PENERAPAN *FUEL CONVERTER KIT* BBG YANG BERBAHAN BAKAR GAS LPG PADA MOTOR 200 CC

SKRIPSI

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

oleh
Saiful Arifin
5201411079

JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
2016

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :

Nama : Saiful Arifin

NIM : 5201411079

Program Studi : Pendidikan Teknik Mesin

Judul Skripsi : Penerapan *Fuel Converter Kit* BBG yang Berbahan Bakar Gas LPG pada Motor 200 CC

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji dan diterima sebagai persyaratan memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Pendidikan Teknik Mesin S1, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.

Panitia Ujian

		Tanda Tangan	Tanggal
Ketua	: Rusiyanto, S.Pd., M.T. 197403211999031002	(.....)	9/6/16
Sekretaris	: Dr. Rahmat Doni W., ST., MT. 197509272006041002	(.....)	9/6/2016

Dewan Penguji

Pembimbing	: Drs. Pramono, M.Pd. 195809101985031002	(.....)	8/6/2016
Penguji Utama I	: Dr. M. Burhan Rubai Wijaya, M.Pd. 196302131988031001	(.....)	8/6/2016
Penguji Utama II	: Dr. Eng. Karnowo, ST., MT. 197706062005011001	(.....)	8/6/2016

Ditetapkan di Semarang

Tanggal :

Mengesahkan,

Dekan Fakultas Teknik

Dr. Nur Qudus, MT.

NIP. 196911301994031001

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Saiful Arifin

NIM : 5201411079

Program Studi : Pendidikan Teknik Mesin S1

Fakultas : Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi dengan judul "Penerapan *Fuel Converter Kit* BBG yang Berbahan Bakar Gas LPG pada Motor 200 CC" merupakan hasil karya saya sendiri dan belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi manapun, dan sepanjang pengetahuan saya dalam skripsi ini tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Semarang, Mei 2016

Yang membuat pernyataan

Saiful Arifin

NIM. 5201411079

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

ABSTRAK

Arifin, Saiful. 2016. Penerapan *Fuel Converter Kit* BBG yang Berbahan Bakar Gas LPG pada Motor 200 CC. Skripsi. Jurusan Teknik Mesin Universitas Negeri Semarang. Drs. Pramono.

Kata kunci : *Fuel Converter Kit* BBG, LPG, motor 200 CC

Tujuan penelitian membuat *fuel converter kit* BBG sebagai pengganti karburator BBM sehingga diperoleh hasil berupa *prototype fuel converter kit* BBG pada motor roda tiga 4 langkah satu silinder dengan kapasitas silinder 200 CC. Untuk mengetahui pengaruh penggunaan *fuel converter kit* dengan regulator akselerator berbahan bakar gas LPG pada motor roda tiga 4 langkah satu silinder dengan kapasitas silinder 200 CC terhadap nilai ekonomis konsumsi bahan bakar dibandingkan dengan bahan bakar premium.

Metode penelitian menggunakan teknik analisis deskriptif yaitu mengamati, mencatat secara langsung hasil eksperimen dan mendokumentasikan penelitian dalam bentuk foto dan vidio kemudian menyajikannya dalam bentuk tabel atau polygon sesuai hasil penelitian yang dilakukan , mengumpulkan data berdasarkan faktor-faktor yang menjadi pendukung terhadap objek penelitian, kemudian menganalisa faktor-faktor tersebut untuk dicari peranannya.

Hasil penelitian berupa desain *converter kit* BBG dan *prototype fuel converter kit* BBG dengan regulator akselerator yang dapat menggantikan kerja dari karburator. Berdasarkan pengujian yang dilakukan meliputi pada kemampuan pengujian pada kebocoran, kemampuan saat *start* awal, putaran idle, runing tanpa beban, pengujian jalan dan konsumsi bahan bakar, *fuel converter kit* ini telah berfungsi dengan sangat baik dan lebih ekonomis dibandingkan dengan karburator dan *fuel converter kit* LPG dapat digunakan pada kendaraan berbahan bakar bensin bersilinder tunggal 200 cc dengan aman, murah dan mudah dalam penggunaannya. Berdasarkan pengujian yang dilakukan, penggunaan LPG sebagai bahan bakar kendaraan lebih murah dari pada menggunakan bahan bakar premium dengan selisih harga Rp 2,82 pada putaran mesin 3000 rpm, Rp 3,97 pada putaran mesin 4500 rpm dan Rp 13 pada putaran mesin 7000 rpm. Untuk menempuh jarak 5 km, bahan bakar LPG lebih ekonomis dari premium dengan selisih Rp 350.

Saran Saat menggunakan *fuel converter kit* sebaiknya kondisi elektrik starter dalam keadaan baik. Menggunakan komponen sesuai spesifikasi. Sebaiknya tabung LPG jangan diletakkan di tempat tertutup minimal ada sirkulasi udara. Instalasi dari *fuel converter kit* harus baik karena LPG bersifat mudah terbakar. Perlu adanya penelitian lanjutan untuk penyempurnaan fuel converter kit BBG dan bila perlu menggunakan sistem EFI.

PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas segala nikmat, rahmat dan hidayahNya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul "Penerapan *Fuel Converter Kit* BBG yang Berbahan Bakar Gas LPG pada Motor 200 CC".

Skripsi ini disusun dalam rangka menyelesaikan Studi Strata 1 yang merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Pendidikan pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang. Penulis menyadari sepenuhnya bahwa selesai dan tersusunnya skripsi ini bukan merupakan hasil dari segelintir orang, karena setiap keberhasilan manusia tidak akan lepas dari bantuan orang lain. Oleh karena itu, ijinkanlah penulis mengucapkan terima kasih yang setinggi-tingginya kepada :

1. Dr. Nur Qudus, M.T. Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.
2. Rusiyanto, S.Pd., M.T. Ketua jurusan Teknik Mesin Universitas Negeri Semarang.
3. Drs. Pramono Pembimbing yang telah memberikan bimbingan, arahan dan motivasi kepada penulis dalam penyusunan proposal skripsi ini.
4. Bapak Heru Pembimbing lapangan yang telah memberikan bimbingan, arahan, masukan dan motivasi kepada penulis dalam menyusun proposal skripsi ini.
5. Terimakasih kepada keluarga, kedua orang tua yang selalu memberikan doa dan motifasi dan ketiga adik yang selalu memberikan semangat dan doa.

6. Kepada teman-teman seperjuangan, terimakasih atas semuanya. Teman-teman jingklong yang sudah banyak membantu.
7. Dan semua pihak tidak terkecuali yang telah membantu penyusunan proposal skripsi.

Penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi sempurnanya skripsi ini. Akhir kata, dengan tangan terbuka dan tanpa mengurangi makna serta esensial skripsi ini, semoga apa yang ada dalam skripsi ini dapat bermanfaat bagi semuanya.

Semarang, Mei 2016

Penulis

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL i

HALAMAN PENGESAHAN ii

PERNYATAAN KEASLIAN iii

ABSTRAK iv

PRAKATA v

DAFTAR ISI vii

DAFTAR TABEL x

DAFTAR GAMBAR xi

DAFTAR LAMPIRAN xiii

BAB I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah 1

B. Identifikasi Masalah 3

C. Pembatasan Masalah 5

D. Rumusan Masalah 6

E. TujuanPenelitian 6

F. Manfaat Penelitian 7

BAB II. KAJIAN PUSTAKA

A. Kajian Teori

1. Motor Bakar Torak 8

2. Kerja Mesin 4 Langkah 9

3. Bahan bakar 12

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

4. Converter BBG dan *Fuel Converterr Kit* BBG 18

5. Proses Pembakaran 20

B. Kajian Penelitian yang Relevan 22

C. Kerangka Pikir Penelitian 24

D. Pertanyaan Penelitian..... 25

BAB III. METODE PENELITIAN

A. Bahan Penelitian 26

B. Alat dan Skema Peralatan Penelitian 27

C. Prosedur Penelitian 28

1. Diagram Alir Pelaksanaan Penelitian 28

2. Proses Penelitian 29

3. Data Penelitian..... 33

4. Analisis Data..... 39

BAB IV. HASIL PENELITIAN

A. Hasil Penelitian..... 40

1. Hasil desain *fuel converter kit* BBG 40

2. Hasil Pembuatan 44

3. Hasil Pengujian 52

B. Pembahasan..... 60

C. Keterbatasan Penelitian..... 66

BAB V. PENUTUP

A. Simpulan 67

B. Saran..... 68

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

Daftar Pustaka 69

Lampiran 71

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

DAFTAR TABEL

Tabel		Halaman
2.1	Batasan sifat bahan bakar bensin jenis 88 menurut Ditjen Migas	15
2.2	Spesifikasi Bahan Bakar LPG	17
3.1	Komponen Tambahan	30
3.2	Perubahan volume bahan bakar premium	35
3.3	Perubahan massa bahan bakar gas LPG	37
3.4	konsumsi bahan bakar premium dan LPG jarak 5 km	37
3.5	Nilai ekonomis bahan bakar gas LPG	38
3.6	Nilai ekonomis bahan bakar premium	38
3.7	Perbandingan Nilai ekonomis LPG dengan premium	38
3.8	Hasil perhitungan nilai ekonomis LPG dengan premium untuk jarak tempuh 5 km	39
4.1	Perubahan volume bahan bakar premium	56
4.2	Perubahan massa bahan bakar gas LPG	56
4.3	Konsumsi bahan bakar premium dan LPG jarak 5 km	57
4.4	Nilai ekonomis bahan bakar gas LPG	57
4.5	Nilai ekonomis bahan bakar premium	58
4.6	Hasil perhitungan nilai ekonomis LPG dengan premium untuk jarak tempuh 5 km	58
4.7	Perbandingan ekonomis LPG dengan premium	59

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

DAFTAR GAMBAR dan GRAFIK

Gambar		Halaman
2.1	Langkah Hisap	10
2.2	Langkah Kompresi	10
2.3	Langkah Usaha	11
2.4	Langkah Buang	12
3.1	Skema Instalasi Pengujian *Fuel Converter Kit* BBG	27
3.2	Diagram Alir Penelitian	28
3.3	Rancangan Sistem *Dual Fuel* Berbahan Bakar LPG dan Premium	29
3.4	*Converter Kit* BBG	30
3.5	Skema Rangkaian *Fuel Converter Kit* BBG	33
4.1	Rangkaian Sistem Bahan Bakar LPG	40
4.2	Desain *Converter* BBG 3D	41
4.3	Desain *Converter* BBG Sebelum Uji Coba	42
4.4	Desain *Converter* BBG Sesudah Uji Coba	42
4.5	Gambar Potongan *Converter Kit* BBG	43
4.6	*Converter* BBG	44
4.7	Rangkaian *Fuel Converter Kit* BBG	45
4.8	*Converter Kit* BBG/ *Mixer* BBG	46
4.9	Regulator Dengan Akselerator	46
4.10	Selang Tekanan Tinggi	47
4.11	Kabel Gas	47

4.12 *Vacuum Valve* 48

4.13 *Electrik Valve* 48

4.14 Tabung LPG 50

4.15 Klem Selang 50

4.16 *Intake Manifold* 51

4.17 Kabel Listrik Dan Isolasi 51

4.18 Kabel Ties 52

4.19 Bagian Yang Diperiksa Dari Kebocoran 53

4.20 *Start* Dan Putaran Stasioner 53

4.21 Tes Jalan 55

4.22 Uji Konsumsi Bahan Bakar Premium 56

4.23 Uji Konsumsi Bahan Bakar LPG 57

GRAFIK Halaman

4.1 Grafik Hubungan Antara Nilai Ekonomis Bahan Bakar Pada Putaran Mesin 3000 rpm, 4500 rpm dan 7500 rpm 59

4.2 Grafik Hubungan Antara Nilai Ekonomis Bahan Bakar Dengan Jarak Tempuh 5 km 60

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN		Halaman
1.	Surat Pernyataan	71
2.	Surat Penetapan Dosen Pembimbing Skripsi	72
3.	Persetujuan Seminar Proposal	73
4.	Permohonan Surat Tugas	74
5.	Surat Tugas Penguji Seminar Proposal Skripsi	75
6.	Presensi Seminar Proposal Skripsi	76
7.	Undangan Seminar Proposal Skripsi	78
8.	Surat Peminjaman Tempat Dan Alat Laboratorium Tenik Mesin	79
9.	Surat Ijin Penelitian	80
10.	Surat Keterangan Selesai Penelitian	81
11.	Surat Selesai Bimbingan skripsi	82
12.	Lembar Persetujuan Ujian Skripsi	83
13.	Gambar *Converter Kit*	84
14.	Dokumentasi Penelitian	88

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Indonesia tercatat sebagai salah satu negara terbanyak jumlah penduduknya di dunia dan setiap tahun meningkat jumlah penduduknya. Peningkatan jumlah penduduk diikuti peningkatan jumlah alat transportasi baik darat, laut dan udara. Bertambahnya kebutuhan tranportasi direspon baik oleh para produsen alat transportasi diantaranya adalah produsen otomotif. Para produsen otomotif bersaing untuk menciptakan inovasi-inovasi baru terhadap produknya sehingga produk yang dihasilkan dapat diterima baik di masyarakat.

Alat transportasi yang paling banyak digunakan masyarakat Indonesia adalah kendaraan bermotor yang jumlahnya terus meningkat dari tahun ke tahun. Jumlah kendaraan bermotor tahun 2013 adalah 104.118.969 unit yang terdiri dari mobil penumpang 11.484.514 unit, bis 2.286.309 unit, truk 5.615.494 unit, sepeda motor 84.732.652 unit (Badan Pusat Statistik, 2015). Dari data tersebut, sepeda motor yang paling banyak jumlah penggunanya dan bahan bakar yang digunakan sebagian besar sepeda motor masih menggunakan bahan bakar minyak.

Peningkatan jumlah kendaraan bermotor berdampak terhadap peningkatan jumlah konsumsi bahan bakar yang digunakan. Sebagian besar kendaraan bermotor masih mengunakan bahan bakar minyak, terutama BBM bersubsidi hal ini perlu mendapat perhatian khusus karena akan membutuhkan anggaran subsidi yang besar dan minyak bumi termasuk sumber daya alam yang

tidak dapat diperbaharui sehingga pada suatu ketika akan habis dan nantinya harga BBM akan mahal bagi sebagian masyarakat.

Pemerintah berusaha mencari solusi untuk mengurangi besarnya subsidi untuk bahan bakar premium karena sebagian besar kendaraan bermotor masih menggunakan premium. Berbagai alternatif sudah dijalankan misalnya pembatasan BBM premium hanya untuk mobil/kendaraan yang sudah tua. Sehingga kendaraan baru dan mewah diharapkan tidak menggunakan Premium. Keputusan pemerintah untuk membatasi penggunaan bahan bakar minyak bersubsidi yang mendorong untuk menggunakan bahan bakar alternatif lain dengan harga yang terjangkau sebagai pengganti premium. Solusi yang ditawarkan pemerintah adalah konversi bahan bakar minyak ke bahan bakar gas pada kendaraan bermotor.

Ada 3 macam BBG yang umum digunakan yaitu *Liquified Petrolium Gas* (LPG), *Liquified Natural Gas* (LNG) dan *Compressed Natural Gas* (CNG). Dari tiga macam BBG tersebut, LPG yang paling banyak digunakan di masyarakat karena tersedia di toko dan warung. Penggunaan LPG sebagai bahan bakar sepeda motor merupakan salah satu upaya pemanfaatan energi alternatif. Beberapa kelebihan LPG dibanding dengan BBM (premium) adalah LPG lebih murah dari pada bensin, lebih mudah bercampur dengan udara selama proses pembakaran, karena fasenya sama-sama gas, nilai oktan lebih tinggi dari premium.

Sebagai salah satu langkah nyata dalam penggunaan bahan bakar LPG diperlukan alat yang berfungsi untuk merubah pengunaan bahan bakar pemium menjadi bahan bakar LPG, atau biasa disebut *converter kit.* Penggantian BBM ke

BBG sudah di mulai di Indonesia pada tahun 1988 pada mobil dan pengembangan BBG pada sepeda motor perlu pengembangan dan penelitian lebih lanjut. Penelitian yang dilakukan oleh Pramono yang berjudul pengembangan konverter BBG untuk sepeda motor, dihasilkan produk berupa konverter BBG dengan regulator akselerator dan tanpa merubah kontruksi karburator asli sepeda motor, cukup menambah komponen *converter kit* untuk BBG. Penelitian ini mengaplikasikan *dual-fuel* sehingga sepeda motor dapat beroprasi dengan bahan bakar bensin atau dengan bahan bahan bakar gas.

Beberapa keuntungan penggunaan LPG yaitu harga lebih murah dari premium, dapat mengurangi konsumsi bahan bakar premium yang bersubsidi, emisi gas buang yang ramah lingkungan.

Kebijakan pemerintah mengalihkan konsumsi BBM ke BBG pada alat transportasi sampai sekarang masih belum berjalan dengan baik dan masih kurang diminati masyarakat banyak. Beberapa hal yang menghambat kebijakan tersebut diantaranya harga *converter kit* di pasaran yang mahal serta ketersediaan suku cadang masih terbatas, infrastruktur BBG kurang memadai dan sekarang pemerintah juga sudah mengimpor minyak dan gas dari luar guna untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri.

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

B. Identifikasi Masalah

Sepeda motor merupakan salah satu alat transportasi yang paling banyak di gunakan oleh masyarakat Indonesia. Semakin berkembang dan bertambahnya jumlah sepeda motor, berdampak pula terhadap peningkatan jumlah konsumi bahan bakar. Sebagian besar kendaraan sepeda motor roda tiga menggunakan

bahan bakar minyak, hal ini berbanding terbalik dengan ketersedian bahan bakar minyak yang akan habis pada suatu saat dan kebijakan pemerintah yang mengurangi subsidi BBM sehingga harga BBM menjadi naik. Dengan naiknya harga BBM, biaya untuk operasional juga akan bertambah.

Sebagai upaya penggunaan BBG untuk kendaraan bermotor diperlukan konverter kit. Permasalahan terkait dengan konverter kit BBG adalah bagaimana converter kit ini dapat menggantikan kerja dan fungsi karburator pada motor atau mobil yang berbahan bakar minyak(BBM). Fungsi korburator adalah menyediakan campuran bahan bakar dan udara yang sesuai dengan kebutuhan mesin motor, fungsi inilah yang harus dipenuhi oleh converter kit BBG yang dirancang sehingga permasalahan dapat diidentifikasikan sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang kontruksi konverter BBG yang dapat menggantikan fungsi karburator BBM.
2. Bagaimana kerja konverter BBG dapat mencampur gas dan udara dalam komposisi yang sesuai dengan kebutuhan operasional motor.
3. Bagaimana menentukan alat dan bahan yang digunakan untuk membuat konverter BBG dan komponen pendukung *fuel converter kit* BBG.
4. Bagaimana penerapan *fuel converter kit* BBG pada motor 200 CC dengan serangkaian pengujian kelayakan.

Masalah ini yang menjadi latar belakang peneliti untuk mengembangkan *fuel converter kit* BBG pada sepeda motor roda tiga. *Converter* BBG berfungsi untuk mencampur udara dengan bahan bakar sebagai pengganti karburator. *Fuel converter kit* BBG adalah keseluruhan dari serangkaian sistem bahan bakar, untuk

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

memenuhi kebutuhan perbandingan jumlah bahan bakar yang sesuai dengan kinerja mesin motor ditambahkan regulator dengan akselerator. Regulator dengan akselerator berfungsi menambah jumlah bahan bakar gas pada waktu *throttle valve* dibuka sehingga campuran bahan bakar dengan udara yang masuk ke ruang bakar diharapkan sesuai dengan kebutuhan mesin.

Harapan peneliti, setelah mengetahui hasil penelitian menggunakan *fuel converter kit* BBG dengan regulator akselerator didapat hasil *converter* BBG dan rancangan *fuel converter kit* BBG yang sesuai. Aplikasi pada sepeda motor dapat beroperasi dengan baik dan mendapat *prototype fuel converter kit* BBG bahan bakar LPG pada sepeda motor 200 CC. Selain itu sebagai pertimbangan upaya penggunaan BBG untuk kendaraan bermotor.

C. Pembatasan Masalah

Permasalahan pada penelitian ini dibatasi pada:

1. Motor yang digunakan yaitu jenis Viar Karya 200 CC beroda tiga tidak menggunakan karburator asli bawaan motor dan diganti dengan *converter* BBG.
2. Bahan bakar yang digunakan yaitu LPG 3 kg yang diproduksi oleh pertamina.
3. Peneliti membuat *converter* BBG dan merancang *fuel converter kit* BBG berbahan bakar LPG dan untuk memenuhi kebutuhan jumlah campuran bahan bakar dan udara digunakan regulator dengan akselerator.
4. Parameter yang akan diteliti dibatasi hanya pada pembuatan *prototype converter* BBG dengan regulator akselerator, merancang *fuel converter kit* BBG dan penggunaan *fuel converter kit* BBG saat *start*, putaraan stasioner

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

atau *idle*, kebocoran, tes jalan, uji konsumsi bahan bakar secara ekonomis berdasarkan putaran rpm.

5. *Fuel converter kit* BBG tidak diuji secara khusus, tetapi diuji langsung pada motor.
6. Penelitian tanpa merubah sistem pengapian.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian di atas timbul permasalahan yaitu:

1. Bagaimana membuat *converter* BBG dan merancang *fuel converter kit* BBG yang dapat menggantikan kerja dan fungsi karburator pada motor roda tiga 4 langkah satu silinder dengan kapasitas silinder 200 CC?
2. Apakah ada pengaruhnya menggunakan *fuel converter kit* BBG berbahan bakar LPG dibandingkan dengan bahan bakar premium pada motor roda tiga 4 langkah satu silinder dengan kapasitas silinder 200 CC?

E. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan permasalahan di atas, maka tujuan dari penelitian ini ialah:

1. Membuat *converter* BBG dan merancang *fuel converter kit* BBG sebagai pengganti karburator BBM sehingga diperoleh hasil berupa *converter* BBG dan *prototype fuel converter kit* BBG pada motor roda tiga 4 langkah satu silinder dengan kapasitas silinder 200 CC.
2. Untuk mengetahui pengaruh penggunaan *fuel converter kit* BBG dengan regulator akselerator berbahan bakar gas LPG dibandingkan dengan bahan

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

bakar premium pada motor roda tiga 4 langkah satu silinder dengan kapasitas silinder 200 CC.

F. Manfaat Penelitian

1. Bagi dunia akademik dapat memberikan acuan tentang penggunaaan jenis bahan bakar LPG sebagai pengganti BBM.
2. Memberi informasi kepada masyarakat umum tentang keunggulan menggunakan bahan bakar LPG dibandingkan bahan bakar bensin pada motor 200 cc ditinjau dari unjuk kerjanya.
3. Membantu program pemerintah untuk menyukseskan program konversi dari BBM ke BBG pada kendaraan bermotor sebagai energi alternative.
4. Sebagai referensi dan rujukan bagi penelitian atau pengembangan yang lebih luas tentang penggunaan BBG sehingga program langit biru terwujud.
5. Didapat *prototype* kendaraan roda tiga berbahan bakar LPG dengan *fuel converter kit* BBG.

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. KAJIAN TEORI

1. Motor Bakar Torak

Kiyaku dan Murdhana (1994: 5) menyatakan bahwa motor bakar adalah salah satu jenis dari mesin kalor yang mengubah tenaga kimia bahan bakar menjadi tenaga mekanis dan pengubahan itu dilakasanakan dalam mesin itu sendiri. Dengan suatu sistem pengubah arah gerak, maupun langsung akhirnya didapat tenaga putar yang dapat digunakan untuk sumber penggerak pesawat-pesawat lainnya.

Raharjo dan Karnowo (2008: 93) menyatakan bahwa motor bakar adalah suatu mesin yang mengkonversi energi dari energi kimia yang terkandung pada bahan bakar menjadi energi mekanik pada poros motor bakar, jadi daya yang berguna akan langsung dimanfaatkan sebagai penggerak adalah daya pada poros.

Menurut Suyanto (1989: 1) menyatakan bahwa motor (atau kadang-kadang disebut juga mesin) adalah bagian utama dari suatu alat atau kendaraan yang menggunakan mesin penggerak. Menurut Soenarta dan Furuhama (1995: 20) menyatakan bahwa motor bensin adalah motor pembakaran yang menggunakan bahan bakar bensin. Dari hasil pembakaran bensin akan diperoleh energi panas.

Menurut Hidayat (2012: 1) menyatakan motor bensin merupakan mesin pembangkit tenaga panas dan akhirnya menjadi tenaga mekanik. Jenis sepeda motor banyak digunakan karena harganya yang relatif murah dan mudah

perawatannya. Umumnya sepeda motor menggunakan bahan bakar bensin, sehingga prinsip kerjanya tidak berbeda motor bensin pada mobil.

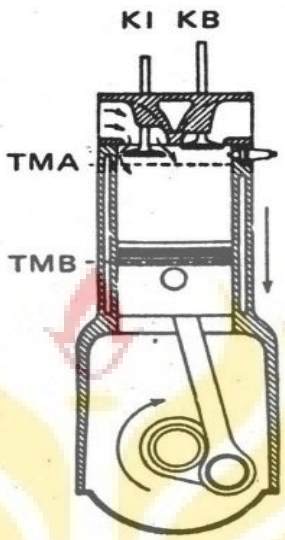
2. Kerja Mesin 4 Langkah

Mesin 4 langkah yaitu mesin untuk menghasilkan satu kerja membutuhkan empat kali gerakan piston bolak-balik dan dua kali putaran poros engkol. Dasar kerja motor empat langkah (*four stroke engine basic*), sebagai mana yang disampaikan oleh Hidayat (2012: 16-17) motor empat langkah ialah motor untuk menghasilkan satu siklus kerja diselesaikan dalam empat kali gerakan bolak balik langkah piston dengan dua kali putaran poros engkol. Langkah piston adalah gerak piston dari TMA sampai ke TMB. Siklus kerja adalah rangkaian proses yang dilakukan oleh gerak bolak balik piston yang membentuk rangkaian siklus tertutup. Proses siklus motor empat langkah terjadi di dalam silinder tertutup yang bersesuaian dengan pengaturan gerak kerja katup hisap dan katup buang di setiap langkah kerjanya.

Prinsip kerja motor empat langkah meliputi langkah hisap (*Intake Stroke*), langkah kompresi (*Compression Stroke*), langkah usaha (*Power Stroke*), langkah buang (*Exhaust Stroke*). Empat langkah kerja motor dapat diuraikan sebagai berikut: Proses terjadinya langkah hisap (*Intake Stroke*) yaitu piston bergerak dari TMA ke TMB dimana posisi katup isap membuka dan katup buang menutup. Ketika piston bergerak dari TMA ke TMB di dalam silinder mengalami kevakuman sehingga campura udara dan bahan bakar dapat masuk melewati katup hisap. Karena adanya perbedaan tekanan udara luar (*atmospheric pressure*) yang lebih tinggi di banding tekanan di dalam silinder sehingga udara dan bahan bakar

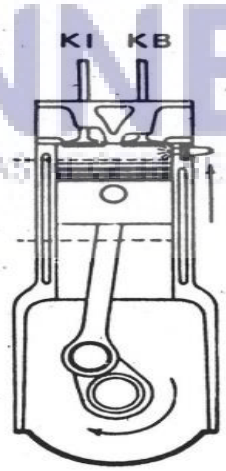
UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

dapat masuk ke silinder. Pada langkah hisap poros engkol berputar 180 derajat(setengah putaran).



Gambar 2.1. Langkah hisap (Arismunandar, 2002: 8)

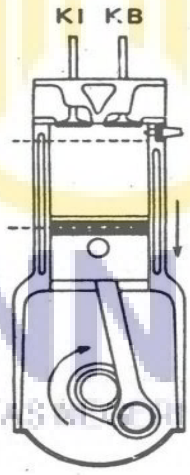
Proses terjadinya langkah kompresi (*Compression Stroke*) yaitu bergeraknya piston dari TMB ke TMA dimana posisi katup hisap dan katup buang sudah menutup rapat. Sehingga bahan bakar dan udara yang ada di dalam silinder dimampatkan atau dikompresikan.



Gambar 2.2 Langkah kompresi (Arismunandar, 2002: 8)

Pada proses ini akibatnya tekanan dan temperatur menjadi naik sehingga memudahkan proses pembakaran. Pada langkah kompresi terjadi proses pembakaran, proses ini terjadi beberapa derajat sebelum piston mencapai TMA. Pada langkah kompresi piston sudah melakukan dua kali gerakan piston atau satu putaran poros engkol (360^0).

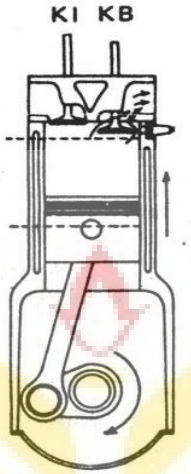
Proses terjadinya langkah usaha atau kerja (*Power Stroke*) yaitu beberapa derajat sebelum piston mencapai TMA busi mematikkan bunga api listrik sehingga menyebabkan campuran bahan bakar dan udara yang telah dikompresi terbakar sehingga piston bergerak dari TMA ke TMB hasil dari pembakaran yang panas, memuai dan mendorong piston sehingga pada silinder mengalami penurunan tekanan dan temperatur.



Gambar 2.3. Langkah usaha (Arismunandar, 2002: 8)

Proses terjadinya langkah buang (*Exhaust Stroke*) yaitu piston bergerak dari TMB menuju TMA dimana posisi katup buang membuka sehingga sisa pembakaran didorong keluar oleh gerakan piston melalui saluran buang. Pada langkah buang diharapkan sisa-sisa gas pembakaran dapat dikeluarkan semua

sehingga proses pembakaran berikutnya dapat terbakar sempurna. Demikian lagi langkah hisap untuk siklus berikutnya dan seterunya siklus berulang-ulang.



Gambar 2.4. Langkah buang (Arismunandar, 2002: 8)

3. Bahan Bakar

Bahan bakar adalah bahan-bahan yang digunakan dalam proses pembakaran. Tanpa adanya bahan bakar tersebut pembakaran tidak akan mungkin berlangsung (Supraptono, 2004: 6). Bahan bakar mesin merupakan persenyawaan Hidro-karbon diolah dari minyak bumi. Bensin merupakan salah satu dari hasil pengolahan minyak bumi yang digunakan untuk bahan bakar mesin bensin. Premium adalah bensin dengan mutu yang diperbaiki. Bensin terdiri dari *octane* (C_8H_{18}) dan nepthane(C_7H_{16}). Pertimbangan bensin sebagai bahan bakar ada dua yaitu nilai kalor (*calorific value*) yang merupakan sejumlah energi panas yang bias digunakan untuk menghasilkan kerja dan *volatility* yang mengukur seberapa mudah bensin akan menguap pada suhu rendah. Semakin naik nilai kalor, *volatility*-nya akan turun padahal *volatility* yang rendah dapat menyebabkan bensin susah terbakar (Jama dan Wagino, 2008: 246-247).

Jenis bahan bakar dilihat dari bentuk fisiknya yaitu bahan bakar padat, cair dan gas. Bahan bakar dilihat dari ketersediaan dialam yaitu bahan bakar habis pakai dan bahan bakar tidak habis pakai. Bahan bakar berdasarkan dari asal mendapatkannya yaitu bahan bakar fosil, bahan bakar mineral dan bahan bakar nabati atau organik. Setiap jenis bahan bakar memiliki karakteristik dan nilai pembakaran yang berbeda-beda, inilah yang akan menentukan sifat-sifat dalam proses pembakaran. Bahan bakar yang sifat pembakarannya kurang sempurna dapat disempurnakan dengan menambahkan bahan-bahan kimia ke dalam bahan bakar tersebut. Penambahan bahan kimia tersebut akan mempengaruhi daya anti *knocking* dari bahan bakar hal ini berpengaruh pada bilangan oktan. Proses pembakaran bahan bakar dalam motor pembakaran dalam sangat dipengaruhi oleh bilangan oktan (Raharjo dan Karnowo, 2008: 38-39).

a. Bahan Bakar Bensin

Bahan bakar bensin termasuk dalam jenis bahan bakar cair dari proses pengolahan minyak bumi yang diperoleh dari hasil pengeboran sumur-sumur minyak (kilang minyak). Bensin adalah hasil dari pemurnian *neptha* yang komposisinya dapat digunakan untuk bahan bakar pada motor bakar. (Raharjo dan Karnowo, 2008: 43). Sedangkan menurut Supraptono (2004: 14) menyatakan bahwa bensin pada dasarnya adalah persenyawaan jenuh dari hidrokarbon yang diolah dari minyak bumi. Kualitas bensin dinyatakan dengan angka oktan atau (*octane number*).

Karakteristik bahan bakar bensin adalah mudah sekali menguap dan mudah terbakar sehingga pada proses pembakaran mudah meledak (detonasi).

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

Kualitas bensin dinyatakan dengan angka oktan. Angka oktan adalah prosentase volume *isooctane* di dalam campuran antara *isooctane* dengan *normal heptana* yang menghasilkan intensitas *knocking* atau daya ketokan dalam proses pembakaran ledakan dari bahan bakar yang sama dengan bensin yang bersangkutan. Bensin di pasaran ada 3 kelompok yaitu: a) *Regular-grade*, b) *premium-grade*, c) *third-grade*. Di Indonesia pertamina mengelompokkan menjadi: bensin, premium, aviation gas dan super 98. (Raharjo dan karnowo, 2008: 44).

Sifat-sifat yang dimiliki bensin antara lain: (1) Mudah menguap pada temperatur normal, (2) Titik nyala rendah (-10º sampai -15º C), (3) Berat jenis rendah (0,60 s/d 0,78), (4) Dapat melarutkan oli dan karet, (5) Menghasilkan jumlah panas yang besar (9,500 s/d 10,500 kcal/kg), (6) Setelah dibakar sedikit meninggalkan karbon (Supraptono, 2004: 19).

Pertamina memproduksi empat jenis bahan bakar bensin yaitu : premium, pertamax, pertamax plus, dan pertamax *racing*. Keempat bahan bakar ini memiliki kulaitas yang berbeda-beda. Perbedaan dari keempat bahan bakar ini ditunjukkan oleh angka oktan atau ON (*octane number*). Berikut penjelasan lebih lanjut mengenai spesifikasi bahan bakar premium:

Premium merupakan salah satu bahan bakar jenis bensin yang diproduksi oleh Pertamina yang berwarna kuning dan bernilai oktan 88. Bensin premium biasanya digunakan pada mesin motor dengan perbandingan kompresi 7:1- 9:1. Untuk motor dengan perbandingan kompresi yang lebih dari 9:1 disarankan tidak menggunakan premium karena dapat menyebabkan detonasi. Detonasi disebabkan

karena angka oktan yang rendah digunakan pada mesin berkompresi tinggi dapat meledak sendiri sebulum pembakaran dan jika dipakai terus menerus dapat menyebabkan kerusakan pada komponen sepeda motor. Menurut peraturan Direktorat Jendral Minyak dan Gas (Ditjen Migas) No.3674.K/24/DJM/2006, tanggal 17 Maret 2006 tentang spesifikasi bahan bakar minyak jenis bensin 88 adalah sebagai berikut :

Tabel 2.1. Batasan sifat bahan bakar bensin jenis 88 menurut Ditjen Migas

Karakteristik	Batasan		
	Min	Max	Satuan
RON	88	-	RON
MON	80	-	MON
Nilai Kalor	43031	-	kj/kg
Destilasi			
10% vol. penguapan	-	74	°C
50% vol. penguapan	88	125	°C
90% vol. Penguapan	130	180	°C
Titik didih akhir	-	215	°C
Berat jenis pada suhu 15°C	715	780	kg/m^3

b. Sifat Fisik Bahan Bakar Cair

Sifat - sifat fisik bahan bakar menurut Supraptono (2004: 26-28) yang perlu diketahui adalah sebagai berikut :

1) Berat Jenis

Berat jenis adalah suatu perbandingan berat dari bahan bakar minyak dengan berat dari air dengan volume yang sama dan suhu yang sama pula. Bahan bakar minyak umunya memiliki berat jenis antara 0,82-0,96.

2) Viskositas

Viskositas adalah suatu ukuran dari besar perlawanan zat cair untuk mengalir.

3) Nilai Kalor

Nilai kalor adalah jumlah panas yang dihasilkan jika 1 kg bahan bakar terbakar secara sempurna.

4) Titik Didih

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 grafitasiya API-nya tinggi maka titik didihnya rendah.

5) Titik Nyala

Titik nyala adalah suhu terendah dari bahan bakar minyak yang dapat menimbulkan nyala api dalam sekejap apabila pada permukaan bahan bakar tersebut dipercikan api.

c. Bahan Bakar LPG

Spesikasi Gas LPG (*Liquified Petroleum Gas*) atau yang lebih umum dikenal dengan sebutan ELPIJI yang merupakan brand dari PERTAMINA adalah termasuk jenis gas *hydrocarbon* hasil produksi dari kilang minyak bumi dan kilang gas alam dengan komponen utama Gas *Propane* (C_3H_8) dan Gas *Butane* (C_4H_{10}) yang mengisi volume kira-kira 99 %, dan sisanya adalah jenis gas *Pentane* (C_5H_{12}) yang juga dicairkan. LPG akan tetap berbentuk gas pada tekanan atmosfir, tetapi dalam memudahkan proses distribusi dan transportasi gas ini diubah fasanya menjadi ke bentuk cair dengan memberi tekanan.

LPG dapa disimpan dalam kondisi cair pada temperature sekitar dan pada tekanan rendah (0,7-0,8 MPa, 7-8 bar), karena itu lebih mudah daripada BBG

yang harus disimpan pada tekanan tinggi.(Arismunandar, 2002: 163). Dalam keadaan cair, LPG mudah didistribusikan dan ditransportasi dalam tabung ataupun dalam tanki (*bulk tank*). Pada penguapan LPG cair faktor pembesaran volumenya kira-kira 250. Gas LPG kira dua kali lebih berat dari udara dan berkumpul diatas lantai. Pada konsentrasi volume antara 1,8 dan 8,8% terjadi campuran yang mudah meledak.(Arens dan Berenschot,1980:170).

LPG pada umumnya mempunyai perbandingan komposisi yaitu *Propane* (C_3H_8) 30% dan *Butane* (C_4H_{10}) 70%. Elpiji (LPG) mempunyai rata-rata nilai kalori sebesar + 21.000 BTU/lb dan mempunyai tekanan uap LPG cair dalam tabung kurang lebih sekitar 5.0 – 6.2 Kg/cm2. LPG bersifat tidak berbau (*odorless*) sehingga zat aditive "*Mercaptan*" ditambahkan kepada LPG untuk memberikan bau yang khas, sehingga kebocoran gas dapat dideteksi dengan cepat.

Berikut adalah spesifikasi bahan bakar gas jenis LPG untuk kendaraan bermotor menurut keputusan Dirjen minyak dan gas bumi nomor 2572 K/24/DJM/2007.

Tabel 2.2. Spesifikasi Bahan Bakar LPG

No.	Karakteristik	Satuan	Batasan		Metoda Uji	
			Min	Max	ASTM	Lain
1	RON		98.0			
	MON		88.0		D2598	
2	Tekanan Uap 40^0 C	kPa	800	1250	D-1267	
3	Kandungan Hirogen Sulphide		Pass		D-2420	
4	Kandungan Bebas Air	ml	No			
5	Kandungan Sulfur	mg/kg		100	D-2784	
6	Volatilia Residu	%Mol		2.0	D-2163	

4. *Converter* BBG dan *Fuel Converter Kit* BBG

Agar sepeda motor berbahan bakar bensin bisa menggunakan gas LPG maka diperlukan seperangkat *Fuel Converter Kit* BBG. *Converter* BBG berfungsi untuk mengatur campuran bahan bakar gas dengan udara, sedangakan untuk mengatur tekanan gas yang keluar dari tabung gas digunakan regulator akselerator sehingga tekanan gas dapat disesuaikan dengan bukaan *throttle valve*. Dengan demikian, akan diperoleh perbandingan massa udara terhadap bahan bakar yang tepat pada berbagai kondisi operasional mesin.

Fuel converter kit BBG terdiri dari beberapa komponen di antaranya yaitu regulator, *Fuel-Lockoff* , *converter* BBG atau *mixer* BBG, tabung gas, selang tekanan tinggi dan pendukung lain.

Regulator berfungsi sebagai pengatur tekanan gas. Regulator menurunkan atau mengurangi tekanan gas LPG yang keluar dari tabung sampai dengan 0.05 Kg/cm2. Nama lain dari regulator yang berhubungan dengan *Converter Kit* adalah *Heat Exchanger*, *Vaporizer* atau *Reducer*. Gas LPG yang masuk ke mesin dihisap oleh mekanisme pada converter LPG karena itu tekanannya harus rendah, diatas sedikit dari tekanan atmosfir. Sistem ini dimaksudkan agar aliran gas LPG berhenti pada saat mesin mati atau tidak membutuhkan gas.

Fuel-Lockoff berfungsi sebagai pengaman dengan tujuan ketika mesin mati gas tidak akan keluar. Untuk membuka saluran gas dari tabung ketika akan digunakan dan menutup saluran gas dari tabung ketika motor tidak digunakan. Nama lain dari *Fuel-Lockoff* adalah *Fuel valve*. Alat ini bisa berupa *Selenoid*

Valve yang dioperasikan oleh listrik, *Vacuum Valve* yang diaktifkan oleh kevakuman dari mesin, atau hanya berupa keran gas biasa yang dioperasikan secara manual.

Konverter BBG atau *mixer* BBG berfungsi sebagai pengatur jumlah campuran bahan bakar gas dengan udara yang masuk ke dalam silinder. Udara dan gas LPG dicampur dibagian ini, dengan perbandingan tertentu yang sesuai. Bagian utama dari karburator ini adalah: *venturi*, *skep* dengan katup gas, dan *nozle*. Pada dasarnya sebuah karburator untuk gas adalah lebih sederhana dari karburator untuk bensin, karena LPG sudah dalam bentuk gas sehingga pembakaran menjadi lebih sempurna.

Mengingat BBG sudah berada pada fase gas, maka dengan mudah dapat bercampur dengan udara dalam ruang bakar, sehingga oksigen dapat dengan mudah bergabung dengan karbon dan memberikan reaksi pembentukan CO2 bukan CO. Disamping itu karena jumlah atom karbon molekul BBG lebih sedikit dibandingkan BBM, maka CO yang terbentuk dari proses pembakaran juga lebih sedikit. , sedangkan fungsi karburator bensin adalah memaksa bensin yang dalam bentuk cair menjadi gas atau kabut bensin.

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

Tabung gas sebagai tempat menyimpan gas LPG dalam bentuk cair dan bertekanan. Tekanan gas dalam tabung ini adalah sekitar 5.0 – 6.2 Kg/cm^2 cukup rendah jika dibandingkan dengan CNG yang dapat mencapai 200 - 300 Kg/cm^2, Nama lain dari tabung LPG adalah tangki LPG.

Konverter yang dipakai adalah sistem tekanan konstan dan yang diatur jumlah dari bahan bakar dan udara yang masuk. Keuntungan dari sistem tekanan

konstan adalah diperolehnya tekanan gas stabil baik pada saat tabung LPG penuh maupun pada saat tabung hampir habis sehingga kendaraan akan lebih stabil saat berjalan.

5. Proses Pembakaran

Pembakaran adalah persenyawaan secara kimia dari unsur-unsur bahan bakar dengan zat asam yang kemudian menghasilkan panas dan disebut *heat energi*. Pada saat pembakaran diperlukan bahan bakar, zat asam dan suhu yang cukup tinggi untuk awal mulanya pembakaran.(Supraptono,2004: 36). Menurut Soenarta dan Furuhama (1995: 8) dalam proses pembakaran maka tiap macam bahan bakar selalu membutuhkan sejumlah udara tertentu agar bahan bakar tadi dapat terbakar sempurna. Ini dapat ditelusuri dari persamaan reaksi kimia pada pembakaran iso oktan (C_8H_{18}).

$$C_8H_{18} + 12{,}5\ O_2 + 12{,}5\ (3{,}76)\ N_2 \rightarrow 8\ CO_2 + 9H_2O + 47\ N_2.$$

Proses pembakaran diawali dengan loncatan bunga api dari busi saat piston beberapa derajat sebelum TMA pada akhir langkah kompresi. Pembakaran yang sempurna setelah penyalaan dimulai, api menjalar dari busi dan menyebar ke seluruh arah dalam waktu kurang dari 10-30 m/detik sampai mencapai tekanan tertinggi. Pada penyalaan yang tepat, Panas pembakaran akan sempurna pada TMA diubah dalam bentuk kerja dengan efisiensi yang tinggi. Kelambatan waktu akan menurunkan efisiensi disebabkan rendahnya tekanan akibat pertambahan volume dan waktu penyebaran waktu yang terlalu lambat (Soenarta dan Furuhama, 1995: 26-27).

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

Secara umum proses pembakaran pada motor bensin dapat terbagi menjadi dua pembakaran yaitu pembakaran sempurna dan pembakaran tidak sempurna.

a. Pembakaran normal (sempurna)

Pembakaran normal terjadi ketika loncatan bunga api listrik oleh busi didalam ruang bakar beberapa derajat sebelum piston mencapai TMA, sehingga api tersebut membakar campuran bahan bakar dan udara yang berada disekelilingnya lalu menjalar keseluruh bagian ruang bakar sehingga semua campuran bahan bakar dan udara habis terbakar. Pembagian nyala api pada waktu ignition delay terjadi secara merata pada seluruh bagian. Pembakaran yang sempurna akan menghasilkan tekanan yang maksimum untuk mendorang piston bergerak ke TMB sehingga efisiensi tenaga dapat maksimal (Suyanto, 1989: 253-256).

b. Pembakaran tidak normal

Pembakaran tidak normal adalah pembakaran yang terjadi di dalam silinder dimana nyala api dari pembakaran ini tidak menyebar dengan teratur dan merata sehingga menimbulkan masalah atau bahkan kerusakan pada bagian-bagian dari motor dapat terjadi akibat dari pembakaran yang tidak sempurna ini. Ada tiga macam pembakaran tidak normal *(abnormal combustion)* ini yaitu detonasi, *preignition*, dan *dieseling* (Suyanto, 1989: 257-258).

Menurut Soenarta dan Furuhama (1995: 28-29) menyatakan pembakaran yang tidak sempurna yaitu *knocking* dan *preignition. Knocking* dapat terjadi pada motor bensin dengan perbandingan kompresi yang tinggi. Loncatan bunga api busi mengakibatkan pembakaran yang cepat di dekat busi. Bagian yang telah

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

terbakar suhunya naik dan kerena ekspansinya maka sisa bahan bakar yang belum terbakar didesak dan suhunya naik tinggi hingga terbakar dengan sendirinya. Sisa dari bahan bakar yang belum terbakar tiba-tiba terbakar maka kenaikan tekanan yang tiba-tiba sehingga akan timbul suara pukulan atau ketukan-ketukan di dalam mesin secara berulang-ulang yang dapat menimbulkan suara keras dan membuat mesin cepet rusak.

Preignition dapat terjadi bila endapan karbon pada elektroda busi dan katup buang pada tempat-tempat suhunya mencapai 900^0C, campuran bahan bakar dan udara dapat terbakar dengan sendirinya sebelum busi meloncatkan bunga api. *Preignition* kadang-kadang terjadi lebih awal yaitu sebelum katup masuk tertutup sehingga api dapat masuk atau membakar campuran udara dan bahan bakar yang terdapat dalam saluran masuk sehingga menimbulkan suara ledakan yang keras.

B. Kajian Penelitian Yang Relevan

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Tenaya dan Hardiana (2011: 39-45) yang berjudul pengaruh *air fuel ratio* terhadap emisi gas buang berbahan bakar LPG pada ruang bakar model *helle-shaw cell* didapat hasil penelitian bahwa dengan menaikkan AFR dari 14:1 sampai 20:1 kadar CO, O_2 dan HC menurun sedangkan CO_2 meningkat setelah itu pada AFR 21:1 kadar CO, O_2 dan HC sedikit mengalami peningkatan sedangkan CO_2 sedikit mengalami penurunan. Untuk bahan bakar LPG AFR *stoichiometry* adalah 20:1. Pada AFR *stoichiometry* emisi gas buang CO, O_2 HC adalah paling minimum sedangankan CO_2 adalah paling maksimum.

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

Penelitian yang dilakukan oleh Pramono (2012) yang berjudul pengembangan konverter BBG untuk sepeda motor didapat hasil berupa desain dan *prototype Converter kit* yang berupa regulator dengan akselerator. Hasil pengujian yang meliputi pengujian pada putaran idle, runing tanpa beban dan pengujian jalan, Converter kit ini telah berfungsi dengan sangat baik. Memang diakui bahwa tidak semua jenis motor dari beberapa merek dengan menggunakan Converter kit ini memiliki performa mesin yang sama, artinya ada beberapa yang menunjukan akselerasinya kurang atau tenaganya berkurang. Regulator dengan akselerator hasil penelitian ini memiliki keunggulan anatra lain: lebih praktis (hanya dengan 1 komponen); dan dapat dioperasikan tanpa merubah apapun pada karburator.

Penelitian yang dilakukan oleh Romandoni dan Siregar (2012: 1) yang berjudul studi komparasi performa mesin dan kadar emisi gas buang sepeda motor empat langkah berbahan bakar bensin dan LPG. Dari hasil penelitian, diketahui bahwa penggunaan bahan bakar LPG dapat meningkatkan torsi dan daya. Peningkatan torsi tertinggi sebesar 63,90% didapatkan pada putaran 2000 rpm dengan menggunakan bahan bakar LPG. Peningkatan daya tertinggi sebesar 50,44% didapatkan pada putaran 2000 rpm dengan menggunakan bahan bakar LPG. Sedangkan konsumsi bahan bakar mengalami penurunan. Penurunan konsumsi bahan bakar tertinggi sebesar 23,09% didapatkan pada putaran 6000 rpm. Selain itu, terjadi penurunan yang signifikan pada kadar emisi CO, CO_2, dan HC. Penurunan emisi CO tertinggi sebesar 99,56% didapatkan pada putaran 5500 rpm. Penurunan emisi CO_2 tertinggi sebesar 55,72% didapatkan pada putaran

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

3500 rpm. Penurunan emisi HC tertinggi sebesar 77,67% didapatkan pada putaran 5500 rpm. Sedangkan konsentrasi O_2 mengalami peningkatan. Peningkatan tertinggi konsentrasi O_2 sebesar 85,28% pada putaran 7500 rpm.

C. Kerangka Pikir Penelitian

Ketersediaan energi fosil bersifat terbatas sehingga perlu adanya strategi untuk mengamankan pasokan energi fosil tersebut. Salah satunya dengan konversi BBM ke BBG. Konsumsi BBM untuk kendaraan bermotor dari tahun ke tahun terus mengalami peningkatan yang sangat drastis sehingga program pemerintah dalam rangka konversi BBM ke BBG pada kendaraan bermotor perlu didukung.

Berdasarkan karakteristik bahan bakar LPG yang banyak beredar di pasaran sekarang ini kemungkinan besar akan berdampak baik pada kendaraan karena LPG memiliki nilai oktan 98 yang lebih tinggi dibandingkan bahan bakar premium dan tidak mengandung timbal. Dengan nilai oktan yang tinggi, LPG dapat digunakan pada mesin dengan perbandingan kompresi yang tinggi tanpa *knocking*. LPG yang berbentuk gas dalam atmosfir tentunya akan mudah bercampur dengan udara sehingga kemungkinan besar campuran lebih baik dibandingkan bahan bakar premium yang bebentuk cair yang perlu pengabutan terlebih dahulu. Campuran bahan bakar dan udara sangat berpengaruh terhadap proses pembakaran pada mesin. Dengan adanya kesesuaian kondisi campuran bahan bakar dan udara maka akan menghasilkan efek yang baik dalam pembakaran pada mesin yang berupa tenaga yang optimal, konsumsi bahan bakar yang ekonomis dan emisi gas buang yang ramah lingkungan.

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

Penggunaan LPG sebagai bahan bakar pengganti bahan bakar minyak, dibutuhkan *fuel converter kit* sebagai alat untuk mencampur udara dengan bahan bakar agar dapat menggantikan funsi karburator. *Fuel converter kit* BBG menggunakan regulator dengan akselerator sehingga bahan bakar LPG dan udara yang masuk dapat diatur sesuai kebutuhan mesin.

D. Pertanyaan Penelitian

Adapun pertanyaan dalam penelitian ini adalah:

1. Bagamana membuat desain *prototype fuel converter kit* yang sesuai dengan kebutuhan kapasitas mesin sepeda motor 200 cc?
2. Bagaimana merancang *fuel converter kit* untuk mengganti bahan bakar premium ke bahan bakar LPG yang aman dan dapat beroperasi dengan baik?
3. Apakah penggunaan bahan bakar LPG, konsumsi bahan bakarnya lebih efisien dibanding dengan bahan bakar premium?

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

BAB V

PENUTUP

A. Simpulan

Berdasarkan eksperimen yang dilakukan pada sepeda motor 200 cc satu silinder 4 langkah menggunakan bahan bakar LPG dengan *fuel converter kit* dapat disimpulkan bahwa:

1. Diperoleh hasil berupa desain *converter* BBG dan *prototype fuel converter kit* BBG dengan regulator akselerator yang dapat menggantikan kerja dari karburator. Hasil desain *converter* BBG dan *prototype fuel converter kit* BBG dapat dilihat pada gambar 4.2. ,gambar 4.3., gambar 4.4. dan gambar 4.5.
2. Berdasarkan pengujian yang dilakukan meliputi pada kemampuan pengujian pada kebocoran, kemampuan saat *start* awal, putaran idle, runing tanpa beban, pengujian jalan dan konsumsi bahan bakar, *fuel converter kit* BBG ini telah berfungsi dengan sangat baik dan lebih ekonomis dibandingkan dengan karburator dan *fuel converter kit* LPG dapat digunakan pada kendaraan berbahan bakar bensin bersilinder tunggal 200 CC dengan aman, murah dan mudah dalam penggunaannya. Berdasarkan pengujian yang dilakukan, penggunaan LPG sebagai bahan bakar kendaraan lebih murah dari pada menggunakan bahan bakar premium dengan selisih harga Rp 2,82 pada putaran mesin 3000 rpm, Rp 3,97 pada putaran mesin 4500 rpm dan Rp 13 pada putaran mesin 7000 rpm. Untuk menempuh jarak 5 km, bahan bakar LPG lebih ekonomis dari premium dengan selisih Rp 350.

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

B. Saran

Berdasarkan eksperimen yang dilakukan pada sepeda motor 200 cc satu silinder 4 langkah mengunakan bahan bakar LPG dengan fuel converter kit didapat beberapa saran yang perlu diperhatikan yaitu sebagai berikut:

1. Saat menggunakan *fuel converter kit* BBG sebaiknya kondisi elektrik starter dalam keadaan baik, karena cukup sulit untuk menyalakan mesin menggunakan engkol kaki (*kick starter*).
2. Perlu penelitian lanjutan untuk menyempurnakan konverter. Penelitian mengenai ukuran-ukuran pada *fuel converter kit* baik ukuran diameter dan panjang selang tekanan yang digunakan, diameter lubang *neple*, daya torsi, emisi gas buang dan lain-lainnya perlu dilakukan agar tercapai campuran udara dengan gas LPG yang tepat sehingga kerja mesin optimal bila perlu dengan sistem EFI.
3. Pemilihan komponen yang tepat sangatlah penting untuk kelancaran dan daya tahan sistem. Pilihlah komponen sesuai spesifikasi yang dibutuhkan agar keaman dan keselamatan terjamin.
4. Tabung LPG sebaiknya jangan diletakkan di tempat tertutup, minimal ada sirkulasi udara untuk menjaga agar laju penguapan tetap stabil.
5. Untuk menggunakan bahan bakar LPG pada sepeda motor, hal yang perlu diperhatikan adalah instalasi dari *fuel converter kit*, karena gas LPG sangat mudah terbakar sehingga perlu diperhatikan pemasangan instalasi *fuel converter kit* dan komponen yang digunakan agar tidak terjadi kebakaran.

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

6. Sepeda motor yang digunakan sebaiknya masih dalam keadaan standar dan sering dilakukan perawatan berkala agar penggunaan bahan bakar LPG lebih maksimal.

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

Daftar Pustaka

Arends, BPM dan H.Berenschot. 1980. *Motor Bensin*. Jakarta: Erlangga.

Arismunandar, Wiranto. 2002. *Penggerak Mula Motor Bakar Torak*. Bandung: Penerbit ITB.

Anton. 2013. *Perbandingan Gas Buang Kendaraan Bermotor Berbahan Bakar Bensim Dan LPG Dengan Konverter Kit Dual Fuel Sebagai Pengatur LPG Pada Motor Berbensi 150 CC*. Semarang

Boentarto. 2005. *Cara Pemeriksaan, Penyetelan dan Perawatan Sepeda Motor*. Yogyakarta: Andi.

Badan Pusat Statistik. 2015. *Perkembangan Jumlah Kendaraan Bermotor Menurut Jenis Dan Tahun 1987-2013*. http://www.bps.go.id/tab_sub/view.php?tabel=1&daftar=1&id_subyek=17&notab=12 diperoleh pada tanggal 9 Agustus 2015.

Haryono, G. 1989. *Uraian Praktis Mengenal Motor Bakar*. Semarang: Aneka Ilmu.

Habibi, Muh. Khoirul Khakim, Imam Baihaqi dan Budisantoso Wirjodirdjo. 2012. Model Simulasi Konversi Bahan Bakar Minyak Menuju Bahan Bakar Gas Menggunakan Penghampiran Sistem Dinamis. *Jurnal Sains dan Seni Pomits*. 1/1 : 1-5.

Hidayat, Wahyu. 2012. *Motor Bensin Modern*. Jakarta: PT. Rineka Cipta.

Jama, Jalius dan Wagino. 2008. *Teknik Sepeda Motor*. Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan.

Keputusan Direktur Jendral Minyak dan Gas Bumi. Nomor: 3674K/24/DJM/2006. tentang Standar dan Mutu (Spesifikasi) Bahan Bakar Minyak Jenis Bensin yang Dipasarkan di dalam Negeri.

Keputusan Direktur Jendral Minyak dan Gas Bumi. Nomor: 2527K/24/DJM/2007. tentang Standar dan Mutu (Spesifikasi) Bahan Bakar Gas Jenis LPG yang Dipasarkan di dalam Negeri.

Pramono. 2012. *Pengembangan Konverter BBG Untuk Sepeda Motor*. Penelitian Dosen Tidak Dipublikasikan. Universitas Negeri Semarang.

Raharjo, Winarno Dwi dan Karnowo. 2008. *Mesin Konversi Energi*. Semarang: Universitas Negeri Semarang.

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

Supraptono. 2004. *Bahan Bakar dan Pelumas*. Buku Ajar. Jurusan Teknik Mesin UNNES: Semarang.

Soenarta, Nakoela dan Sochi Furuhama. 1995. *Motor Serba Guna*. Jakarta: Pradnya Paramita.

Suyanto, Wardan. 1989. *Teori Motor Bensin*. Jakarta: Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi.

Tenaya. I Gusti Ngurah Putu dan Made Hardiana. 2011. Pengaruh *Air Fuel Ratio* Terhadap Emisi Gas Buang Berbahan Bakar LPG Pada Ruang Bakar *Model Helle-Shaw Cell*. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin Cakram*.5/1 : 39-45.

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG