



**PENGARUH CAMPURAN BAHAN BAKAR
PREMIUM DAN SPIRITUS
TERHADAP KARAKTERISTIK BAHAN BAKAR
DAN PERFORMA MESIN SEPEDA MOTOR**

SKRIPSI

**Skripsi ini ditulis sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar Sarjana Pendidikan
Program Studi Pendidikan Teknik Otomotif**

UNNES

oleh
Mohammad Miftakhul Hidayat
5202413005

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
2017**

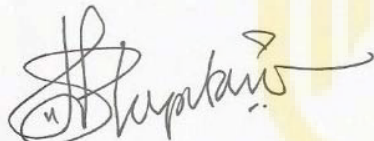
HALAMAN PERSETUJUAN PEMBIMBING

Nama : Mohammad Miftakhul Hidayat
NIM : 5202413005
Program Studi : Pendidikan Teknik Otomotif, S1
Judul : Pengaruh Campuran Bahan Bakar Premium dan Spiritus
Terhadap Karakteristik Bahan Bakar dan Performa Mesin
Sepeda Motor

Skripsi ini telah disetujui oleh pembimbing untuk diajukan ke sidang panitia ujian Skripsi Program Studi Pendidikan Teknik Otomotif Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.

Semarang, Juni 2017

Pembimbing 1,



Drs Suprpto M.Pd

NIP.195508091982031002

Pembimbing 2,



Drs Winarno Dwi Rahardjo M.Pd

NIP.195210021981031001

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi dengan judul “Pengaruh Campuran Bahan Bakar Premium dan Spiritus Terhadap Karakteristik Bahan Bakar dan Performa Mesin Sepeda Motor” telah dipertahankan di depan sidang Panitia Ujian Skripsi Fakultas Teknik UNNES pada 13 Juli 2017.

Oleh

Nama : Mohammad Miftakhul Hidayat
NIM : 5202413005
Program Studi : Pendidikan Teknik Otomotif, S1

Panitia :

Ketua		Sekretaris	
			
Rusyanto S.Pd., M.T. NIP. 197403211999031002		Dr Dwi Widjanarko S.Pd., S.T., M.T., NIP. 196901061994031003	
Penguji 1	Penguji 2/Pembimbing 1	Penguji 3/Pembimbing 2	
			
Drs Supwahyo M.Pd NIP. 15905111984031002	Drs Suprpto M.Pd NIP. 195508091982031002	Drs Winarno Dwi Rahardjo M.Pd NIP. 195210021981031001	
UNNES UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG			
Mengetahui: Dekan Fakultas Teknik UNNES			
			
Dr. Nur Qudus, M.T. NIP. 196911301994031001			

PERNYATAAN KEASLIAN

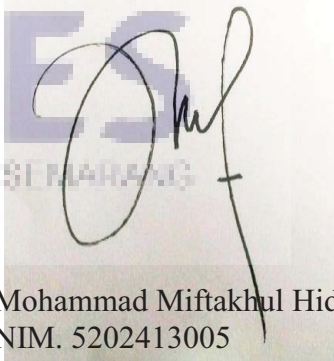
Dengan ini saya menyatakan bahwa :

1. Skripsi ini, adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik (sarjana, magister, dan/atau doktor), baik di Universitas Negeri Semarang (UNNES) maupun di perguruan tinggi lain.
2. Karya tulis ini adalah murni gagasan, rumusan, dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain, kecuali arahan Pembimbing dan masukan Tim Penguji.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya ini, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi ini.

Semarang, 14 Juni 2017

Yang membuat pernyataan,

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG



Mohammad Miftakhul Hidayat
NIM. 5202413005

ABSTRAK

Mohammad Miftakhul Hidayat. 2017. Pengaruh Campuran Bahan Bakar Premium dan Spiritus Terhadap Karakteristik Bahan Bakar dan Performa Mesin Sepeda Motor. Skripsi. Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang. Drs. Suprpto, M.Pd., Drs. Winarno Dwi Rahardjo , M.Pd.

Kata Kunci : Premium, *Spiritus*, Karakteristik Bahan Bakar, Performa Mesin.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui adanya pengaruh campuran bahan bakar premium dan spiritus terhadap karakteristik bahan bakar dan performa mesin sepeda motor dengan menggunakan variasi campuran bahan bakar yang digunakan adalah M0, M10, M15 dan M20 yang diuji melalui uji laboratorium untuk menentukan karakteristik bahan bakar serta melalui alat uji dynotest untuk mengetahui performa mesin sepeda motor khususnya pada aspek daya dan torsi.

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan metode eksperimen (*experiment method*) yaitu metode penelitian yang digunakan untuk mencari pengaruh perlakuan (*treatment*) tertentu terhadap yang lain dalam kondisi yang terkendali. Teknik analisis data yang digunakan adalah teknik analisis data deskriptif. Objek penelitian dilakukan pada sepeda motor Satria FU 150.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan bahan bakar M10 merupakan bahan bakar yang menghasilkan rata-rata daya dan torsi tertinggi dibandingkan bahan bakar lainnya. Peningkatan rata-rata daya dan torsi tertinggi pada bahan bakar M10 yaitu masing-masing sebesar 8,78% dan 11,78%. Hal tersebut karena adanya perbedaan nilai karakteristik campuran bahan bakar yang digunakan sesuai dengan kebutuhan bahan bakar dan rasio kompresi mesin sepeda motor, sehingga disarankan bagi pengguna sepeda motor khususnya sepeda motor Satria FU 150 CC dengan tingkat perbandingan kompresinya 10,2:1 dapat menggunakan campuran bahan bakar M10 sehingga performa mesin akan meningkat sesuai dengan kondisi mesin yang masih standart tanpa adanya modifikasi mesin yang lainnya.

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa ada pengaruh penambahan spiritus ke dalam bahan bakar premium terhadap nilai karakteristik bahan bakar. Semakin besar persentase campuran spiritus ke dalam bahan bakar premium, maka semakin besar pula nilai karakteristik campuran bahan bakar. Hal tersebut dikarenakan nilai awal karakteristik dari spiritus lebih tinggi daripada nilai karakteristik bahan bakar premium murni sehingga jika dicampurkan akan menghasilkan campuran yang nilai karakteristik bahan bakar yang lebih tinggi sehingga daya dan torsi sepeda motor meningkat.

PRAKATA

Alhamdulillah, puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan kemudahan, kelancaran, rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pengaruh Campuran Bahan Bakar Premium dan Spiritus Terhadap Karakteristik Bahan Bakar dan Performa Mesin Sepeda Motor” dengan baik dan tanpa suatu hambatan yang berarti. Shalawat serta salam penulis panjatkan kepada Nabi Muhammad SAW, yang penulis nantikan syafa’atnya di hari akhir nanti.

Skripsi ini ditulis sebagai salah satu persyaratan untuk dan memperoleh gelar Sarjana Pendidikan Program Studi Pendidikan Teknik Otomotif, Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang. Penulisan skripsi ini tidak lepas dari bantuan dan kerjasama berbagai pihak. Oleh Karena itu, penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

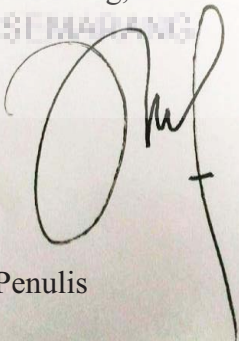
1. Bapak Prof. Dr. Fathur Rohman, M. Hum. Rektor Universitas Negeri Semarang.
2. Bapak Dr. Nur Qudus, M.T. Dekan Fakultas Teknik UNNES.
3. Bapak Rusiyanto, S.Pd.,M.T. Ketua Jurusan Teknik Mesin UNNES.
4. Bapak Dr. Dwi Widjanarko, S.Pd., S.T., M.T. Ketua Program Studi Pendidikan Teknik Otomotif.
5. Bapak Drs. Suprpto, M.Pd. Dosen pembimbing I yang berkenan membantu, memberikan waktu, dan bimbingan dalam penyusunan skripsi ini.

6. Bapak Drs. Winarno Dwi Rahardjo, M.Pd. Dosen pembimbing II yang berkenan membantu, memberikan waktu, dan bimbingan dalam penyusunan skripsi ini.
7. Bapak, Ibu, dan keluarga yang telah memberikan do'a, nasihat, dan kasih sayang.
8. Reni Novitasari, seseorang yang selalu memberikan dukungan secara langsung.
9. Rekan-rekan dan Sahabat dari Pendidikan Teknik Otomotif angkatan 2013 dengan kebersamaan dan semangatnya.
10. Seluruh pihak yang telah membantu dalam penulisan skripsi ini yang tidak bisa dituliskan satu persatu.

Semoga bantuan yang telah diberikan mendapatkan imbalan dari Allah SWT. Penulis menyadari sepenuhnya bahwa penulisan skripsi ini tidak luput dari ketidaksempurnaan. Oleh karena itu, kritik dan saran membangun penulis terima dengan senang hati. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat, baik bagi penulis maupun pembaca.

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

Semarang, 17 Juli 2017



Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN PEMBIMBING	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN.....	iv
ABSTRAK	v
PRAKATA	vi
DAFTAR ISI.	viii
DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
BAB I. PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Identifikasi Masalah.....	6
C. Pembatasan Masalah.....	7
D. Rumusan Masalah.....	7
E. Tujuan Penelitian.....	8
F. Manfaat Penelitian.....	8
BAB II. KAJIAN PUSTAKA.....	9
A. Kajian Teori	9
1. Motor Bakar	9
2. Motor Bensin 4 Langkah	10

3. Proses Pembakaran	12
4. Metanol (Spiritus)	17
5. Bahan Bakar Bensin (Premium)	18
6. Karakteristik Bahan Bakar Bensin	22
7. Karakteristik Metanol Sebagai Bahan Bakar	25
8. Campuran Bahan Bakar Premium - Spiritus	27
9. Parameter Performa Mesin	29
B. Kajian Penelitian yang Relevan	32
C. Kerangka Pikir Penelitian	33
BAB III. METODE PENELITIAN	37
A. Bahan Penelitian	37
B. Alat dan Skema Peralatan Penelitian	37
C. Prosedur Penelitian	40
1. Diagram Alir Pelaksanaan Penelitian	40
2. Proses Penelitian	41
3. Data Penelitian	45
4. Analisis Data	46
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	47
A. Hasil Penelitian	47
B. Pembahasan	59
C. Keterbatasan Penelitian	70
BAB V. PENUTUP	72
A. Simpulan	72

B. Saran Pemanfaatan Hasil Penelitian	73
DAFTAR PUSTAKA	74
LAMPIRAN-LAMPIRAN.....	77



DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN

Simbol	Arti
M10	Metanol 10%
C_8H_{18}	Bahan Bakar Bensin
CH_3OH	Metanol (<i>spiritus</i>)
CH_4	Gas Methan
O_2	Oksigen
N_2	Nitrogen
H_2O	Hidrogen (air)
CO_2	Karbondioksida
T	Torsi benda berputar (<i>N.m</i>)
F	Gaya sentrifugal dari benda yang berputar (<i>N</i>)
B	Jarak benda dari pusat rotasi (<i>m</i>)
N	Putaran mesin (<i>rpm</i>)
P	Daya Poros (<i>KW</i>)
Singkatan	Arti
HP	<i>Horse Power</i>
kW	<i>kilowatt</i>
ASTM	<i>American Society fot Testing Material</i>
CFR	<i>Cooperative Fuel Research</i>
MON	<i>Motor Octane Number</i>
RON	<i>Research Octane Number</i>
AKI	<i>Anti-Knock Index</i>
Rpm	<i>Revolution per minute</i>
API	<i>American Petroleum Institute</i>
TMA	Titik Mati Atas
TMB	Titik Mati Bawah
cp	<i>centipoise</i>

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1. Karakteristik Bahan Bakar Premium.....	25
2.2. Karakteristik Metanol (Spiritus).....	26
2.3. RON Campuran Bensin-Metanol	28
3.1. Lembar Pengambilan Data Karakteristik Bahan Bakar	45
3.2. Lembar Pengambilan Data Torsi (<i>N.m</i>)	45
3.3. Lembar Pengambilan Data Daya (<i>HP</i>).....	45
4.1. Hasil Pengujian Karakteristik Bahan Bakar Premium-Spiritus	47
4.2. Hasil Pengujian Daya Bahan Bakar Premium-Spiritus.....	52
4.3. Hasil Pengujian Torsi Bahan Bakar Premium-Spiritus.....	56



DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1.1. Data Jumlah Kendaraan Bermotor	1
1.2. Keseimbangan Produksi Minyak Mentah (MM) dan Konsumsi BBM Nasional.....	2
1.3. Diagram Penggunaan Jenis BBM di Sektor Transportasi.....	4
2.1. Cara Kerja Motor Bensin 4 Langkah	11
2.2. Siklus Udara Volume Konstan.....	14
2.3. Siklus Aktual Proses Pembakaran.....	15
2.4. Keseimbangan Energi Panas Pada Motor Bensin	29
2.5. Skema Pengukuran Torsi	30
3.1. Skema Pengujian Daya dan Torsi dengan Dinamometer.....	38
3.2. Diagram Alir Proses Penelitian	40
3.3. Skema Pengujian Viskositas Bahan Bakar.....	42
3.4. <i>KOEHLER K88600 Octane Meter Analyzer</i>	43
4.1 Grafik Nilai Berat Jenis Bahan Bakar Premium-Spiritus.....	48
4.2 Grafik Nilai Viskositas Bahan Bakar Premium-Spiritus.....	49
4.3 Grafik Nilai Angka Oktan Bahan Bakar Premium-Spiritus.....	50
4.4 Grafik Nilai Daya Bahan Bakar Premium-Spiritus.....	54
4.5 Grafik Nilai Torsi Bahan Bakar Premium-Spiritus.....	57

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Hasil Penelitian Uji Karakteristik Bahan Bakar	78
2. Hasil Penelitian Performa Mesin Sepeda Motor.....	79
3. Analisis Data Hasil Penelitian	91
4. Dokumentasi Penelitian	97
5. Surat Ijin Penelitian.....	99
6. SK Pembimbing Skripsi.....	101
7. Lembar Persetujuan Proposal Skripsi	102
8. Lembar Persetujuan Seminar Proposal Skripsi.....	103
9. Lembar Undangan Seminar Proposal Skripsi	104
10. Lembar Presensi Acara Seminar Proposal Skripsi.....	105
11. Lembar Berita Acara Seminar Proposal Skripsi	109
12. Lembar Pernyataan Selesai Revisi Proposal Skripsi.....	108
13. Surat Tugas Panitia Ujian Sarjana	109

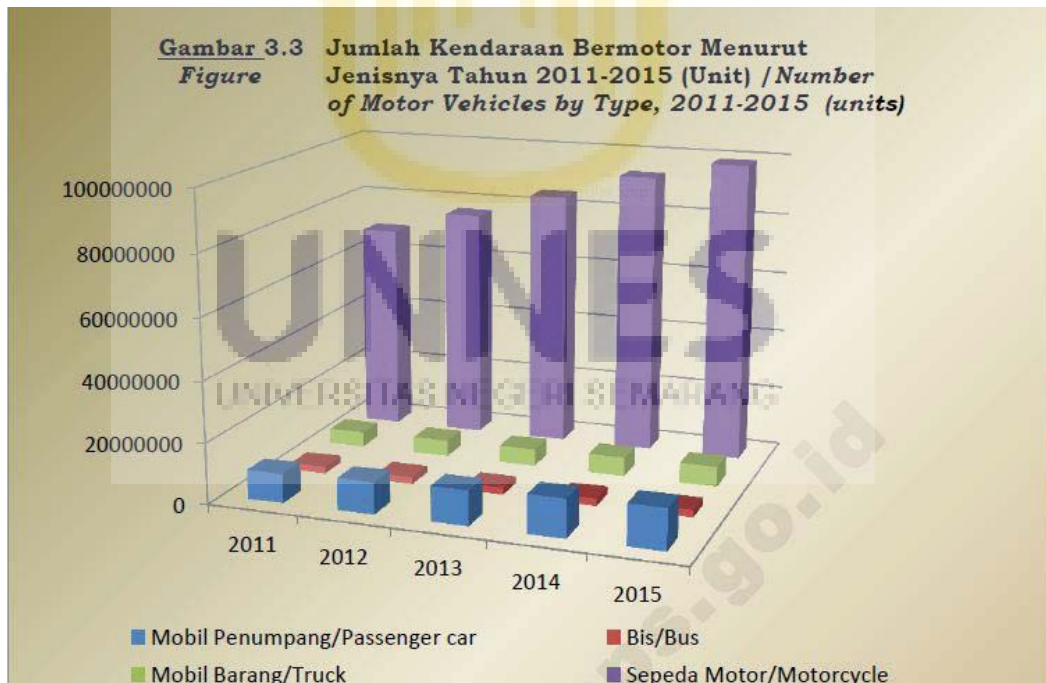


BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Di jaman teknologi modern saat ini, perkembangan teknologi bidang transportasi khususnya transportasi darat semakin meningkat. Sistem transportasi selalu berhubungan erat dengan kemajuan teknologi. Transportasi darat, baik kendaraan roda empat maupun kendaraan roda dua berperan penting dalam memperingan beban pekerjaan manusia. Salah satu sarana penting dari subsektor transportasi darat adalah kendaraan bermotor. Jumlah kendaraan bermotor yang cenderung meningkat seiring dengan pertumbuhan penduduk yang merupakan indikator semakin tingginya kebutuhan masyarakat terhadap sarana transportasi.

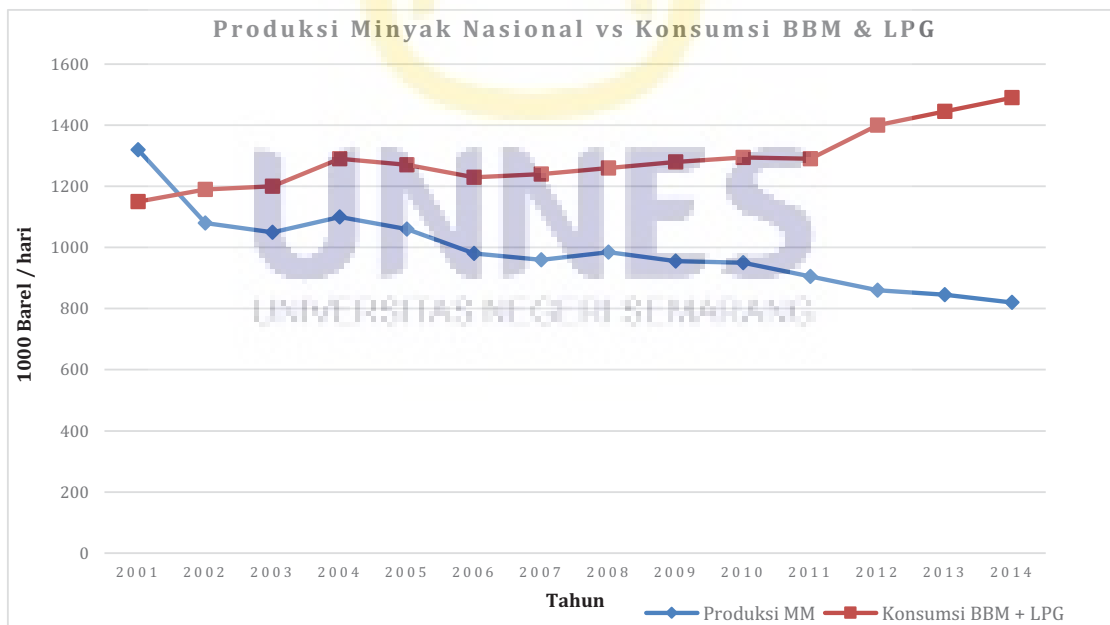


Gambar 1.1 Data jumlah kendaraan bermotor

Sumber : (Badan Pusat Statistik, 2015:24)

Berdasarkan Gambar 1.1, menunjukkan diagram jumlah penggunaan sepeda motor merupakan jenis kendaraan bermotor yang paling banyak digunakan oleh masyarakat. Hal ini terbukti dengan meningkatnya volume kendaraan bermotor dari setiap tahunnya. Sepeda motor merupakan jenis kendaraan darat yang dikategorikan ke dalam mesin pembakaran dalam (*Internal Combustion*) yang memanfaatkan hasil dari minyak bumi berupa bensin yang dijadikan sebagai bahan bakar.

Minyak bumi digunakan untuk mendukung berbagai kegiatan dalam ekstraksi bahan bakar, konversi atau produksi energi. Salah satu hasil pemanfaatan minyak bumi adalah bahan bakar yang dijadikan sebagai sumber energi utama yang digunakan untuk kendaraan bermotor. Kebutuhan manusia akan bahan bakar semakin meningkat seiring bertambah banyaknya jumlah kendaraan bermotor khususnya sepeda motor.



Gambar 1.2 Keseimbangan Produksi Minyak Mentah (MM) dan Konsumsi BBM Nasional

Sumber : (Hardadi, 2015)

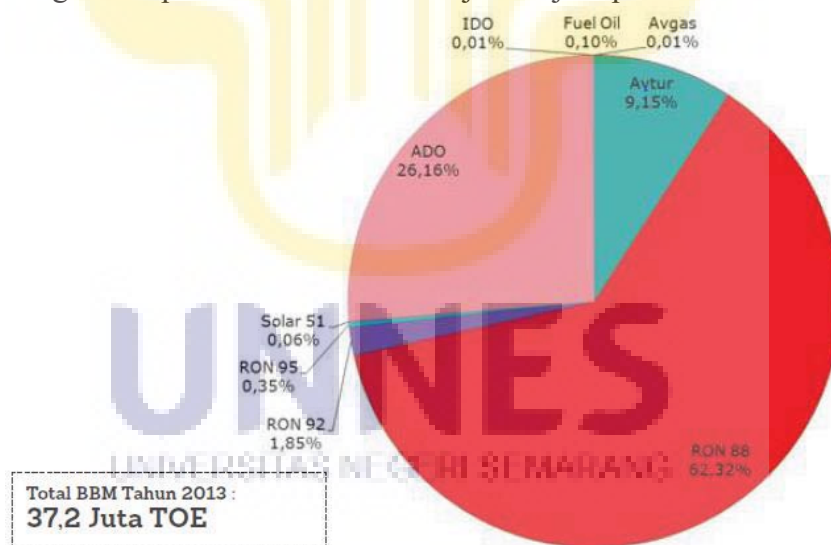
Berdasarkan Gambar 1.2 menunjukkan grafik produksi minyak mentah (MM) dalam negeri terus menurun berbanding terbalik dengan kebutuhan konsumsi bahan bakar minyak yang terus meningkat menyebabkan impor MM khususnya bensin dan minyak solar tidak dapat dihindari guna memenuhi kebutuhan BBM nasional yang terus meningkat. Konsumsi bahan bakar minyak & LPG (*Liquified Petroleum Gas*) Nasional telah melebihi produksi MM sejak tahun 2001.

Meningkatnya volume kendaraan bermotor khususnya sepeda motor saat ini membuat konsumsi bahan bakar minyak semakin meningkat, termasuk pada penggunaan bahan bakar jenis bensin untuk sepeda motor, baik dari segi kualitas maupun kuantitas bahan bakar. Hal ini akan mengakibatkan semakin menipisnya cadangan minyak bumi karena semakin banyaknya pemakaian bahan bakar yang digunakan untuk keperluan kendaraan bermotor. Ide-ide mengenai bahan bakar alternatif pun mulai muncul, baik pengembangan bahan bakar baru pengganti bahan bakar maupun penambahan bahan-bahan tertentu pada bahan bakar minyak.

Pada mesin pembakaran dalam seperti sepeda motor, penggunaan jenis bahan bakar sangat berpengaruh dengan performa mesin. Kualitas bahan bakar dapat diukur berdasarkan dengan nilai angka oktan bahan bakar. Semakin tinggi angka oktan bahan bakar semakin baik pula kualitas bahan bakar. Penggunaan jenis bahan bakar juga harus sesuai dengan desain dan perbandingan kompresi mesin yang digunakan sehingga dapat meningkatkan performa mesin sepeda motor. Setiap bahan bakar memiliki karakteristik dan nilai pembakaran yang berbeda-beda. Karakteristik inilah yang menentukan sifat-sifat dalam proses pembakaran

dalam motor bensin. Di dalam mesin pembakaran dalam, karakteristik dan nilai pembakaran bahan bakar sangat berpengaruh terhadap proses pembakaran. Proses pembakaran yang terjadi di dalam ruang pembakaran merupakan suatu proses penghasil panas yang nantinya digunakan untuk menghasilkan daya yang dibutuhkan.

Salah satu karakteristik bahan bakar adalah angka oktan. Angka oktan sangat berpengaruh terhadap proses pembakaran di dalam mesin bensin. Angka oktan bahan bakar bensin menunjukkan kemampuannya menghindari terbakarnya campuran udara bahan bakar sebelum waktunya. Semakin tinggi angka oktan bahan bakar maka semakin tahan terhadap gejala *knocking*. Hal tersebut bertujuan agar dapat meningkatkan performa mesin atau unjuk kerja sepeda motor.



Gambar 1.3 Diagram penggunaan jenis BBM di sektor transportasi.

Sumber : Zed, et al (2014:41)

Berdasarkan gambar 1.3 jenis bahan bakar minyak yang paling banyak digunakan di sektor transportasi khususnya kendaraan bermotor adalah premium dengan RON 88. Premium merupakan jenis bahan bakar motor bensin yang populer di Indonesia. Sebagian besar masyarakat Indonesia, premium digunakan untuk

kendaraan sepeda motor karena pada dasarnya harga bahan bakar tersebut cukup terjangkau dari pada bahan bakar yang lainnya. Akan tetapi premium termasuk bahan bakar yang tidak dapat terbarukan, serta hanya memiliki angka oktan sebesar 88 RON lebih rendah daripada angka oktan bahan bakar bensin yang lainnya, hal ini dapat mengakibatkan menurunkan efisiensi proses pembakaran mesin bensin jika digunakan pada mesin yang memiliki nilai kompresi yang tinggi, sehingga kini mulai dikembangkan bahan bakar alternatif untuk meningkatkan kualitas bahan bakar serta dapat meningkatkan performa mesin sepeda motor yang digunakan, seperti menambahkan bahan aditif pada bahan bakar minyak. Penambahan zat aditif banyak dilakukan pengendara bertujuan untuk meningkatkan performa mesin, tarikan terasa ringan serta memberikan efek hemat bahan bakar. (Sudirman, 2011:63).

Metanol (*Spiritus*) merupakan cairan berwarna yang mudah terbakar serta memiliki angka oktan yang lebih tinggi daripada angka oktan bahan bakar yang lainnya. Penggunaan spiritus sebagai campuran bahan bakar diklaim mampu meningkatkan unjuk kerja mesin yang baik khususnya motor bensin kendaraan roda dua. Menurut Kristanto (2015:78) dari semua bahan bakar pengganti bensin, metanol merupakan salah satu yang lebih memberi peluang. Metanol murni dan campuran bensin dan metanol dari berbagai persentase telah diuji secara ekstensif pada kendaraan bermotor selama beberapa tahun. Campuran yang paling umum adalah M85 (85% metanol dan 15% bensin) dan M10 (10% metanol dan 90% bensin). Di beberapa negara, bahan bakar M10 dijual sebagai pengganti bensin murni. Keuntungan penggunaan bahan bakar ini terutama menurunkan 10%

penggunaan bensin. Menanggapi hal tersebut maka jalan keluarnya adalah dengan cara menghemat bahan bakar atau mencari bahan bakar alternatif lain yang nilai oktannya lebih tinggi dengan jalan mencampuri spiritus ke dalam bahan bakar premium agar dapat meningkatkan kualitas bahan bakar dan performa mesin sepeda motor.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut maka dapat diidentifikasi permasalahan yang ada, yaitu :

1. Semakin meningkatnya volume kendaraan bermotor khususnya sepeda motor sehingga perlu adanya keseimbangan mengenai produksi dan konsumsi minyak bumi berupa bahan bakar.
2. Produksi minyak mentah (MM) dalam negeri terus menurun berbanding terbalik dengan kebutuhan konsumsi bahan bakar minyak yang terus meningkat.
3. Semakin menipisnya cadangan minyak bumi karena semakin banyaknya pemakaian bahan bakar bensin yang digunakan untuk keperluan kendaraan bermotor.
4. Nilai angka oktan bahan bakar premium relatif lebih rendah daripada nilai angka oktan bahan bakar yang lainnya jika digunakan pada sepeda motor dengan desain kompresi yang tinggi.
5. Perlu adanya bahan bakar alternatif berupa metanol (*spiritus*) yang dapat meningkatkan kualitas bahan bakar dan performa mesin sepeda motor.

C. Pembatasan Masalah

Dalam penelitian ini permasalahan dibatasi pada:

1. Mesin yang digunakan adalah motor 4 langkah 150 cc satu silinder yang perbandingan kompresinya 10,2 : 1.
2. Pengujian performa mesin hanya mengambil daya dan torsi tanpa adanya pengujian konsumsi bahan bakar.
3. Pengujian dilakukan dengan beban yang tetap.
4. Pengambilan data dilakukan pada saat putaran mesin 2500 rpm sampai 8500 rpm dengan *range* 1000 rpm.
5. Pengujian karakteristik bahan bakar hanya mengambil sampel berupa viskositas, berat jenis dan angka oktan.
6. Pengujian dilakukan pada uji laboratorium bukan uji jalan.
7. Bahan bakar yang digunakan adalah premium dengan variasi campuran spiritus yaitu : 100% murni premium (M0), 90% premium dan 10% spiritus (M10), 85% premium dan 15% spiritus (M15) serta 80% premium dan 20% spiritus (M20).

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah di atas maka rumusan permasalahan yang dibahas dalam penelitian ini adalah :

1. Adakah pengaruh campuran bahan bakar premium dan spiritus terhadap karakteristik bahan bakar ?
2. Adakah pengaruh campuran bahan bakar premium dan spiritus terhadap daya dan torsi mesin sepeda motor ?
3. Pada komposisi campuran berapakah dapat menghasilkan performa mesin terbaik pada sepeda motor ?

E. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian dalam penelitian ini, yaitu :

1. Mengetahui adanya pengaruh campuran bahan bakar premium dan spiritus terhadap karakteristik bahan bakar.
2. Mengetahui adanya pengaruh campuran bahan bakar premium dan spiritus terhadap daya dan torsi mesin sepeda motor.
3. Mengetahui komposisi campuran yang ideal yang dapat menghasilkan performa mesin terbaik pada sepeda motor.

F. Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diambil dari penelitian ini adalah :

1. Memberikan ilmu dan pengetahuan mengenai pemanfaatan spiritus sebagai campuran bahan bakar yang dapat meningkatkan performa mesin sepeda motor.
2. Meningkatkan kualitas bahan bakar yang dapat memaksimalkan kinerja mesin sepeda motor.
3. Memberikan ilmu dan pengetahuan mengenai komposisi ideal penambahan spiritus pada bahan bakar yang dapat menghasilkan kualitas bahan bakar dan performa mesin sepeda motor.
4. Memperoleh informasi tentang perbedaan performa mesin motor bensin berdasarkan nilai oktan, sehingga dapat menggunakan bahan bakar sesuai dengan rasio kompresi sepeda motor yang digunakan.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. Kajian Teori

1. Motor Bakar

Menurut Basyirun, et al (2008:12) motor bakar merupakan salah satu jenis mesin penggerak yang banyak dipakai dengan memanfaatkan energi kalor dari proses pembakaran menjadi energi mekanik. Motor bakar merupakan salah satu jenis mesin kalor yang proses pembakarannya terjadi dalam motor bakar itu sendiri sehingga gas pembakaran yang terjadi sekaligus sebagai fluida kerjanya. Motor bakar dapat diklasifikasikan menjadi 2 ditinjau dari cara memperoleh sumber energi kalor, yaitu mesin pembakaran luar (*External Combustion Engines*) dan mesin pembakaran dalam (*Internal Combustion Engines*). Mesin yang proses pembakarannya di dalam mesin itu sendiri disebut *Internal Combustion Engines*, sedangkan mesin yang proses pembakarannya di luar mesin itu sendiri disebut *External Combustion Engines*.

Cullp dan Sitompul (1985:318) mengemukakan bahwa motor bakar (*Internal Combustion Engines*) tidak beroperasi dalam siklus mesin kalor dapat-balik eksternal, tetapi dapat didekati dengan siklus dapat-balik internal dimana seluruh proses dapat-balik kecuali pemberian panas dan pengambilan panas. Energi panas yang dihasilkan oleh proses pembakaran ini akan dimanfaatkan untuk dijadikan energi mekanik berupa gerak bolak-balik torak (gerak reciprocating) yang selanjutnya akan diubah menjadi gerak putar (gerak rotari) poros engkol.

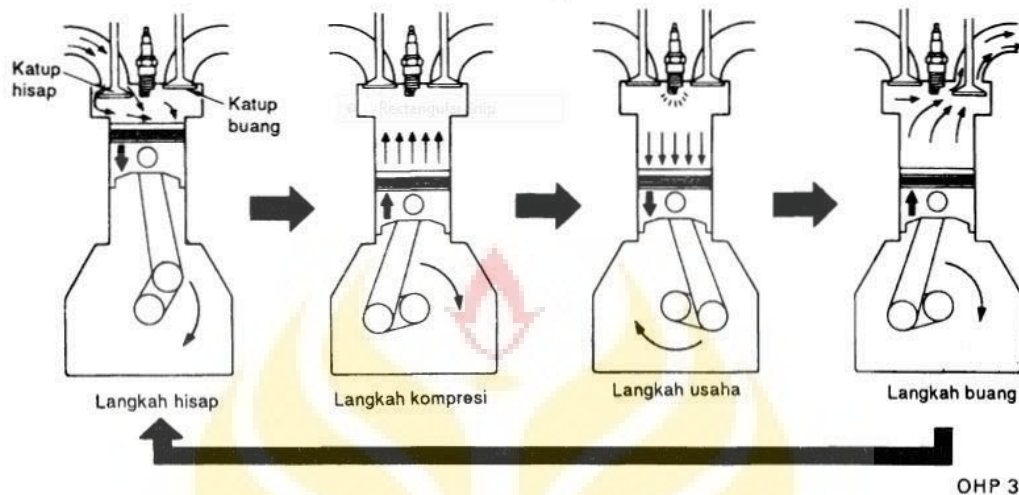
Motor bensin merupakan salah satu contoh dari motor bakar torak jenis mesin pembakaran dalam (*Internal Combustion Engines*). Pada mesin bensin (*Siklus Otto*) penyalaan bahan bakar dilakukan oleh penyalaan bunga api listrik dari kedua elektroda busi. Oleh sebab itu mesin bensin disebut juga dengan *Spark Ignition Engine*. Keuntungan dari mesin pembakaran dalam (*Internal Combustion Engines*) dibandingkan dengan mesin pembakaran luar (*External Combustion Engines*) adalah konstruksinya lebih sederhana, tidak memerlukan fluida kerja yang banyak dan efisiensi totalnya lebih tinggi, sedangkan mesin pembakaran luar keuntungannya adalah bahan bakar yang digunakan lebih beragam, mulai dari bahan bakar padat sampai bahan-bakar gas, sehingga mesin pembakaran luar banyak dipakai untuk keluaran daya yang besar dengan bahan bakar murah (Basyirun et al, 2008:12).

Ditinjau dari langkah kerja, motor bensin (*Siklus Otto*) terdiri atas motor bensin 4 langkah dan mesin bensin 2 langkah. Pada mesin bensin 4 langkah untuk menghasilkan 1 tenaga hasil pembakaran diperlukan 4 kali gerak bolak balik (gerak aksial) torak atau 2 kali gerak putar (gerak rotari) poros engkol. Sedangkan pada mesin 2 langkah untuk menghasilkan 1 tenaga hasil pembakaran diperlukan 2 kali gerak bolak balik (gerak reciprocating) torak atau 1 kali gerak putar (gerak rotari) poros engkol (Pudjanarsa dan Nursuhud, 2008:52-53).

2. Motor Bensin 4 Langkah

Menurut Lengkong, et.al (2013) motor bakar 4 (empat) langkah adalah bila satu kali proses pembakaran terjadi pada setiap empat langkah gerakan piston atau dua kali putaran poros engkol. Langkah adalah perjalanan torak dari titik mati atas

(TMA) menuju titik mati bawah (TMB) ataupun sebaliknya. Cara kerja motor bensin 4 langkah terbagi menjadi 4 proses langkah kerja, yaitu :



Gambar 2.1 Cara kerja motor bensin 4 langkah

Sumber : (Toyota, 2004: 3-4)

1. Langkah Hisap

Dalam langkah ini, campuran udara dan bensin dihisap ke dalam silinder. Katup hisap terbuka sedangkan katup buang tertutup. Waktu torak bergerak ke bawah, menyebabkan ruang silinder menjadi vakum, masuknya campuran udara dan bensin ke dalam silinder disebabkan adanya tekanan udara luar (*atmospheric pressure*) (Toyota, 2004: 3-4).

2. Langkah Kompresi

Dalam langkah ini, campuran udara dan bensin dikompresikan. Katup hisap dan katup buang tertutup. Waktu torak mulai naik dari titik mati bawah (TMB) ke titik mati atas (TMA) campuran yang dihisap tadi dikompresikan. Akibatnya tekanan dan temperaturnya menjadi naik, sehingga akan mudah terbakar. Poros engkol berputar satu kali, ketika torak mencapai TMA (Toyota, 2004: 3-4).

3. Langkah Usaha

Dalam langkah ini, mesin menghasilkan tenaga untuk menggerakkan kendaraan. Sesaat sebelum torak mencapai TMA pada saat langkah kompresi, busi memberi loncatan bunga api pada campuran yang telah dikompresikan, dengan terjadinya pembakaran, kekuatan dari tekanan gas pembakaran yang tinggi mendorong torak ke bawah. Usaha ini menjadi tenaga mesin (*engine power*) (Toyota, 2004: 3-4).

4. Langkah Buang

Dalam langkah ini, gas yang terbakar dibuang dari dalam silinder. Katup buang terbuka, torak bergerak dari TMB ke TMA. Mendorong gas bekas keluar dari silinder. Ketika torak mencapai TMA, akan mulai bergerak lagi untuk persiapan berikutnya, yaitu langkah hisap. Poros engkol telah melakukan 2 putaran penuh dalam 1 siklus terdiri dari 4 langkah, hisap, kompresi, usaha dan buang yang merupakan dasar kerja dari mesin 4 langkah (Toyota, 2004: 3-4).

3. Proses Pembakaran

Menurut Suyatno (2010:24) pembakaran adalah reaksi kimia antara bahan bakar dengan oksigen diiringi kenaikan panas dan nyala. Oksigen yang diperlukan untuk pembakaran diperoleh dari udara yang merupakan campuran dari oksigen dan nitrogen. Pada mesin bensin pembakaran dalam dibutuhkan tekanan dan temperatur yang tinggi untuk menghasilkan panas dalam proses pembakaran. Hal itu bertujuan agar panas yang dihasilkan dapat diubah menjadi energi mekanik.

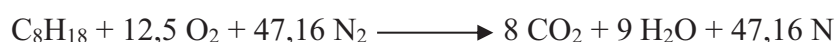
Nugraha (2007) menyatakan bahwa karena proses pembakaran berlangsung dalam temperatur tinggi, bahan bakar yang digunakan pada proses pembakaran

motor bensin harus memiliki beberapa persyaratan, diantaranya : (1) memiliki daya kalor tinggi (*high caloric power*), (2) tidak menimbulkan polusi dalam jumlah yang besar, dan (3) aman, murah dan mudah didapat untuk konsumsi umum.

Proses pembakaran dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu : temperatur, kerapatan campuran, komposisi, dan turbulensi yang ada pada campuran. Apabila temperatur campuran bahan bakar dengan udara naik, maka semakin mudah campuran bahan bakar dengan udara tersebut untuk terbakar. Temperatur yang cukup pada campuran bahan bakar dalam hal ini agar bensin dengan udara akan lebih homogen (Suyatno, 2011:13).

Proses pembakaran dasar dapat dijelaskan melalui reaksi kimia bahan bakar (hidrokarbon) dengan pengoksidasinya (udara atau oksigen) yang disebut *reaktan*, yang mengalami proses kimia sambil melepaskan panas untuk membentuk produk pembakaran. Dalam proses pembakaran sempurna disebut dengan pembakaran stoikiometri. Komponen di sisi kiri persamaan reaksi kimia yang hadir sebelum reaksi disebut reaktan, sedangkan komponen di sisi kanan dari persamaan yang hadir setelah reaksi disebut produk atau buangan (Kristanto, 2015:62).

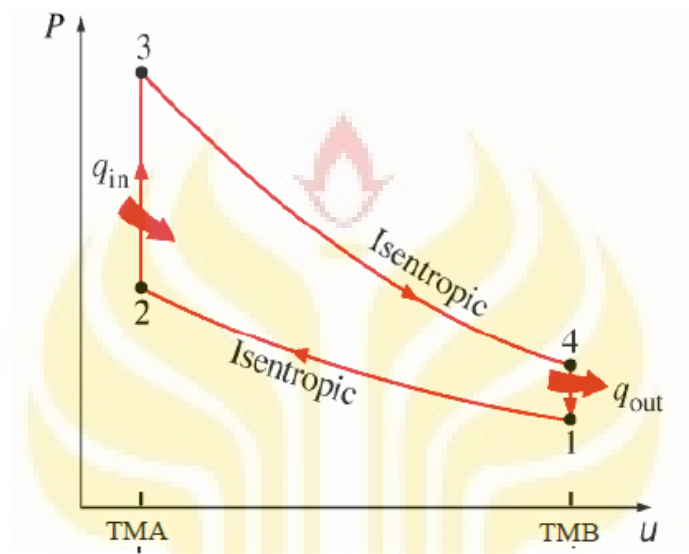
Menurut Kurdi dan Arijanto (2007:55) persamaan reaksi pembakaran sempurna adalah sebagai berikut :



Secara teoritis proses pembakaran terjadi sangat cepat dan menyebabkan peningkatan tekanan yang tiba-tiba sehingga pada proses pembakaran motor bensin terdapat siklus volume konstan atau sering disebut dengan siklus ledakan

(*explosion cycle*). Siklus udara volume konstan merupakan siklus yang diperuntukkan motor bensin, dimana pembakaran terjadi pada saat volume konstan. (Basyirun, et.al 2008:15).

Diagram siklus udara konstan adalah sebagai berikut:



Gambar 2.2 Siklus udara volume konstan

Sumber : (Basyirun, et.al 2008:16)

Berdasarkan gambar proses kerja siklus udara volume konstan pada motor bensin adalah sebagai berikut (Basyirun, et.al 2008:15) :

1. Langkah isap (0-1) merupakan proses tekanan konstan.
2. Langkah kompresi (1-2) merupakan proses adiabatik. Proses pembakaran volume konstan (2-3) dianggap sebagai proses pemasukan kalor pada volume konstan.
3. Langkah kerja (3-4) merupakan proses adiabatik. Proses pembuangan kalor (4-1) dianggap sebagai proses pengeluaran kalor pada volume konstan.

4. Langkah buang (1-0) merupakan proses tekanan konstan, gas pembakaran dibuang lewat katup buang (Basyirun, et.al 2008:15)

Selain siklus udara volume konstan, motor bensin juga memiliki siklus aktual dalam proses pembakaran.



Gambar 2.3 Siklus udara volume konstan

Sumber : (Basyirun, et al 2008:19)

Dalam proses pembakaran tersebut fluida kerjanya adalah campuran bahan bakar udara, jadi ada proses pembakaran untuk sumber panas. Pada langkah hisap, tekanannya lebih rendah dibandingkan dengan langkah buang. Proses pembakaran dimulai dari penyalan busi (*ignition*) sampai akhir pembakaran. Proses kompresi dan ekspansi tidak adiabatik, karena terdapat kerugian panas yang keluar ruang bakar (Basyirun, et al 2008:19).

Menurut Kristanto (2015:166) proses pembakaran pada motor bensin berlangsung dalam tiga fase atau periode, yaitu : Periode penundaan, Periode tekanan dengan cepat, dan Periode setelah pembakaran.

(1) Periode Penundaan

Periode penundaan atau disebut juga periode pengapian dan pengembangan nyala api lebih awal. Periode ini merupakan fase pertama yang meliputi periode mulai dari saat percikan api tegangan tinggi lewat di antara elektroda busi (yang kemudian menyalakan uap udara-bahan bakar di sekitar elektroda) sampai saat mulai terbentuknya nyala api untuk melepaskan energi kalor fraksi uap bahan bakar yang terbakar (Kristanto, 2015:166).

(2) Periode Kenaikan Tekanan dengan cepat

Periode ini dikenal sebagai periode perambatan nyala api, merupakan fase kedua yaitu waktu antara permulaan medan nyala api dan dimulainya kenaikan tekanan di atas tekanan kompresi normal ke satu titik pada saat medan nyala api yang tidak nyata telah menyebar ke dinding silinder dan tekanan silinder telah mencapai nilai puncaknya (Kristanto, 2015:167).

(3) Periode Setelah Pembakaran atau Penghentian Pembakaran

Setelah medan nyala api mencapai dinding silinder, masih terdapat sekitar 25% muatan yang belum dengan sepenuhnya terbakar. Pada tahapan ini sisa oksigen di dalam muatan menjadi lebih sulit untuk bereaksi dengan uap bensin sedemikian hingga laju pembakaran melambat. Kondisi ini dikenal sebagai periode setelah pembakaran (Kristanto, 2015:167).

Menurut Jama dan Wagino (2008:22) menyebutkan bahwa pembakaran dapat berlangsung dengan sempurna, tetapi juga dapat tidak sempurna. Pembakaran yang kurang sempurna (abnormal) terjadi ketika nyala api tidak menyebar secara merata dan tidak lancar di ruang bakar. Campuran udara miskin, suhu operasi

tinggi, oktan rendah sehingga menjadi pembakaran menjadi abnormal. Masalah utama pembakaran abnormal ini antara lain : (1) Detonasi (2) Pra-Penyalaan (3) Dieseling (Kristanto, 2015:74-75).

4. Metanol (Spiritus)

Metanol, juga dikenal sebagai *metil alkohol*, *wood alcohol* atau spiritus, adalah senyawa kimia dengan rumus kimia CH_3OH . Pada keadaan atmosfer berbentuk cairan yang ringan, mudah menguap, tidak bewarna, mudah terbakar, dan beracun dengan bau yang khas yaitu berbau lebih ringan daripada etanol (Wikipedia dalam Sipahutar dan Santoso, 2012:596).

Kurdi dan Arijanto (2007:54) mengatakan bahwa metanol adalah senyawa alkohol dengan rantai yang paling sederhana, bersifat cair memiliki kalori mendekati bahan bakar minyak, dan proses pembuatannya sudah bisa disintetiskan, sehingga masalah persediaan bukan perkara yang sulit. Metanol disebut sebagai *wood alcohol* karena dahulu merupakan produk samping dari distilasi kayu. Saat ini metanol dihasilkan melalui proses multistap. Secara singkat, gas alam dan uap air dibakar dalam tungku untuk membentuk gas hidrogen dan karbonmonoksida, kemudian gas hidrogen dan karbon monoksida ini bereaksi dalam tekanan tinggi dengan bantuan katalis untuk menghasilkan metanol. Umumnya metanol dibuat dari gas sintesis berupa gas metan (CH_4) yang terkandung dalam gas alam, batubara dan biomassa metanol dapat dihasilkan dari bahan baku biomassa (Sipahutar dan Santoso, 2012:596).

Metanol digunakan secara terbatas dalam mesin pembakaran dalam, dikarenakan metanol tidak mudah terbakar dibandingkan dengan bensin. Metanol

murni dan campuran bensin dan metanol pada berbagai persentase telah diuji secara ekstensif pada kendaraan bermotor selama beberapa tahun. Campuran yang paling umum adalah M85 (85% metanol dan 15% bensin) dan M10 (10% metanol dan 90% bensin) (Kristanto, 2015:78).

Reaksi kimia metanol yang terbakar di udara dan membentuk karbondioksida dan air adalah sebagai berikut :



Menurut Pulkrabek, W (1997:153) metanol murni dan campuran metanol dan bensin di berbagai persentasenya telah diuji secara luas dalam mesin-mesin kendaraan dan untuk beberapa tahun. Campuran yang paling umum adalah M85 (85% metanol dan 15% bahan bakar) dan M10 (10% metanol dan 90% bahan bakar). Data dari tes ini yang mencakup performa dan tingkat emisi yang lebih baik dibandingkan bensin yang murni (M0) dan murni metanol (M100).

5. Bahan Bakar Bensin (Premium)

Suprpto (2004:5) menyatakan bahwa bahan bakar adalah bahan-bahan yang digunakan dalam proses pembakaran. Tanpa adanya bahan bakar tersebut pembakaran tidak akan mungkin dapat berlangsung. Adapun tujuan dari pembakaran bahan bakar adalah untuk memperoleh energi yang disebut dengan energi panas (*heat energy*). Ditinjau dari bentuknya bahan bakar terbagi menjadi 3 macam, yaitu : bahan bakar cair, bahan bakar padat dan bahan bakar gas. Sedangkan berdasarkan dari asalnya bahan bakar dibagi menjadi 3 golongan, yaitu : bahan bakar nabati, bahan bakar mineral dan bahan bakar fosil.

Menurut Suprpto (2004:13) bensin berasal dari kata *benzana*, lazim sebenarnya zat ini berasal dari gas tambang yang mempunyai sifat beracun dan merupakan persenyawaan dari hidrokarbon tak jenuh, artinya dapat bereaksi dengan mudah terhadap unsur-unsur lain. Bentuk ikatan adalah rangkap, dan senyawa molekulnya disebut alkana dan setara dengan prosentase *isooctane* dengan *normal-heptana*. Bahan bakar jenis ini biasa disebut dengan kata lain *gasoline*. Bensin mengandung gas yang mudah terbakar, umumnya bahan bakar ini dipergunakan untuk mesin dengan pengapian busi (Suprpto, 2004:18).

Bensin adalah zat cair yang dihasilkan dari hasil pemurnian minyak bumi dan mengandung unsur karbon dan hidrogen (Suyatno, 2011:14). Menurut Suprpto (2004:18) sifat yang dimiliki bensin antara lain : (a) Mudah menguap pada temperatur normal, (b) Tidak berwarna, tembus pandang dan berbau, (c) Titik nyala rendah (-10 °C sampai -15 °C), (d) Berat jenis rendah (0,60 s/d 0,78), (e) Dapat melarutkan oli dan karet, (f) Menghasilkan jumlah panas yang besar (9,500 s/d 10,500 kcal/kg), dan (g) setelah dibakar sedikit meninggalkan karbon.

Adapun syarat-syarat bensin yang baik dan memberikan kerja mesin yang lembut, yaitu : (1) Mudah terbakar, artinya mampu tercipta pembakaran serentak di dalam ruang bakar dengan sedikit knocking atau dentuman, (2) Mudah menguap, artinya bensin harus mampu membentuk uap dengan mudah untuk memberikan campuran udara dengan bahan bakar yang tepat saat menghidupkan mesin yang masih dingin, (3) Tidak beroksidasi dan bersifat pembersih, artinya sedikit perubahan kualitas dan perubahan bentuk selama di simpan. Selain itu juga bensin harus mencegah pengendapan pada sistem intake, (4) Angka oktan, adalah suatu

angka untuk mengukur bahan bakar bensin terhadap daya anti *knock characteristic* (Suprpto, 2004:18-19).

Menurut Kurdi dan Arijanto (2007:55) premium yang dipasarkan adalah bensin yang ditambah dengan zat aditif. Zat aditif tersebut antara lain adalah TEL (*Tetra Ethyl Lead* / $(C_2H_5)_4 Pb$) atau TML (*Tetra Methyl Lead* / $(CH_3)_4 Pb$). Aditif ini berfungsi sebagai zat anti *knocking* karena dengan penambahan zat ini angka oktan meningkat, semula berkisar antara 75 sampai 78, menjadi 86 sampai 89. TEL larut dalam bensin dan mendidih pada temperatur 200 °C, serta mempunyai berat sekitar 1,7 kg/liter. Kandungan utama dari TEL adalah timbal yang sangat berbahaya bagi kesehatan manusia.

Menurut Kurdi dan Arijanto (2007:55) reaksi kimia pembakaran premium dengan udara adalah sebagai berikut:



Karakteristik yang dibutuhkan pada bensin adalah karakteristik pembakarannya. Karakteristik bahan bakar yang menggambarkan kemampuan bahan bakar akan atau tidak menyala sendiri disebut angka oktan. Peringkat oktan didasarkan pada ukuran kemampuan bahan bakar (bensin) menahan detonasi. Semakin tinggi angka oktan semakin kecil kemungkinan untuk menghasilkan ledakan dini (*pre-ignition*) atau penyalaan sendiri (*self-ignition*). Kecenderungan penyalaan sendiri menimbulkan gejala ketukan (*knocking*). Kecenderungan ketukan ini berhubungan dengan rasio kompresi motor. Mesin dengan rasio kompresi rendah, dapat menggunakan bensin dengan angka oktan rendah, tetapi jika mesin dengan rasio kompresi tinggi harus menggunakan bahan bakar dengan

angka oktan yang tinggi untuk menghindari pengapian sendiri dan ketukan (Kristanto, 2015:70)

Menurut Suprpto (2004:13) angka oktan adalah prosentase volume *isooctane* di dalam campuran antara *isooctane* dengan *normal heptana* yang menghasilkan intensitas *knocking* atau daya ketukan dalam proses pembakaran ledakan dari bahan bakar yang sama dengan bensin yang bersangkutan. Angka oktan merupakan karakteristik bahan bakar yang menggambarkan seberapa baik bahan bakar akan atau tidak akan menyala sendiri (Pulkabrek, W 1997:143). Nilai oktan pada bahan bakar bensin menentukan ketahanan suatu bahan bakar terhadap tekanan (kompresi) dan temperature yang tinggi. Semakin tinggi angka oktan bahan bakar maka bahan bakar tersebut semakin tahan terhadap tekanan dan temperature yang tinggi.

Menurut Kristanto (2015:70) terdapat dua metode yang digunakan untuk mengukur nilai angka oktan bahan bakar bensin, yaitu metode motor (*motor method*) berdasar acuan ASTM D-27009 dan metode riset (*research method*) berdasar acuan *ASTM D-2699* yang dinyatakan dengan Angka Oktan Motor (*Motor Octane Number, MON*) dan Angka Oktan Riset (*Research Octane Number, RON*). Nilai MON dan RON diukur dengan motor *Cooperative Fuel Research (CFR)*, dengan bahan bakar acuan utama *normal heptane* (n-heptana) dan *isooktana*. Persentase *isooktan* di dalam campuran bahan bakar menyatakan angka oktan yang diberikan ke bahan bakar uji. Misalnya bahan bakar yang mempunyai karakteristik ketukan yang sama sebagai campuran 97% *isooktan* dan 30% n-heptana mempunyai angka oktan 87.

Indeks angka ketukan (*Anti-Knock Index, AKI*) atau yang lebih sering dikenal sebagai angka oktan bahan bakar dapat dinyatakan dalam :

$$AKI = \frac{(MON+RON)}{2}$$

Sumber : (Kristanto, 2015:70)

6. Karakteristik Bahan Bakar Bensin (Premium)

Bahan bakar bensin merupakan jenis bahan bakar yang berbentuk cair. Menurut Suprpto (2004:25-28) terdapat sifat-sifat fisik bahan bakar cair yang perlu diketahui, antara lain:

a. Berat Jenis (*specific gravity*)

Menurut Suprpto (2004:25) *Specific gravity* adalah perbandingan berat dari bahan bakar minyak pada temperatur tertentu terhadap air pada volume dan temperatur yang sama (60 °F). Bahan bakar minyak pada umumnya mempunyai berat jenis antara 0,82 – 0,96 dengan kata lain minyak lebih ringan dari pada air. Dalam perdagangan internasional, berat jenis dinyatakan dalam *API Gravity* atau derajat API (*American Petroleum Institute*). Hubungan °API Gravity dengan berat jenis adalah sebagai berikut:

$$^{\circ}API = \frac{141,5}{berat\ jenis} - 131,5$$

b. Viskositas (*Viscosity*)

Viscosity cairan adalah suatu angka yang besarnya perlawanan atau hambatan atau ketahanan suatu bahan bakar minyak untuk mengalir atau dengan kata lain ukuran besarnya tahanan geser dari bahan bakar minyak. Satuan viskositas adalah *centipoise*. Pada umumnya makin tinggi derajat API, makin kecil

viskositasnya, begitu pula sebaliknya. Cara mengukur viskositas dengan jalan menghitung lama waktu mengalirnya suatu minyak yang banyaknya telah ditentukan melalui lubang viscometer (Suprpto, 2004:26).

c. Nilai Kalor (*Kalorific Value*)

Nilai kalor adalah suatu angka yang menyatakan jumlah panas atau kalori yang dihasilkan dari proses pembakaran sejumlah tertentu bahan bakar dengan udara / oksigen. Nilai kalor dari bahan bakar minyak umumnya berkisar antara 18,300 - 9,800 Btu/lb atau 10,160 - 11,000 kkal/kg. Nilai kalor berbanding terbalik dengan berat jenis. Makin tinggi berat jenis minyak bakar, makin rendah nilai kalori yang diperolehnya (Suprpto, 2004:26).

d. Titik Tuang (*Pour Point*)

Titik tuang suatu minyak adalah suhu terendah minyak yang keadaannya masih dapat mengalir karena berat sendiri. Titik tuang diperlukan sehubungan dengan kondisi dari pengilangan dan pemakaian dari minyak tersebut, sehingga diharapkan minyak masih dapat dipompakan atau mengalir pada suhu yang berada di bawah titik tuang (Suprpto, 2004:26).

e. Titik Didih (*Boiling Point*)

Titik didih minyak berbeda-beda sesuai dengan grafitasinya. Untuk wilayah dengan grafitasi API-nya rendah, maka titik didihnya tinggi karena mempunyai berat jenis yang tinggi, sedangkan untuk grafitasi API-nya tinggi maka titik didihnya rendah (Suprpto, 2004:27).

f. Titik Nyala (*Flash Point*) dan Titik Bakar (*Fire Point*)

Menurut Wiratmaja (2010:147) dalam suatu bahan bakar cair yang perlu diperhatikan adalah besarnya *flash point* dan *fire point*. *Flash point* adalah suhu pada uap diatas permukaan bahan bakar minyak yang akan terbakar dengan cepat (meledak/penyalan api sesaat) apabila nyala api didekatkan padanya, sedangkan *fire point* adalah temperatur pada keadaan dimana uap di atas permukaan bahan bakar minyak terbakar secara kontinyu apabila nyala api didekatkan padanya. Pada bahan bakar minyak dengan grafitasi API tinggi maka titik didihnya rendah, sehingga titik nyalanya juga rendah artinya bahan bakar minyak tersebut akan mudah terbakar, demikian juga sebaliknya (Suprpto, 2004:27).

g. Air dan Endapan

Air dan endapan yang dipersyaratkan dalam minyak tidak boleh lebih dari 0,5 %. Air yang banyak terkandung pada minyak bakar dapat menyebabkan pembakaran tidak sempurna, sedangkan endapan pada minyak akan dapat memperbanyak jumlah gas sisa pembakaran dan abu (Suprpto, 2004:27).

Tabel 2.1 Karakteristik Bahan Bakar Premium

Karakteristik	Satuan	Batasan				Metode Uji
		Tanpa Timbal		Bertimbal		
		MIN	MAX	MIN	MAX	ASTM
1. Bilangan Oktana	RON	88.0	-	88.0	-	D 2699-86
- RON - MON		Dilaporkan		dilaporkan		D 2700-86
2. Stabilitas Oksida	menit	360	-	360	-	D 525-99
3. Kandungan Sulfur	% m/m	-	0,05	-	0,05	D 2622-98
4. Kandungan Timbal	gr/l	-	0,013	-	0,3	D 3237-97

5. Destilasi						D 86-99a
10% vol. Penguapan	°C	-	74	-	74	
50% vol. Penguapan	°C	88	125	88	125	
90% vol. Penguapan	°C	-	180	-	180	
Titik didih akhir	°C	-	215	-	215	
Residu	% vol	-	2,0	-	2,0	
6. Kandungan Oksigen	% m/m	-	2,7	-	2,7	D4815-94a
7. Washed gum	mg/100ml	-	5	-	5	D 381-99
8. Tekanan Uap	kPa	-	62	-	62	D 5191/D 323
9. Berat Jenis pada suhu 15 °C	kg/m ³	715	780	715	780	D 4052/D1298
10. Penampilan visual		jernih & terang		jernih & terang		
11. Warna		Merah		Merah		
12. Kandungan Pewarna	gr/100 l		0,13		0,13	
13. Sulfur Mercaptan	% massa	-	0,002	-	0,002	D-3227

Sumber : (PT Pertamina, 2007)

7. Karakteristik Metanol (Spiritus) Sebagai Bahan Bakar

Metanol yang juga dikenal sebagai *metil alkohol*, *wood alcohol* atau *spiritus*, adalah senyawa kimia yang dapat disusun dari tiga unsur kimia yaitu unsur oksigen, karbon, dan hidrogen dengan rumus kimia CH₃OH. Metanol dapat diperoleh dari berbagai sumber, baik fosil dan terbarukan, termasuk batubara, minyak bumi, gas alam, biomassa, kayu, tempat pembuangan sampah, dan bahkan lautan. Penambahan senyawa oksigen atau sejenis alkohol pada bahan bakar dapat meningkatkan angka oktan bahan bakar tersebut (Sipahutar dan Santoso, 2012:595).

Menurut Kurdi dan Arijanto (2007:55) reaksi pembakaran metanol adalah sebagai berikut :



Tabel 2.2 Karakteristik Metanol (Spiritus)

Angka Oktan	108 RON
-------------	---------

Rumus Kimia	CH ₄ O
Formulasi Kimia	CH ₃ OH
Massa Molar	32,04 g/mol
Temperatur Penyalaan	455 ° C
Kelarutan di dalam air	(20 ° C)
Densitas	0,792 g/cm ³
Titik didih	64,5 ° C (1013 hPa)
Tekanan uap	128 hPa (20 ° C)
Penyerapan air	1000 g/kg
Titik nyala	15,6° C

Sumber : (Sipahutar dan Santoso, 2012:596-597)

Menurut Kurdi dan Arijanto (2007:55) angka oktan yang tinggi membuat metanol dapat digunakan pada mesin-mesin dengan rasio kompresi sampai 15:1. Pulkrabek, W (1997:152) mengemukakan bahwa terdapat beberapa keuntungan dari *metil alkohol*, *wood alcohol* atau *spiritus* sebagai bahan bakar meliputi:

1. Bisa diperoleh dari berbagai sumber, baik alam maupun diproduksi.
2. Bahan bakar oktan tinggi dengan angka indeks anti-ketukan (angka oktan pada bahan bakar) lebih dari 100. Memiliki angka oktan yang tinggi sehingga dapat menghasilkan titik nyala yang tinggi. Mesin menggunakan bahan bakar beroktan tinggi dapat berjalan lebih efisien dengan menggunakan rasio kompresi yang lebih tinggi.
3. Umumnya tingkat emisi gas buang lebih rendah jika dibandingkan dengan bensin.
4. Ketika dibakar, memberikan tekanan yang lebih tinggi dan lebih banyak kekuatan di langkah ekspansi.

5. Memiliki titik penguapan pendinginan yang tinggi (hfg) . Hal ini menimbulkan efisiensi volumetrik mesin dan mengurangi *loss energy* yang diperlukan dalam langkah kompresi.
6. Kandungan sulfur dalam bahan bakar lebih rendah.

8. Campuran Bahan Bakar Premium – Spiritus

Secara teoritis untuk menghasilkan produk campuran bahan bakar bensin dengan metanol (spiritus) digunakan reaksi substitusi, yaitu suatu reaksi dimana satu atom, ion atau gugus disubstitusikan untuk menggantikan atom, ion atau gugus lain (Fessenden dan Fessenden, 1982:170). Hasil reaksi substitusi antara bahan bakar bensin dan metanol (spiritus) adalah sebagai berikut :



Setiap bahan bakar memiliki karakteristik dan nilai pembakaran yang berbeda-beda. Karakteristik inilah yang menentukan sifat-sifat dalam proses pembakaran, dimana sifat yang kurang menguntungkan dapat disempurnakan dengan jalan menambah bahan-bahan kimia ke dalam bahan bakar tersebut. (Suprpto, 2004:27). Penggunaan bensin-metanol dengan konsentrasi metanol lebih dari 15% akan dapat meningkatkan unjuk kerja secara umum pada kendaraan bermotor dan bahwa penggunaan campuran metanol pada bensin dapat meningkatkan sifat antiknocking pada bensin. Efek lain dari penggunaan metanol sebagai campuran pada bensin adalah naiknya angka oktan (Kurdi dan Arijanto, 2007:56).

Tabel 2.3 RON campuran bensin-metanol

% CH ₃ OH	Research Oktan Number	Bleeding Oktan Number
0	90.8	136.8
10	95.4	129.5
15	96.6	126.8
20	98.0	-
0 + 3 cc TEL	98.0	-
15 + 3 cc TEL	101.9	124

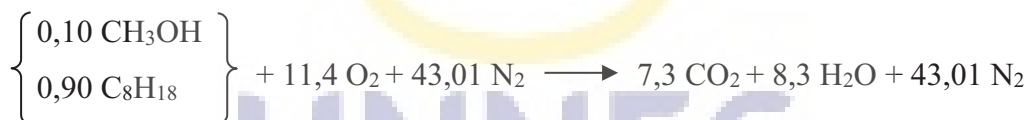
Sumber : (Kurdi dan Arijanto, 2007:56).

Menurut Kurdi dan Arijanto (2007:56) reaksi pembakaran teoritis antara hidrokarbon dengan udara adalah sebagai berikut :

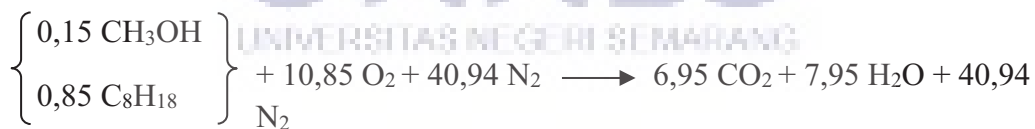


Reaksi pembakaran teoritis campuran bensin – metanol dengan udara adalah sebagai berikut :

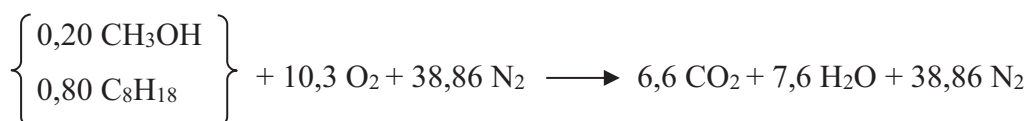
a) Bahan Bakar M10



b) Bahan Bakar M15



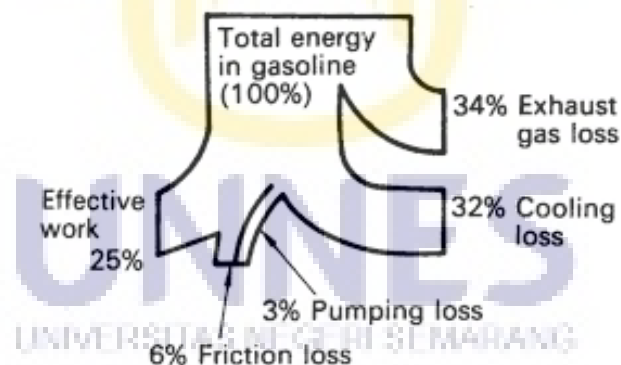
c) Bahan Bakar M20



9. Parameter Performa Mesin

Motor bensin merupakan motor bakar pembakaran dalam yang memanfaatkan energi panas untuk memperoleh energi mekanik. Proses perubahan energi dari mulai proses pembakaran sampai menghasilkan daya pada poros motor bakar melewati beberapa tahapan dan tidak mungkin perubahan energi 100%. Kemampuan mesin motor bakar untuk merubah energi yang masuk yaitu bahan bakar sehingga menghasilkan daya berguna disebut performa mesin atau prestasi mesin (Basyirun et al, 2008:23).

Pada mesin bensin hanya 23% sampai 28% energy panas dari hasil pembakaran bahan bakar di dalam silinder yang dimanfaatkan secara efektif sebagai tenaga, sedangkan sisanya terbuang dalam beberapa bentuk seperti gambar di bawah ini (Toyota, 2004: 3-29) :



Gambar 2.4 Keseimbangan Energi Panas Pada Motor Bakar

Sumber : (Toyota, 2004: 3-29)

Torsi dan daya merupakan bagian parameter dalam menentukan performa mesin motor bensin. Berikut penjelasan mengenai torsi dan daya kendaraan motor bensin:

a. Torsi

Menurut Jama dan Wagino (2008:23) gaya tekan putar pada bagian yang berputar disebut torsi, sepeda motor digerakan oleh torsi dari *crankshaft*, dengan kata lain, torsi merupakan kemampuan mesin untuk melakukan kerja. Besarnya torsi adalah besaran turunan yang biasa digunakan untuk menghitung energi yang dihasilkan oleh benda yang berputar pada porosnya. Adapun rumus perhitungan dari torsi :

$$T = F \times b \text{ (N.m)}$$

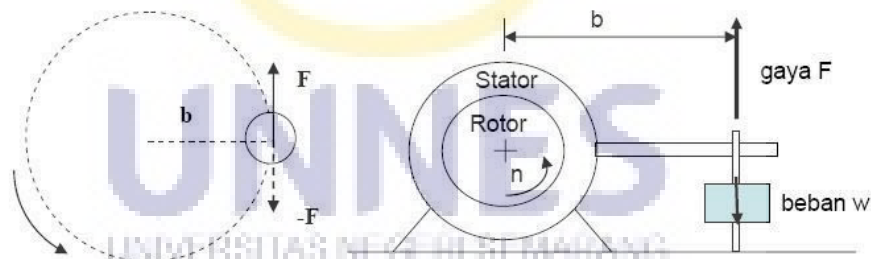
Sumber : (Heywood, 1998:46)

Keterangan :

T = Torsi benda berputar (N.m)

F = Gaya sentrifugal dari benda yang berputar (N)

B = Jarak benda dari pusat rotasi (m)



Gambar 2.5 Skema pengukuran torsi

Sumber : (Basyirun, et al 2008:24)

Adanya torsi inilah yang menyebabkan benda berputar terhadap porosnya, dan benda akan berhenti apabila ada usaha melawan torsi dengan besar sama dengan arah yang berlawanan.

b. Daya

Pada motor bakar, daya dihasilkan dari proses pembakaran di dalam silinder dan biasanya disebut dengan daya indikator. Daya tersebut dikenakan pada torak yang bekerja bolak balik di dalam silinder mesin. Jadi di dalam silinder mesin, terjadi perubahan energi dari energi kimia bahan bakar dengan proses pembakaran menjadi energi mekanik pada torak. Daya indikator adalah merupakan sumber tenaga per satuan waktu operasi mesin untuk mengatasi semua beban mesin (Basyirun et al, 2008:25). Daya yang dikirimkan oleh mesin dan diserap oleh dinamometer adalah produk torsi dan kecepatan sudut (Heywood,1998:46). Untuk lebih mudah pemahaman di bawah ini adalah perumusan dari daya :

$$P (kW) = 2 \pi N (rev/s) T (N.m) \times 10^{-3}$$

Sumber : (Heywood, 1988:46)

Keterangan :

P = Daya (*kW*)

N = Putaran Mesin (*rev/s*)

T = Torsi yang dihasilkan (*N.m*)

B. Kajian Penelitian yang Relevan

Menurut penelitian Saragih dan Kawano (2013) yang berjudul Pengaruh Penggunaan Bahan Bakar Premium, Pertamina, Pertamina Plus dan Spiritus terhadap Unjuk Kerja Engine Genset 4 Langkah menyatakan bahwa besarnya daya

maksimum tertinggi diperoleh pada penggunaan jenis bahan bakar spiritus pada beban lampu 700 watt dengan daya efektif sebesar 1,87 Hp. Persentase kenaikan rata-rata yang terjadi sebesar 6,62 % dibandingkan ketika engine menggunakan jenis bahan bakar premium. Besarnya torsi maksimum tertinggi diperoleh pada penggunaan jenis bahan bakar spiritus pada beban lampu 700 watt dengan torsi 44,82 kg/cm. Persentase kenaikan rata-rata yang terjadi sebesar 6,61 % dibandingkan ketika engine menggunakan jenis bahan bakar premium.

Menurut penelitian Sipahutar dan Santoso (2012) yang berjudul Pengaruh Penambahan Aditif Metanol Terhadap Angka Oktan dan Konsumsi Bahan Bakar Pada Bahan Bakar Pertamina menyimpulkan bahwa semakin besar persentase penambahan bahan aditif metanol pada bahan bakar pertamax maka semakin besar pula angka oktan campuran. Semakin besar persentase penambahan bahan aditif metanol pada bahan bakar pertamax maka semakin rendah pula nilai kalor campuran. Semakin besar persentase metanol yang dicampurkan ke dalam pertamax (dari 0% hingga 20%) semakin rendah nilai konsumsi bahan bakarnya (lebih hemat) tetapi penambahan bahan aditif metanol dari 20% hingga 50% mengakibatkan peningkatan konsumsi bahan bakar dari 0,6735 (kg/jam) pada M20 menjadi 0,7776 (kg/jam) pada M50. Dengan kata lain, penambahan bahan aditif metanol yang paling efektif adalah sebesar 20% atau M20 (20% metanol dan 80% pertamax).

Menurut penelitian Kurdi dan Arijanto (2007) yang berjudul Aspek Torsi dan Daya Pada Mesin Sepeda Motor 4 Langkah dengan Bahan Bakar Campuran Premium – Methanol menyimpulkan bahwa komposisi bahan bakar M20 dapat

meningkatkan torsi roda sebesar 2,17 % dan max BHP sebesar 1,92 %. Komposisi bahan bakar M40 dapat meningkatkan torsi roda sebesar 4,34 % dan max BHP sebesar 5,77 %. Komposisi bahan bakar M60 dapat meningkatkan torsi roda sebesar 3,86 % dan menurunkan max BHP sebanyak 3,85 %.

Dari ketiga kajian penelitian di atas dapat disimpulkan bahwa penambahan Metanol (Spiritus) sebagai campuran bahan bakar akan meningkatkan angka oktan bahan bakar, semakin besar persentase penambahan bahan aditif metanol pada bahan bakar maka semakin besar pula angka oktan campuran, sehingga performa mesin khususnya pada aspek daya dan torsi yang dihasilkan menjadi meningkat.

C. Kerangka Pikir Penelitian

Terdapat beberapa faktor yang dapat mempengaruhi performa mesin sepeda motor di antaranya adalah volume silinder, perbandingan kompresi serta kualitas bahan bakar yang digunakan. Setiap jenis bahan bakar bensin memiliki nilai karakteristik yang berbeda-beda. Ditinjau dari angka oktan, premium merupakan produk lama jenis bahan bakar motor bensin yang dikeluarkan oleh PT Pertamina yang memiliki angka oktan RON 88. Angka oktan tersebut relatif lebih rendah dari pada angka oktan bahan bakar yang lainnya, sehingga dibutuhkan penambahan zat aditif berupa metanol (spiritus) yang diklaim dapat meningkatkan angka oktan bahan bakar sehingga dapat meningkatkan performa mesin sepeda motor 4 langkah.

Ditinjau dari karakteristik bahan bakar lainnya, premium memiliki nilai derajat API yang lebih baik daripada spiritus. Nilai berat jenis premium yaitu 780 kg/m^3 yang artinya memiliki derajat API sebesar 49,91 lebih besar daripada nilai derajat API spiritus yang hanya memiliki nilai berat jenis 792 kg/m^3 yang artinya

hanya memiliki derajat API sebesar 47,15, sehingga jika dicampurkan dengan spiritus akan memberikan keuntungan karena spiritus diklaim dapat dijadikan sebagai bahan bakar, hal tersebut dilakukan agar memperoleh hasil pencampuran bahan bakar yang memiliki kualitas bahan bakar yang lebih optimal. Hal ini sejalan dengan pernyataan Suprpto (2004:25) dalam perdagangan internasional, berat jenis dinyatakan dalam *API Gravity* atau derajat API (*American Petroleum Institute*).

Semakin kecil berat jenis atau semakin tinggi derajat API berarti makin baik pula kualitasnya, karena lebih banyak mengandung bensin. Sebaliknya jika semakin rendah derajat API maka mutu minyak tersebut kurang baik karena banyak mengandung lilin/aspal residu. Berat jenis berkaitan dengan nilai viskositas dan nilai titik nyala bahan bakar, makin tinggi derajat API, makin kecil viskositasnya, begitu pula sebaliknya. Viskositas bahan bakar berperan penting dalam proses pembakaran di dalam mesin karena untuk bahan bakar, viskositas mengindikasikan kemudahan untuk dipompa dan diatomisasikan dalam proses pembakaran.

Bahan bakar memiliki karakteristik yang berbeda-beda, karakteristik ini yang dapat menentukan sifat-sifat dalam proses pembakaran, dimana sifat yang kurang menguntungkan dapat disempurnakan dengan jalan menambah bahan-bahan kimia ke dalam bahan bakar tersebut. Upaya untuk meningkatkan nilai karakteristik bahan bakar serta performa mesin dapat dilakukan dengan penambahan zat aditif berupa metanol (*spiritus*). Spiritus merupakan zat kimia yang memiliki angka oktan yang lebih tinggi dibandingkan dengan bahan bakar premium. Bila spiritus dicampurkan dengan premium, maka akan didapatkan nilai oktan

tinggi dan kualitas bahan bakar yang lebih baik pada campuran tersebut, sehingga dapat meningkatkan performa mesin sepeda motor. Hal ini dapat ditunjukkan dengan nilai angka oktan spiritus sebesar RON 108 yang lebih tinggi daripada nilai oktan bahan bakar premium maupun bahan bakar yang lainnya. Semakin tinggi angka oktan bahan bakar menunjukkan daya bakarnya semakin tinggi, sehingga bahan bakar dengan nilai oktan yang tinggi akan tahan terhadap timbulnya *engine knocking*.

Dalam penelitian ini penambahan spiritus ke dalam bahan bakar premium dilakukan dengan variasi 100% murni premium (M0), 90% premium dan 10% spiritus (M10), 85% premium dan 15% spiritus (M15) serta 80% premium dan 20% spiritus (M20). Penambahan spiritus ke dalam bahan bakar premium diharapkan dapat memperoleh hasil campuran bahan bakar yang optimal sehingga dapat meningkatkan kualitas bahan bakar atau nilai karakteristik bahan bakar serta performa mesin khususnya daya dan torsi sepeda motor.

Berdasarkan kerangka berfikir di atas maka muncul hipotesis bahwa penambahan spiritus ke dalam premium dapat meningkatkan performa mesin sepeda motor. Dilihat dari segi karakteristik bahan bakar, penambahan spiritus dapat meningkatkan kualitas bahan bakar khususnya berat jenis, viskositas dan angka oktan bahan bakar dibandingkan dengan menggunakan premium murni.

BAB V

PENUTUP

A. Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Ada pengaruh dengan penambahan spiritus ke dalam bahan bakar premium, semakin besar persentase campuran spiritus ke dalam bahan bakar premium semakin besar pula nilai karakteristik bahan bakar, hal ini dikarenakan nilai karakteristik awal dari spiritus lebih besar daripada nilai karakteristik bahan bakar premium murni.
2. Ada pengaruh dengan penambahan spiritus ke dalam bahan bakar premium, semakin besar persentase campuran spiritus ke dalam bahan bakar premium torsi dan daya semakin meningkat. Daya dan torsi meningkat karena adanya perbedaan nilai karakteristik di setiap campuran bahan bakar yang digunakan terutama pada nilai angka oktan campuran bahan bakar yang tinggi dengan diikuti kondisi mesin yang masih dalam keadaan standart pada saat penelitian.
3. Campuran bahan bakar M10 merupakan campuran bahan bakar ideal yang dapat digunakan untuk mesin sepeda motor dengan tingkat perbandingan kompresinya adalah 10,2:1 sesuai dengan kondisi mesin yang masih standart tanpa adanya modifikasi mesin yang lainnya.

B. Saran Pemanfaatan Hasil Penelitian

1. Penggunaan penggunaan spiritus sebagai campuran ke dalam bahan bakar premium dapat meningkatkan nilai karakteristik bahan bakar sehingga performa mesin juga meningkat secara signifikan. Hal ini dapat dimanfaatkan pada sepeda motor yang memiliki rasio kompresi di atas 10 sebagai pengganti bahan bakar premium murni yang saat ini semakin langka.
2. Perlu adanya wadah atau tempat bahan bakar yang terbuat dari gelas kaca agar campuran bahan bakar tidak terkontaminasi dengan zat kimia pada botol plastik ketika digunakan sebagai wadah atau tempat pencampuran bahan bakar.
3. Perlu ditambahkan penelitian mengenai karakteristik bahan bakar lainnya misalnya titik nyala bahan bakar dan nilai kalor bahan bakar sehingga dapat mendongkrak penggunaan spiritus sebagai campuran bahan bakar.
4. Perlu dilakukan penyesuaian kondisi mesin sepeda motor yang digunakan jika ingin menggunakan campuran bahan bakar M15 dan M20, seperti pemajuan saat pengapian atau menaikkan perbandingan kompresi yang sesuai dengan kebutuhan angka oktan bahan bakar yang digunakan, sehingga penggunaan campuran bahan bakar M15 dan M20 tidak berdampak negatif pada mesin yang digunakan.
5. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai pengaruh campuran bahan bakar premium dan spiritus terhadap karakteristik bahan bakar dan performa mesin sepeda motor.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmed, S.S. 2013. Effect of Methanol – Gasoline Blends on S.I. Engines Performance and Pollution. *International Journal of Mechanical & Mechatronics Engineering IJMME-IJENS*. Vol 13 No 05.
- Arends, BPM dan Berenschot, H. *Motor Bensin*. Jakarta: Erlangga.
- Atkins, P dan Paula, J.d. *Physical Chemisty Eighth Edition*. New York: Oxford University Press
- Badan Pusat Statistik. 2016. *Statistik Transportasi Darat Land Transportation Statistics*. Jakarta: CV. Ryan Indah.
- Basyirun, et.al. 2008. *Buku Ajar Mesin Konversi Energi*. Semarang: Universitas Negeri Semarang.
- Culp, A.W dan Sitompul, D. 1985. *Prinsip-prinsip Konversi Energi*. Jakarta: Erlangga.
- Fessenden, J.s dan Fessenden R.J. 1982. *Kimia Organik Edisi Ketiga*. Jakarta: Erlangga.
- Hardadi, R. 2015. *Kondisi Pasokan dan Permintaan BBM di Indonesia dan Upaya Pertamina Dalam Pemenuhan Kebutuhan BBM Nasional*. Jakarta: PT PERTAMINA (PERSERO) Direktorat Pengolahan.
- Heywood, J.B. 1998. *Internal Combustion Engine Fundamentals*. Singapore: McGraw Hill.
- Jama, J dan Wagino. 2008. *Teknik Sepeda Motor Jilid 1*. Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan.
- Kristanto, P. 2015. *Motor Bakar Torak (Teori dan Aplikasinya)*. Yogyakarta: ANDI
- Kurdi, O dan Arijanto. 2007. Aspek Torsi dan Daya pada Mesin Sepeda Motor 4 Langkah dengan Bahan Bakar Campuran Premium – Methanol. *ROTASI* – Vol 9 No 2

- Lengkong, et.al. 2013. Analisis Konsumsi Bahan Bakar Campuran Bensin Premium Dengan “Cap-Tikus” Pada Sepeda Motor Suzuki Smash 110 CC.
- Nugraha, B. S. 2007. Aplikasi Teknologi Injeksi Bahan Bakar Elektronik (EFI) Untuk Mengurangi Emisi Gas Buang Sepeda Motor. *ISSN 1693-3745 PROFESIONAL*. Vol 5 No 2.
- Nugroho, S. A. 2015. Pengaruh Campuran Metanol Terhadap Prestasi Mesin. *ISBN: 978-602-1180-21-1*.
- PT Pertamina. 2007. *Material Safety Data Sheet (Lembar Data Keselamatan Bahan)*. Direktorat-Pemasaran dan Niaga.
- Pulkrabek, W.W. 1997. *Engineering Fundamentals of the Internal Combustion Engine*. New Jersey: Prentice Hall.
- Pudjanarsa, A dan Nursuhud, D. 2008. *Mesin Konversi Energi*. Yogyakarta: ANDI.
- Rusmono, et al. 2016. Pengaruh Jenis Bahan Bakar Terhadap Unjuk Kerja Motor Bakar Injeksi. *ISSN 1411 – 0660: 45 – 49. Widya Teknika*. Vol. 24 No. 2
- Saragih, R dan Kawano, D.S. 2013. Pengaruh Penggunaan Bahan Bakar Premium, Pertamina, Pertamina Plus dan Spiritus terhadap Unjuk Kerja Engine Genset 4 Langkah. *JURNAL TEKNIK POMITS* Vol. 2, No. 1/ Hal 85-89. ISSN: 2337-3539.
- Shenghua, et al. 2006. Study Of Spark Ignition Engine Fueled With Methanol/Gasoline Fuel Blends. *Applied Thermal Engineering 27 (2007) 1904–1910*
- Sinaga, N dan Alcita, D. 2016. Perbandingan Beberapa Parameter Operasi Mesin Mobil Injeksi Terhadap Penggunaan Bahan Bakar Bensin dan Campuran Metanol-Bensin M15. *Jurnal Teknik Energi*. Vol.12 No. 3 Hal 73-80
- Sipahutar, R dan Santoso, D. 2012. Studi Pengaruh Penambahan Aditif Metanol Terhadap Angka Oktan dan Konsumsi Bahan Bakar pada Bahan Bakar Pertamina. *ISBN : 979-587-440-3*.
- Sudirman, U. 2011. *Jurus-Jurus Menghemat BBM*. Jakarta: Tri Nisi Masa.
- Sugiyanto, D. 2016. Pengaruh Variasi Jenis Busi Dan Campuran Bensin Methanol Terhadap Kinerja Motor 4 Tak. *Jurnal Sainstech Politeknik Indonusa Surakarta* ISSN : 2355-5009. Vol. 1 Nomor 2

- Sugiyono. 2009. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Bandung: CV. Alfabeta.
- Suprpto. 2004. *Bahan Bakar dan Pelumas*. Semarang: Universitas Negeri Semarang.
- Suyatno, A. 2010. Pengaruh Pemanasan Bahan Bakar dengan Radiator Sebagai Upaya Meningkatkan Kinerja Mesin Bensin. *PROTON*. Vol 2 No 2/ Hal 23-27.
- Suyatno, A. 2011. Variasi Campuran Bahan Bakar dengan Peralatan Electromagnet Terhadap Emisi Gas Buang Pada Motor Bakar Bensin 3 Silinder. *PROTON*. Vol 3 No 1/ Hal 13-18
- Suzuki, _____. *Buku Pedoman Reparasi Satria FU 150*. PT Indomobil Suzuki International
- Toyota. 2004. *New Step 1 Training Manual*. Jakarta: PT Toyota Astra Motor
- Wiratmaja, I G. 2010. Pengujian Karakteristik Fisika Biogasoline Sebagai Bahan Bakar Alternatif Pengganti Bensin Murni. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin Cakra, M*. Vol. 4 No.2./ Hal 145-154.
- Zed, F et.al. 2014. *Outlook Energi Indonesia 2014*. Jakarta: Dewan Energi Nasional Republik Indonesia