg/jam, putaran mesin 2000 rpm dan daya 60,4 kW dengan data tersebut di dapat efisiensi thermis dengan persamaan yaitu :

$$\dot{\eta}_{th} = \frac{Ne \times 632}{m_f \times LHV} 100\% \dots\dots\dots (pers 2.5)$$

Dimana :

LHV = Nilai kalor bawah (kJ/kg).

LHV = HHV - 3240

HHV = Nilai kalor atas (kJ/kg)

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

Ne = Daya (kW)

Maka :

- Nilai  $\dot{\eta}_{th}$  terhadap daya 60,4 kW

$$\begin{aligned} \dot{\eta}_{th} &= \frac{Ne \times 632}{m_f \times LHV} 100\% \\ &= \frac{60,4 \text{ kW} \times 632}{1,13 \frac{\text{kg}}{\text{jam}} \times 46321,19 \text{ kJ/kg}} 100\% \\ &= 72 \% \end{aligned}$$

#### 4.2.5.5 Perhitungan Effisiensi Termis Dengan Penambahan Zat Aditif 0,15 Gram Pada Bahan Bakar RON 88

Dari hasil pengujian dengan penambahan zat aditif 0,15 gram pada bahan bakar RON 88 jumlah pemakaian bahan bakar 1,01 kg/jam, putaran mesin 2000 rpm dan daya 60,6 kW dengan data tersebut di dapat effisiensi thermis dengan persamaan yaitu :

$$\dot{\eta}_{th} = \frac{Ne \times 632}{m_f \times LHV} 100\% \dots\dots\dots (pers 2.5)$$

Dimana :

LHV = Nilai kalor bawah (kJ/kg).

$$\text{LHV} = \text{HHV} - 3240$$

HHV = Nilai kalor atas (kJ/kg)

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

$N_e$  = Daya (kW)

Maka :

- Nilai  $\dot{\eta}_{th}$  terhadap daya 60,6 kW

$$\begin{aligned} \dot{\eta}_{th} &= \frac{N_e \times 632}{m_f \times \text{LHV}} \times 100\% \\ &= \frac{60,4 \text{ kW} \times 632}{1,01 \frac{\text{kg}}{\text{jam}} \times 46407,82 \text{ kJ/kg}} \times 100\% \\ &= 81\% \end{aligned}$$

#### 4.2.5.6 Perhitungan Effisiensi Thermis Dengan Penambahan Zat Aditif 0,20 Gram Pada Bahan Bakar RON 88

Dari hasil pengujian dengan penambahan zat aditif 0,20 gram pada bahan bakar RON 88 jumlah pemakaian bahan bakar 0,95 kg/jam, putaran mesin 2000 rpm dan daya 61,2 kW dengan data tersebut di dapat effisiensi thermis dengan persamaan yaitu :

$$\dot{\eta}_{th} = \frac{N_e \times 632}{m_f \times \text{LHV}} \times 100\% \dots\dots\dots (pers 2.4)$$

Dimana :

LHV = Nilai kalor bawah (kJ/kg).

LHV = HHV - 3240

HHV = Nilai kalor atas (kJ/kg)

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

$$N_e = \text{Daya (kW)}$$

Maka :

- Nilai  $\dot{\eta}_{th}$  terhadap daya 61,2 kW

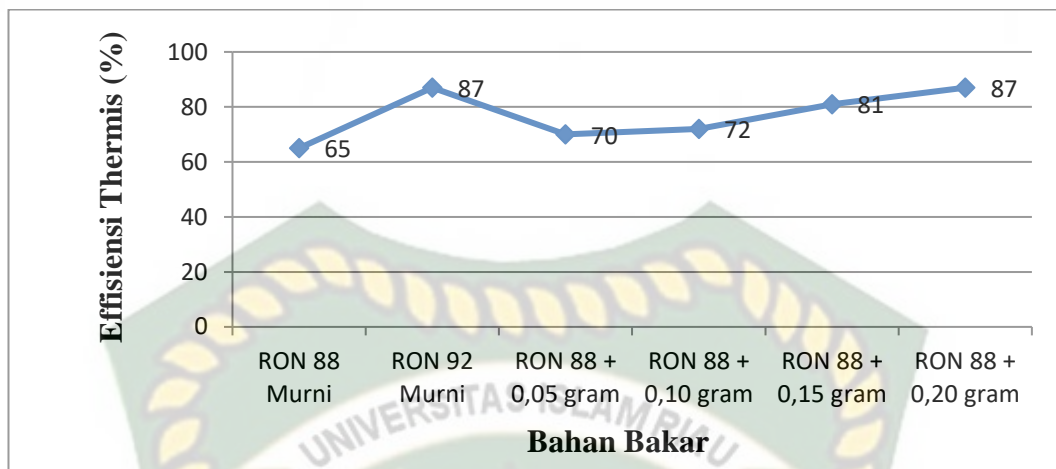
$$\begin{aligned}\dot{\eta}_{th} &= \frac{N_e \times 632}{m_f \times LHV} \times 100\% \\ &= \frac{61,2 \text{ kW} \times 632}{0,95 \frac{\text{kg}}{\text{jam}} \times 46494,45 \text{ kJ/kg}} \times 100\% \\ &= 87 \%\end{aligned}$$

Dari data hasil perhitungan efisiensi thermis pada bahan bakar RON 88 dengan penambahan zat aditif, RON 88 murni dan RON 92 murni dapat dimasukkan kedalam tabel 4.7.

Tabel 4.7 Efisiensi thermis pada RON 88 dengan penambahan zat aditif, RON 88 murni dan RON 92 murni.

No	Berat Zat Aditif dengan Bahan Bakar RON 88	Efisiensi Thermis (%)	Bahan Bakar Murni	Efisiensi Thermis (%)
1	0,05 gram + RON 88	70	RON 88	65
2	0,10 gram + RON 88	72		
3	0,15 gram + RON 88	81	RON 92	87
4	0,20 gram + RON 88	87		

Dari tabel 4.7 Efisiensi thermis pada bahan bakar RON 88 dengan penambahan zat aditif, RON 88 murni dan RON 92 murni dapat ditampilkan dalam bentuk grafik pada gambar 4.4.



Gambar 4.4 Effisiensi thermis pada bahan bakar RON 88 dengan penambahan zat aditif, RON 88 murni dan RON 92 murni

Dari gambar 4.4 dapat dilihat bahwa, pada pengujian efisiensi thermis terhadap bahan bakar RON 88 murni dan RON 92 murni. Effisiensi thermis yang lebih tinggi adalah sebesar 87% pada RON 92 murni. Sedangkan Effisiensi thermis yang lebih rendah adalah 65%. Namun dengan adanya penambahan zat aditif 0,05 gram, 0,10 gram, 0,15 gram, dan 0,20 gram efisiensi thermis yang tertinggi sebesar 87% pada penambahan zat aditif 0,20 gram dengan bahan bakar RON 88. Sedangkan efisiensi thermis terendah adalah 70 % pada penambahan zat aditif 0,05 gram dengan bahan bakar RON 88. Dapat disimpulkan bahwa efisiensi thermis pada RON 88 dengan penambahan zat aditif 0,20 gram nilai efisiensi tertinggi, karena adanya peningkatan pada nilai kalor (LHV) mempengaruhi pembakaran ruang bakar lebih baik sehingga efisiensi thermis meningkat.

## BAB V

### PENUTUP

#### 5.1 Kesimpulan

Dari hasil eksperimen, analisa perhitungan dan pembahasan yang telah diuraikan pada bab-bab sebelumnya, maka dapat diambil suatu kesimpulan mengenai pengaruh zat aditif, diantaranya :

1. Pada RON 88 dengan penambahan zat aditif 0,20 gram nilai torsinya lebih besar, karena adanya pembakaran yang lebih sempurna dan ruang bakar lebih bersih sehingga mempengaruhi pembakaran, pembakaran yang baik mendorong torak lebih cepat dari TMA ke TMB kemudian menghasilkan tekanan yang tinggi. Sehingga torsi yang dihasilkan jauh lebih tinggi.
2. Peningkatan pada torsi dari penambahan zat aditif mempengaruhi daya lebih jauh lebih tinggi.
3. Dengan penambahan zat aditif 0,20 gram nilai pemakaian bahan bakar lebih irit, karena adanya pembakaran yang lebih sempurna dan ruang bakar lebih bersih sehingga mempengaruhi pemakaian bahan bakar, sehingga membuat terjadinya pembakaran di ruang bakar stabil atau sempurna sehingga pemakaian bahan bakar spesifik akan semakin kecil (lebih irit).
4. Adanya peningkatan pada nilai kalor (LHV) mempengaruhi pembakaran ruang bakar lebih baik sehingga efisiensi thermis meningkat.



## 5.2 Saran

Adapun saran yang dapat diambil ketika pembuatan tugas akhir ini adalah :

1. Pada peneliti selanjutnya sebaiknya menggunakan emisi gas buang dengan penambahan zat aditif alami.
2. Pada percobaan pengambilan data ini sebaiknya mesin dilakukan dengan menggunakan beban dan melakukan perbandingan dengan engine tanpa beban.
3. Perlu melakukan pengujian terhadap zat aditif yang berbeda dengan bahan bakar premium dan pertamax.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Indah Dwi Endyani, 2011. *Pengaruh Penambahan Zat Aditif Pada Bahan Bakar Terhadap Emisi Gas Buang Mesin Sepeda Motor* [Skripsi]. Prodi Teknik Mesin. Fakultas Teknik Universitas Widyagama Malang. Malang.
- [2] Wahyu Eko Saputra, 2013. *Pengaruh Penambahan Zat Aditif Alami Pada Bensin Terhadap Prestasi Sepeda Motor 4 Langkah* [Skripsi]. Prodi Teknik Mesin. Fakultas Teknik Universitas Lampung. Lampung.
- [3] Sharma, S.P. *Fuel & Combustion*. McGraw Hill Book Co. New York, 1978.
- [4] Rosid, 2016. *Analisa Proses Pembakaran Pada Motor Bensin 113.5 cc Dengan Simulasi Ansys*. Teknologi Prodi Teknik Mesin. Universitas Singaperbangsa. Karawang.
- [5] Rosehan Yahuza, 2014. *Pengujian Motor Bakar Bensin*. Prodi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Islam Riau. Pekanbaru.
- [6] Julianto Setyawan, 2000. *Peningkatan Unjuk Kerja Motor Bensin Empat Langkah dengan Penggunaan Busi Splitfire SF392D dan Kabel Busi Hurricane* [Skripsi]. Prodi Teknik Mesin. Fakultas Teknik Universitas Kristen Petra. Surabaya.
- [7] Yeliana, 2004. *Analisis Sistem Pendinginan Pada Mesin Isuzu Panther* [Skripsi]. Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang. Semarang.
- [8] Sharma, S.P. *Fuel & Combustion*. McGraw Hill Book Co. New York, 1978.
- [9] Rio Arinedo Sembiring, 2012. *Uji Performansi Mesin Otto Satu Silinder dengan Bahan Bakar Premium dan Pertamina Plus* [Skripsi]. Prodi Teknik Mesin. Fakultas Teknik Universitas Sumatra Utara. Medan.
- [10] Ryan Hermawan P, 2017. *Analisa Penggunaan Bahan Bakar Pertamina Dex, Dexlite, Dan Campuran Pertamina Dex Dengan Dexlite Terhadap Performance Mesin Diesel 4 Silinder* [Skripsi]. Prodi Teknik Mesin. Fakultas Teknik Universitas Islam Riau. Pekanbaru.