



**PERBANDINGAN KONSUMSI BAHAN BAKAR LPG
DENGAN PREMIUM PADA MOTOR 1 SILINDER
200CC**

Skripsi

**Disajikan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana
Teknik Program Studi Teknik Mesin**

**oleh
Sunu Tri Kartika
5212412044**

**TEKNIK MESIN
JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
2019**

PERSETUJUAN PEMBIMBING

Nama : Sunu Tri Kartika

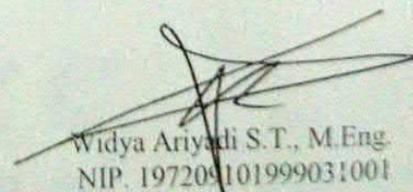
NIM : 5212412044

Program Studi : Teknik Mesin

Judul : Perbandingan Konsumsi Motor 1 Silinder 200cc Dengan Bahan Bakar LPG Dan Premium

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

Semarang, 7 Januari 2019.
Pembimbing I,



Widya Ariyati S.T., M.Eng.
NIP. 197209101999031001

PENGESAHAN

Skripsi dengan judul Perbandingan Konsumsi Bahan Bakar LPG dengan Premium pada Motor 1 Silinder 200cc telah dipertahankan di depan sidang Panitia Ujian Skripsi Fakultas Teknik UNNES pada 14 Januari 2019 .

Oleh

Nama : Sunu Tri Kartika

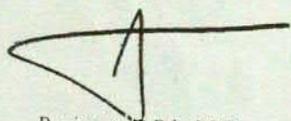
NIM : 5212412044

Program Studi : Teknik Mesin

Panitia:

Ketua Panitia

Sekretaris



Rusiyanto S.Pd., M.T.
NIP. 197403211999031002

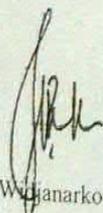


Dr. Rahmat Doni Widada, S.T., M.T.
NIP. 197509272006041002

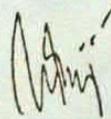
Penguji I

Penguji II

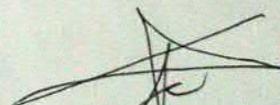
Pembimbing I



Dr. Dwi Widjanarko, S.Pd., ST., MT.
NIP. 196901061994031003



Samsudin Anis S.T., M.T., P.hD.
NIP. 197601012003121002



Widya Ariyadi S.T., M.Eng.
NIP. 197209101999031001

Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik UNNES

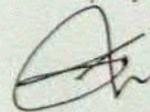


PERNYATAAN KEASLIAN

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, 30 Januari 2019
Yang membuat pernyataan



Sunu Tri Kartika
NIM. 5212412044

SARI ATAU RINGKASAN

Sunu Tri Kartika. 2019. Perbandingan Konsumsi Bahan Bakar LPG dengan Premium pada Motor 1 Silinder 200cc. Skripsi. Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang. Pembimbing (1) Widya Ariyadi S.T., M.Eng.

Penggunaan bahan bakar gas LPG sebagai bahan bakar alternatif tentu dapat mempengaruhi konsumsi bahan bakar yang dihasilkan. Oleh karena itu, perlu dilakukan pengujian secara langsung pada salah satu sampel sepeda motor yang dimodifikasi menjadi bahan bakar gas LPG, yaitu Garuda. Tujuan dari pelaksanaan penelitian ini adalah membuat konverter kit dari karburator pada motor 1 silinder 200 cc agar dapat menggunakan bahan bakar gas dan mengetahui perbandingan konsumsi bahan bakar LPG dan premium ditinjau dari jarak tempuh 3 km dan kondisi jalan yang sama.

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian eksperimen dimana perbandingan antara bahan bakar gas dengan premium pada motor 1 silinder 200cc terhadap konsumsi bahan bakar yang akan diuji jalan dengan jarak 3 km serta mendapatkan desain converter kit yang sesuai dengan kendaraan yang digunakan.

Bahan bakar LPG menunjukkan hasil dengan rata – rata 198,3 gr/3km dan untuk bahan bakar premium mencapai 232,6 ml/3 km atau selisih 34,3 /3 km. Bahan bakar LPG lebih ekonomis dari premium dengan selisih Rp 320. Hal tersebut disebabkan oleh *stoichiometric air fuel ratio* dan nilai kalor yang berbeda antara bahan bakar premium dan LPG. *Stoichiometric air fuel ratio* dan nilai kalor LPG lebih tinggi dibandingkan dengan premium yaitu 15,6 kg/kg dan 46100 kJ/kg sedangkan premium hanya 14,7 kg/kg dan 43000 kJ/kg. Penelitian yang dilakukan pada *fuel converter kit* berbahan bakar LPG dapat bekerja dengan baik dan mampu menggantikan kerja dari karburator standar sepeda motor. Selisih dari ekonomis harga bahan bakar dapat digunakan sebagai acuan karena harga LPG cenderung stabil dibandingkan harga bahan bakar minyak yang fluktuatif.

Kata kunci: konverter kit, LPG, premium, konsumsi bahan bakar.

PRAKATA

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul ” Perbandingan Konsumsi Bahan Bakar LPG dengan Premium pada Motor 1 Silinder 200cc” sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik di Universitas Negeri Semarang. Shalawat dan salam disampaikan kepada Nabi Muhammad SAW, mudah-mudahan kita semua mendapatkan safaat Nya di yaumul akhir nanti, Amin.

Skripsi ini dapat terselesaikan berkat bantuan, bimbingan dan motivasi dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Fathur Rakhman, M.Hum., Rektor Universitas Negeri Semarang.
2. Dr. Nur Qudus, M.T., Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang
3. Rusiyanto, S.Pd., M.T., Ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.
4. Widya Ariyadi S.T., M.Eng., pembimbing yang telah memberikan bimbingan, arahan, motivasi dan saran kepada penulis.
5. Samsudin Anis, S.T., M.T., Ph.D., dan Dr. Dwi Widjanarko, S.Pd., ST., MT. penguji yang telah memberikan masukan sangat berharga berupa saran, ralat, perbaikan, pertanyaan, komentar, tanggapan guna menambah bobot dan kualitas karya tulis ini.
6. Semua dosen Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang, yang telah memberi pengetahuan yang berharga.

7. Civitas akademika Fakultas Teknik dan Jurusan Teknik Mesin Universitas Negeri Semarang yang telah membantu penulis menyelesaikan karya tulis ini.
8. Keluarga yang selalu mendo'akan serta memberikan dukungan dan motivasi.
9. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu yang telah memberikan dukungan dan bantuan dalam penyusunan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun terhadap skripsi ini.

Semarang, Januari 2019

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERSETUJUAN PEMBIMBING	ii
PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN	iv
SARI ATAU RINGKASAN	v
PRAKATA	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Identifikasi Masalah	4
1.3 Pembatasan Masalah	5
1.4 Rumusan Masalah	6
1.5 Tujuan Penelitian	6
1.6 Manfaat Penelitian	7
BAB II KAJIAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI	8
2.1 Kajian Pustaka	8
2.2 Landasan Teori	12
2.2.1 Bahan Bakar	12
2.2.1.1 Bahan Bakar Cair/Premium	12
2.2.1.2 Bahan Bakar Gas (LPG)	14
2.2.2 Motor Bakar	15
2.2.3 Pembakaran Pada Motor Bensin	18
2.2.4 Kinetik Pembakaran	21
2.2.5 Konsumsi Bahan Bakar	22
2.3 Kerangka Pikir Penelitian	23
2.4 Hipotesis	24
BAB III METODE PENELITIAN	25
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	25
3.1.1 Waktu Penelitian	25
3.1.2 Tempat Penelitian	25
3.2 Desain Penelitian	25
3.2.1 Skema Alat Penelitian	25
3.2.2 Diagram Alir Penelitian	27
3.3 Alat dan Bahan Penelitian	27
3.3.1 Alat Penelitian	27

3.3.2	Bahan Penelitian	31
3.4	Parameter Penelitian	32
3.5	Teknik Pengumpulan Data	32
3.5.1	Persiapan Penelitian	32
3.5.2	Data Penelitian	33
3.6	Kalibrasi Instrument	34
3.7	Teknik Analisis Data	35
	BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN	37
4.1	Deskripsi Data	37
4.2	Analisis Data	40
4.3	Pembahasan	45
	BAB V PENUTUP	52
5.1	Simpulan.....	52
5.2	Saran	53
	DAFTAR PUSTAKA	54
	DAFTAR LAMPIRAN	57

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Karakteristik LPG dan <i>Gasoline</i>	2
Tabel 2.1 Hasil pengujian motor berbahan bakar BBM dan BBG	9
Tabel 2.2 Konsumsi bahan bakar	11
Tabel 2.3 Karakteristik Premium	14
Tabel 2.4 Karakteristik LPG	15
Tabel 2.5 Pengaruh AFR terhadap kinerja motor bensin	19
Tabel 2.6 Perbandingan campuran udara dan bensin secara teoritis	20
Tabel 3.1 Spesifikasi Garuda	31
Tabel 3.2 Konsumsi bahan bakar premium dan LPG jarak 3 km	34
Tabel 4.1 Hasil konsumsi bahan bakar premium dan LPG jarak 3 km	41
Tabel 4.2 Hasil perhitungan nilai ekonomis LPG dan Premium	42
Tabel 4.3 Perbandingan perubahan dari hasil penelitian sebelumnya	46

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Potongan desain <i>converter kit</i> BBG	4
Gambar 2.1 Cara kerja motor bakar 4 langkah	16
Gambar 2.2 Pada saat <i>idle</i>	17
Gambar 2.3 Potongan desain <i>converter kit</i> BBG	18
Gambar 2.4 Diagram pembakaran	20
Gambar 3.1 Skema bahan bakar gas	25
Gambar 3.2 Skema bahan bakar premium	26
Gambar 3.3 Diagram alir	27
Gambar 3.4 Skema <i>converter kit</i>	28
Gambar 3.5 <i>Tool Set</i>	29
Gambar 3.6 <i>Stopwatch</i>	29
Gambar 3.7 Timbangan digital SF 400	30
Gambar 3.8 Buret	30
Gambar 3.2 Tripmeter	31
Gambar 4.1 Desain <i>converter kit</i>	37
Gambar 4.2 Bagian yang diperiksa dari uji kebocoran	38
Gambar 4.3 Lintasan uji jalan di kawasan UNNES	39
Gambar 4.4 Pemasangan sistem <i>converter kit</i> pada kendaraan	40
Gambar 4.5 Modifikasi <i>converter kit</i> menggunakan karburator	41
Gambar 4.6 Konsumsi bahan bakar (kg/jam)	42
Gambar 4.6 Konsumsi bahan bakar LPG dan premium jarak tempuh 3 km	45

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1.	Desain <i>converter kit</i> setelah modifikasi	57
Lampiran 2.	Uji konsumsi bahan bakar	58
Lampiran 3.	Perhitungan nilai konsumsi bahan bakar	59

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Bahan bakar utama dalam penggunaan kendaraan bermotor di Indonesia masih bergantung pada bahan bakar minyak (Kurniaty dan Hermansyah, 2016: 2). Data dari Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT, 2018: 10), total konsumsi energi Indonesia pada tahun 2016 mencapai 795 juta Setara Barel Minyak (SBM) dan terus meningkat menjadi 4,569 juta SBM pada tahun 2050. Konsumsi energi final di Indonesia pada periode 2016 - 2050 meningkat rata-rata sebesar 5,3% per tahun dan selama kurun waktu 2016-2050, penggunaan energi sektor transportasi mengalami pertumbuhan terbesar. Pangsa kebutuhan energi terbesar adalah bahan bakar minyak yakni 40,1% diikuti oleh listrik 21,3%, gas 17,7%, batubara 11,0% dan sisanya LPG, bahan bakar nabati dan biomassa masing – masing di bawah 4%. Langkah-langkah efisiensi energi harus berusaha untuk diupayakan karena cara tersebut dapat memperkecil pemakaian bahan bakar minyak, sehingga dapat menghemat cadangan minyak nasional (Indartono, 2012: 18).

Harga bahan bakar minyak terus melonjak sehingga diusahakan adanya energi alternatif yang dapat mengganti minyak. Para pakar mencari solusi energi alternatif yang murah dan mudah dalam pengolahannya maupun pengoperasiannya. LPG (*Liquified Petroleum Gas*) sempat populer sebagai pengganti bahan bakar kendaraan bermotor, namun pemerintah akhirnya menetapkan LPG diarahkan pada kebutuhan rumah tangga (Indartono, 2012: 18). Penggunaan bahan bakar gas sebagai bahan bakar untuk sektor transportasi dengan menggunakan teknologi

LCNG sudah dikembangkan di wilayah Negara-negara maju seperti Amerika Serikat dan Eropa (Cryostar, 2012 dalam Wibowo, 2015: 2). Kondisi ini mendorong Indonesia untuk kembali menjalankan program konversi BBM ke BBG yang sebenarnya sudah pernah diterapkan di beberapa kota besar di Indonesia (Setiawan, 2014: 3).

Langkah nyata untuk meningkatkan penggunaan LPG adalah melalui pengkajian modifikasi kendaraan bermotor berbahan bakar bensin untuk di konversi menggunakan bahan bakar gas. Saat ini modifikasi yang sudah dilakukan menggunakan katup suplai *solenoid* sebagai pengganti mekanisme sistem bahan bakar minyak menjadi gas (Romandoni dan Siregar, 2013: 1-2). Penggunaan bahan bakar LPG terhadap konsumsi bahan bakar mengalami penurunan karena bahan bakar LPG lebih rendah densitasnya dari pada bensin, selain itu tekanan gas LPG yang telah diatur menggunakan regulator dapat mempermudah gas untuk masuk ke dalam ruang bakar dengan tekanan rendah sehingga konsumsi bahan bakar menurun sangat signifikan dibandingkan dengan bahan bakar bensin (Romandoni dan Siregar, 2013: 4).

Tabel 1.1 Karakteristik LPG dan *Gasoline*

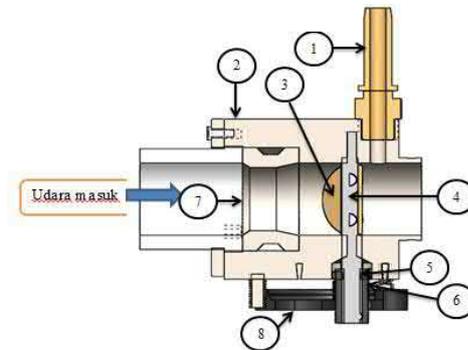
Characteristics	LPG	Gasoline
Chemical formula	C_3H_8	C_3H_{18}
Boiling point ($^{\circ}C$)	-44	30-225
Molecular weight (kg/Kmol)	44.1	114.2
Density at 15 $^{\circ}C$ (kg/l)	0.53	0.7372
Research octane number	100	96-98
Stoichiometric air fuel ratio (kg/kg)	15.6	14.7
Flame speed (m/s)	48	52-58
Upper flammability limits in air (% vol.)	74.5	7.6
Lower flammability limits in air (% vol.)	4.1	1.3
Calorific value (kJ/kg)	46100	43000

(Sumber: Mamidi dan Suryawnshi, 2012: 363)

Komponen utama LPG terdiri dari hidrokarbon ringan berupa propana (C_3H_8) dan butana (C_4H_{10}). Nilai oktan BBG lebih tinggi jika dibandingkan dengan *gasoline*, yaitu 110. Dengan tingginya nilai oktan tersebut maka pada rasio kompresi tinggi tidak akan terjadi *knocking* pada motor, dan pembakaran menjadi lebih sempurna (Lengkong dan Sutjahjo, 2013: 102). Mengingat BBG tersebut akan digunakan pada kendaraan bermotor, maka perlu menggunakan perangkat tambahan yang disebut *converter kit*. Menurut Wiryawan, *et al* (2017: 4) *converter kit* adalah peralatan tambahan kendaraan untuk mengkonversi bahan bakar premium ke BBG atau LPG. Fungsi *converter kit* untuk mengatur tekanan bahan bakar gas yang keluar dari tabung gas, *converter kit* terdiri dari beberapa komponen yaitu regulator, *valve* dan tabung gas. *Converter kit* didasarkan pada tiga pilihan, yaitu: (1) hanya bekerja dengan gas saja, (2) dapat bekerja dengan *gasoline* saja, dan (3) dapat bekerja dengan dua bahan bakar sekaligus atau (*dual fuel*) (Lengkong dan Sutjahjo, 2013: 102).

Desain *prototype fuel converter kit* BBG dengan regulator akselerator telah berfungsi dengan sangat baik dan lebih ekonomis dibandingkan dengan karburator. *Fuel converter kit* LPG dapat digunakan pada kendaraan berbahan bakar bensin bersilinder tunggal 200 cc dengan aman, murah dan mudah dalam penggunaannya. 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 (Arifin dan Pramono, 2016: 1).



Gambar 1.1 Potongan desain *converter kit* BBG
(Sumber: Arifin dan Pramono, 2016: 5)

Anton (2013: 29) menyatakan bahwa perbandingan konsumsi bahan bakar antara LPG dan premium yang dikonversi dalam rupiah terlihat bahwa bahan bakar LPG secara ekonomis lebih irit, hal tersebut disebabkan stoikiometri dan nilai kalor yang berbeda antara bahan bakar premium dan LPG. Pada satuan berat stoikiometri bahan bakar premium 1 : 15,1 sedangkan pada LPG 15,52 : 1 dari hal tersebut dapat disimpulkan untuk membakar LPG dengan jumlah berat yang sama dengan premium memerlukan lebih banyak udara dibandingkan premium.

Penggunaan bahan bakar gas LPG sebagai bahan bakar alternatif tentu dapat mempengaruhi konsumsi bahan bakar yang dihasilkan. Oleh karena itu, perlu dilakukan pengujian secara langsung pada salah satu sampel sepeda motor yang dimodifikasi menjadi bahan bakar gas LPG, yaitu Garuda.

1.2 Identifikasi Masalah

1. Bahan bakar utama dalam penggunaan kendaraan bermotor di Indonesia masih bergantung pada bahan bakar minyak sedangkan kebutuhan energi terbesar adalah

bahan bakar minyak yakni 40,1% diikuti oleh listrik 21,3%, gas 17,7%, batubara 11,0% dan sisanya LPG.

2. Mahalnya bahan bakar minyak membuat para pakar mencari solusi energi alternatif yang murah dan mudah dalam pengolahannya maupun pengoperasiannya. LPG (*Liquified Petroleum Gas*) sempat populer sebagai pengganti bahan bakar kendaraan bermotor. Penggunaan bahan bakar gas sebagai bahan bakar untuk sektor transportasi dengan menggunakan teknologi LCNG sudah dikembangkan di wilayah Negara-negara maju seperti Amerika Serikat dan Eropa. Kondisi ini mendorong Indonesia untuk kembali menjalankan program konversi BBM ke BBG yang sebenarnya sudah pernah diterapkan di beberapa kota besar di Indonesia.
3. Langkah nyata untuk meningkatkan penggunaan LPG adalah melalui pengkajian modifikasi kendaraan bermotor berbahan bakar bensin untuk di konversi menggunakan bahan bakar gas. Desain *prototype fuel converter kit* BBG dengan regulator akselerator telah berfungsi dengan sangat baik dan lebih ekonomis dibandingkan dengan karburator.

1.3 Pembatasan Masalah

Cakupan faktor yang mempengaruhi konsumsi bahan bakar pada motor bensin begitu luas, maka penelitian ini hanya dibatasi dengan ketentuan sebagai berikut:

1. Pengujian dilakukan pada motor jenis Viar Garuda 200cc beroda tiga tidak menggunakan karburator asli bawaan motor dan diganti dengan *converter kit* LPG.

2. Bahan bakar yang digunakan yaitu LPG 3 kg dan premium yang diproduksi oleh Pertamina dan setiap pengujiannya hanya menggunakan satu jenis bahan bakar.
3. Peneliti membuat alat *converter kit* berbahan bakar LPG untuk memenuhi kebutuhan jumlah campuran bahan bakar dan udara digunakan regulator dengan akselerator.
4. Penelitian tanpa merubah sistem pengapian.
5. Data konsumsi bahan bakar diambil berdasarkan uji jalan pada jarak 3 km dengan kecepatan 20-30 km/jam dan kondisi jalan yang sama pada tiap pengujiannya.

1.4 Rumusan Masalah

1. Bagaimana membuat desain *converter kit* LPG dari mekanisme karburator bensin menjadi LPG pada motor roda tiga 4 langkah satu silinder dengan kapasitas 200 cc agar dapat menggunakan bahan bakar gas?
2. Bagaimana perbandingan menggunakan *converter kit* berbahan bakar LPG dan premium terhadap konsumsi bahan bakar pada motor roda tiga 4 langkah satu silinder dengan kapasitas 200 cc ditinjau dari jarak tempuh 3 km dan kondisi jalan yang sama?

1.5 Tujuan Penelitian

Tujuan dari pelaksanaan penelitian ini adalah:

1. Membuat alat *converter kit* LPG dari mekanisme karburator bensin menjadi LPG pada motor roda tiga 4 langkah satu silinder dengan kapasitas 200 cc agar dapat menggunakan bahan bakar gas.

2. Menggunakan *converter kit* berbahan bakar LPG sebagai solusi energi alternatif yang murah dan mudah dalam pengolahannya maupun pengoperasiannya pada motor roda tiga 4 langkah satu silinder dengan kapasitas 200 cc.

1.6 Manfaat Penelitian

1. Dapat membuat alat *converter kit* LPG dari mekanisme karburator bensin menjadi LPG pada motor roda tiga 4 langkah satu silinder dengan kapasitas 200 cc.
2. Mengetahui perbandingan dalam menggunakan *converter kit* berbahan bakar LPG dan premium terhadap konsumsi bahan bakar pada motor roda tiga 4 langkah satu silinder dengan kapasitas 200 cc.
3. Memberi informasi kepada masyarakat umum tentang keunggulan menggunakan bahan bakar LPG dibandingkan bahan bakar bensin pada kendaraan bermotor.
4. Membantu program pemerintah untuk menyukseskan program konversi dari BBM ke BBG pada kendaraan bermotor sebagai energi alternative.
5. Sebagai pertimbangan atau referensi bagi penelitian sejenisnya atau penelitian pengembangan yang lebih luas.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1 Kajian Pustaka

Sinaga dan Rohmat (2014) dalam penelitiannya tentang perbandingan kinerja sepeda motor berbahan bakar LPG dan bensin. Dalam penelitian ini menjelaskan tentang konsumsi bahan bakar menggunakan bahan bakar bensin premium, pertamax, pertamax plus pada kondisi tanpa mengubah engine-map dan dengan mengubah engine-map. Hasil penelitian menunjukkan pada kondisi tanpa mengubah engine-map konsumsi bahan bakar yang dihasilkan paling rendah ada pada bahan bakar LPG lalu pertamax plus, pertamax dan yang paling tinggi ada pada premium. Begitu juga pada kondisi dengan dengan mengubah engine-map atau memodifikasinya hasil paling optimal didapat dengan menggunakan bahan bakar gas atau LPG. Dalam penelitian ini LPG secara teknik dapat secara langsung diterapkan pada mesin sepeda motor tanpa harus mengubah engine-mapnya dan akan lebih baik lagi jika memodifikasi engine-map sehingga dapat menurunkan konsumsi bahan bakar. LPG sangat berpotensi digunakan untuk mensubstitusi bahan bakar bensin pada sepeda motor.

Romandoni dan Siregar (2013) melakukan penelitian tentang studi komparasi performa mesin dan kadar emisi gas buang sepeda motor empat langkah berbahan bakar bensin dan LPG. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah performa mesin (torsi, daya dan konsumsi bahan bakar dan emisi gas buang sedangkan untuk variabel kontrolnya terkait pada putaran mesin dan temperatur oli. Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan 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, CO₂, dan HC.

Indartono (2012) dalam penelitiannya tentang pemakaian bahan bakar gas menjadi alternatif bagi kendaraan bermotor berbahan bakar premium. Dapat dilihat pada Tabel 2.1 perbandingan antara penggunaan bahan bakar premium dengan bahan bakar gas.

Tabel 2.1 Hasil pengujian motor berbahan bakar BBM dan BBG

No	Parameter Prestasi	Prosentase Perubahan (%)	
		BBM	BBG
1	Daya efektif	+ 15	- 6
2	Torsi	+ 4.5	-14.3
3	Tekanan efektif rata-rata	+ 15.4	-3.8
4	Emisi gas buang		
	CO	+ 6.7	-78
	HC	+ 85	-40
5	Laju pemakaian bahan bakar	0	+ 18
6	Pemakaian bahan bakar spesifik	13.2	+ 38.7
7	Efisiensi thermal	+ 9	-30.3
8	Air fuel ratio	-14.3	-20.5
9	Laju pemakaian udara	-5.5	-22.2
10	Efisiensi volumetris	+ 11.5	-20.5

11	Temperatur gas buang	+ 10	-21
12	Ruang bakar	Banyak kerak hitam	Sedikit kerak putih
13	Minyak pelumas kekentalan 310 K	+ 9	+ 29.8
	Kekentalan 317 K	+ 4.4	+ 21.1
	Titik nyala	+ 3.3	+ 23.3
	Titik bakar	0	0
	Berat jenis	0	0
	Abu sulfat	-15.4	-58.5
	Sisa karbon	-0.9	-19

(Sumber: Indartono, 2012: 20)

Potensi gas di Indonesia, menurut hasil studi Pertamina cukup besar. Bahan bakar gas harganya lebih murah dibandingkan dengan harga bahan bakar minyak. Walaupun terjadi penurunan tenaga namun jarak tempuh untuk gas jauh lebih optimal. Gas buang hasil pembakaran relatif lebih baik. Harga perlengkapan jauh lebih murah jika dihitung dari nilai penghematan yang dicapai. Pemerintah sudah secara resmi memasarkan BBG sejak tanggal 1 April 1989.

Menurut Kurniaty dan Hermansyah (2016) tentang potensi pemanfaatan LPG sebagai bahan bakar bagi pengguna kendaraan bermotor. LPG (*Liquefied Petroleum Gas*) berpotensi menggantikan bahan bakar konvensional khususnya untuk pengguna kendaraan bermotor. Pengguna bahan bakar bermotor yang beralih dari bahan bakar minyak kemudian menggunakan bahan bakar LGV (*Liquefied Gas for Vehicle*), akan memperoleh biaya penghematan yang berbeda – beda. Hasil dari penelitian ini adalah pengguna bahan bakar premium akan memperoleh penghematan sebesar Rp. 1,450 per liter, pengguna pertalite akan memperoleh

penghematan sampai Rp. 1,800 per liter dan Rp 2,300 per liter untuk pengguna pertamax jika beralih menggunakan LGV sebagai bahan bakar kendaraan bermotor. Biaya untuk peralatan konversi sebesar Rp. 15,000,000 yang dikeluarkan pengguna premium untuk beralih ke LGV akan memperoleh pengembalian modal selama 3,12 tahun. Pengguna pertalite menempuh 2,51 tahun dan 1,92 tahun bagi pengguna pertamax untuk mendapatkan pengembalian modal. LGV berpotensi sebagai bahan bakar yang ramah lingkungan bebas sulfur dan timbal, mempunyai emisi gas buang yang rendah, dan dari segi penghematan, LGV mempunyai harga yang ekonomis bagi pengguna kendaraan bermotor. Biaya konversi yang dikeluarkan pengguna di awal memang tidak sedikit, akan tetapi setelah dipasang operasionalnya akan lebih hemat dan beberapa tahun kemudian akan memperoleh pengembalian modal berkisar 1 hingga 3 tahun dan keuntungan setelah beralih ke bahan bakar LGV.

Lengkong dan Sutjahjo (2013) melakukan penelitian tentang pengaruh penggunaan bahan bakar LPG terhadap efisiensi thermal, ekonomisasi, dan konsumsi bahan bakar mobil Toyota kijang 5K. Tabel 2.2 terkait tentang konsumsi bahan bakar sebagai berikut:

Tabel 2.2 Konsumsi bahan bakar

Putaran (rpm)	Konsumsi Bahan Bakar (fc)		Presentase Perubahan Konsumsi Bahan Bakar (%)
	Kelompok Standar (kg/jam)	Kelompok Eksperimen (kg/jam)	
	Mobil Berbahan Bakar Bensin	Mobil Berbahan Bakar LPG	Mobil Berbahan Bakar LPG
800	0.65	0.65	0.00
1000	0.70	0.67	-4.29

1500	0.80	0.72	-10.00
2000	1.04	0.94	-9.62
2500	1.34	0.82	-38.81
3000	1.66	0.91	-45.18
3500	2.07	1.72	-16.91
4000	2.34	2.27	-2.99
4500	2.54	2.75	8.27
5000	2.87	4.46	55.40

(Sumber: Lengkong dan Sutjahjo, 2013: 104)

Penelitian ini menggunakan metode pengujian rpm berubah pada beban penuh (*full open throttle valve*) dengan posisi transmisi *top gear* yang berpedoman pada *standart SAE J 1349 DEC 80*. Teknik analisis yang digunakan adalah analisis deskriptif yaitu mendeskripsikan data *numeric* yang diperoleh, kemudian dijelaskan dalam bentuk kalimat sederhana yang mudah dipahami. Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa penggunaan bahan bakar LPG pada mobil Toyota Kijang 5K 1500 cc torsi, daya, serta konsumsi bahan bakar yang dihasilkan mengalami penurunan. Penurunan torsi tertinggi sebesar 92,37% pada putaran 800 rpm (*idle*) dan penurunan terendah 19,71% pada putaran 3500 rpm dengan menggunakan bahan bakar LPG, sedangkan untuk daya mengalami peningkatan dan penurunan pula. Daya mengalami peningkatan pada putaran 3500 rpm sebesar 20,00%, sedangkan penurunan terendah pada putaran 800 rpm (*idle*) sebesar 80,53%. Sedangkan untuk konsumsi bahan bakar mengalami peningkatan pada putaran 5000 rpm sebesar 0,55%, dan penurunan konsumsi bahan bakar terendah terjadi pada putaran 800 rpm sebesar 0,00%.

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Bahan Bakar

5.2.1.1 Bahan Bakar cair/Premium (Bensin)

Premium adalah bensin yang telah diberi TEL (*tetra ethyl lead*) dan bernilai oktan 88. Premium adalah bahan bakar minyak jenis distilat berwarna kekuningan yang jernih. Bensin premium mempunyai sifat anti ketukan yang baik dan dapat dipakai pada mesin dengan batas kompresi hingga 9 : 1. Premium mempunyai kisaran titik didih 40 - 200°C, yang beredar di pasaran didapatkan dari campuran berbagai jenis senyawa yang diolah dengan proses proses tertentu. (Mulyono *et al*, 2014: 30). Beberapa karakteristik penting bahan bakar hidrokarbon diantaranya volatilitas, nilai oktan, serta nilai kalor.

a. Karakteristik Volatilitas

Faktor utama yang harus dipenuhi berdasarkan spesifikasi bahan bakar yang ditetapkan adalah sifat volatilitas (kemampuan menguap) dari bahan bakar. Agar terbakar dengan normal di dalam ruang bakar, bahan bakar harus dapat menguap dengan teratur sesuai dengan laju yang dikehendaki, dan harus membuat campuran yang homogen dan terdistribusi merata dalam silinder ruang bakar (Kristanto, 2002: 27).

b. Angka Oktan

Angka oktan dinyatakan dengan besar *prosen volume iso-oktana* dalam campuran yang terdiri dari iso dan normal-heptana (bahan bakar hidrokarbon rantai lurus yang mudah berdetonasi dan dinyatakan sebagai bahan bakar dengan angka oktan-0) yang memiliki kecenderungan berdetonasi sama dengan bahan bakar tersebut.

Mengetahui kualitas bensin adalah nilai oktan suatu bahan bakar bersama dengan udara terhadap terjadinya penyalaan disaat langkah kompresi atau disebut dengan kemampuan anti-ketukan. Langkah kompresi temperatur campuran udara-bahan bakar meningkat, tetapi energi yang dihasilkan tidak cukup untuk membakar campuran tersebut. Proses pembakaran baru terjadi setelah busi menghasilkan loncatan bunga api listrik pada saat torak mendekati titik mati atas pada akhir langkah kompresi. Karena itu angka oktan juga berkaitan dengan perbandingan kompresi dari motor. Semakin tinggi angka oktan suatu bahan bakar, semakin tinggi pula ketahanannya terhadap penyalaan dini pada saat kompresi tinggi (Kristanto, 2002: 26-27).

c. Nilai kalor

Nilai kalor adalah besarnya panas yang diperoleh dari pembakaran suatu jumlah tertentu bahan bakar di dalam zat asam. Makin tinggi berat jenis minyak bakar, makin rendah nilai kalori yang diperolehnya. Misalnya bahan bakar minyak dengan berat jenis 0,75 atau grafitasi API 70,6 mempunyai nilai kalori 11.700 kal/gr (Suprpto, 2004: 26). Karakteristik dari premium dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Karakteristik Premium

No	Karakteristik	Satuan	Batasan			
			Tanpa Timbal		Bertimbal	
			MIN	MAX	MIN	MAX
1	Bilangan Oktan Angka Oktan Riset (RON)	RON	88,0	-	88,0	-
2	Kandungan Sulfur	% m/m		0,05 ¹⁾		0,05 ¹⁾
3	Kandungan Timbal (Pb)					
4	Distilasi	°C	-	74	-	

	10% Vol Penguapan	°C	88	125	88	74
	50% Vol Penguapan	°C	-	180	-	125
	90% Vol Penguapan					188
5	Nilai Kalor	Kcal/kg	-	10.500		
6	Kandungan Energi	MJ/kg		44.4		
7	Densitas	Kg/m ³	715	780		

(Sumber: Pertamina, 2012: 5)

5.2.1.2 Bahan Bakar Gas (LPG)

LPG merupakan gas tidak berwarna yang berasal dari dari minyak bumi. Bahan bakar LPG dari motor terdiri dari campuran propan dan butan. Pada tekanan atmosfer LPG merupakan gas. Dalam kendaraan bermotor bahan bakar ini digunakan dalam bentuk cair. LPG memiliki nilai oktan 112, memungkinkan untuk diterapkan pada mesin dengan perbandingan kompresi yang lebih tinggi sehingga memberikan efisiensi thermal yang lebih tinggi. Biaya operasional mesin LPG lebih rendah dan memiliki karakteristik ramah lingkungan. LPG mengandung lebih rendah CO dari pada bensin atau pada mesin diesel lebih sedikit mengeluarkan gas CO₂ yang penyebab utama pemanasan global selama pembakaran. LPG meningkatkan daya tahan mesin dan meningkatkan umur komponen sistem pembuangan (Tasic *et al*, 2011: 87). Karakteristik dari LPG dan bahan bakar lainnya dapat dilihat pada Tabel 2.4 berikut ini.

Tabel 2.4 Karakteristik LPG

No	Karakteristik	Premium	LPG	CNG
1	Komposisi	C ₈ H ₁₈	C ₃ H ₈	CH ₄
2	Densitas	752 kg/m ³	1.5 kg/m ³	0.6 kg/m ³

3	Berat molekul	114.8 kg/kmol	44.09 kg/kmol	17.51 kg/kmol
4	Nilai kalor	45950 kJ/kmol	46360 kJ/kmol	47476 kJ/kmol
5	AFR Stoikiometri	14.57	15.6	16.15
6	Temperatur penyalaan min.	360 °C	460 °C	521.4 °C
7	Kecepatan nyala	20-40 m/s	0.82 m/s	0.66 m/s
8	Angka oktan	88	110	130

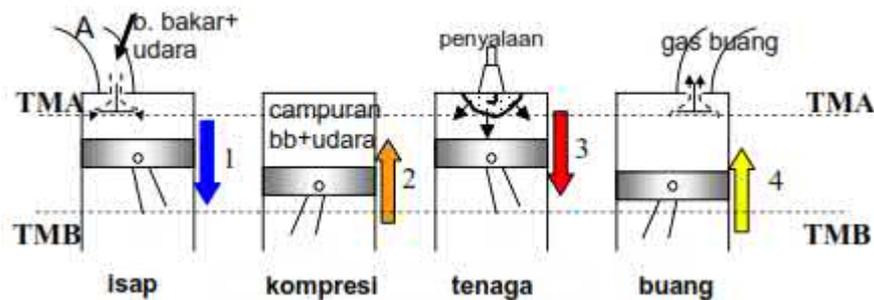
(Sumber: Sitorus, 2002: 3)

2.2.2 Motor Bakar

Motor bakar adalah jenis mesin penggerak yang memanfaatkan energi kalor dari proses pembakaran menjadi energi mekanik. Motor bakar merupakan mesin kalor yang proses pembakarannya terjadi dalam motor bakar sehingga gas pembakaran yang terjadi sekaligus sebagai fluida kerjanya. Mesin pembakaran luar adalah mesin kalor yang cara memperoleh energi dengan proses pembakaran di luar. Sebagai contoh mesin uap, dimana energi kalor diperoleh dari pembakaran luar, kemudian dipindahkan ke fluida kerja melalui dinding pemisah. Keuntungan dari mesin pembakaran dalam dibandingkan dengan mesin pembakaran luar 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 banan bakar murah (Basyirun *et al*, 2008: 12).

1. Motor Bensin 4 Langkah

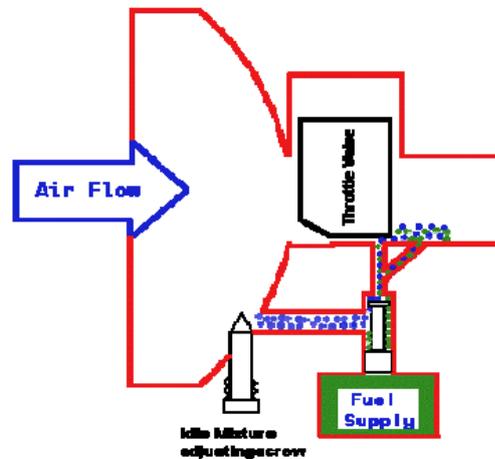
Motor bensin 4 langkah adalah motor yang setiap satu kali pembakaran bahan bakarnya memerlukan 4 langkah piston atau dua kali putaran poros engkol. Secara kasar atau garis besarnya, cara kerja motor bensin 4 tak adalah pertama-tama gas yang merupakan campuran bahan bakar dengan udara yang dihasilkan dari karburator dihisap masuk ke dalam silinder kemudian dimampatkan dan dibakar atau kompresi. Karena panas, gas tersebut mengembang dan karena ruang terbatas maka tekanan didalam silinder atau ruang bakar naik dan tekanan ini mendorong piston diteruskan ke poros engkol akan berputar atau langkah usaha dan akhirnya dibuang (Wiryawan *et al*, 2017: 2).



Gambar 2.1 Cara Kerja Motor 4 Langkah
(Sumber: Basyirun *et al*, 2008: 13)

2. Karburator

Pada dasarnya karburator bekerja menggunakan *Prinsip Bernoulli*, semakin cepat udara bergerak maka semakin kecil tekanan statis-nya namun makin tinggi tekanan dinamis-nya. Tarikan *handle* gas pada sepeda motor atau pedal gas pada mobil hanya berfungsi untuk mengatur bukaan *throttle*. Besar-kecilnya bukaan *throttle* inilah yang mengendalikan jumlah aliran udara yang bisa masuk ke ruang bakar melewati karburator.

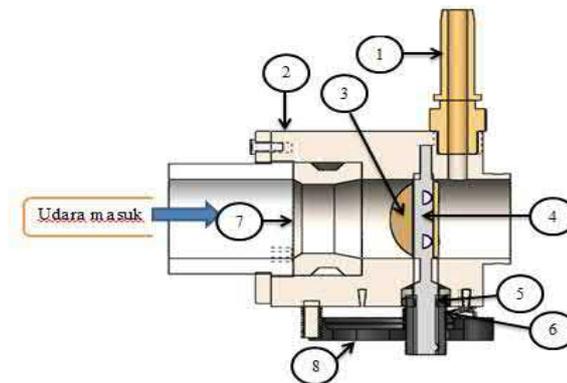


Gambar 2.2. Mekanisme aliran udara masuk bercampur dengan bahan bakar
(Sumber: Kambrany *et al*, 2014: 44)

Aliran udara yang melewati karburator ini membuat tekanan statis menurun, sehingga bahan bakar bisa naik dari mangkuk karburator dan bercampur dengan udara hingga akhirnya masuk ke dalam ruang bakar. Sebelum masuk ke ruang bakar, campuran udara dengan bahan bakar melewati *intake manifold* yang berfungsi untuk menyalurkan kabut (udara + bahan bakar) agar bisa sampai di ruang bakar. Di ruang bakar inilah akhirnya energi kimia yang terkandung dalam bahan bakar dikonversikan menjadi energi gerak piston (Kambrany *et al*, 2014: 43-44).

3. Konverter Kit Bahan Bakar Gas

Konverter kit adalah rangkaian alat tambahan pada kendaraan atau mesin yang menggunakan bahan bakar gas. Konverter kit berfungsi untuk mengatur bahan bakar gas dan mengatur tekanan gas yang keluar dari tabung gas. Konverter kit terdiri dari beberapa komponen di antaranya regulator, konverter, dan tabung gas. Regulator berfungsi sebagai pengatur tekanan gas. Tabung gas sebagai penyimpan bahan bakar gas (Wiryawan *et al*, 2017: 4).



Gambar 2.3 Potongan desain *converter kit* BBG
(Sumber: Arifin dan Pramono, 2016: 5)

Keterangan gambar:

- 1) *Neple* berfungsi sebagai penyalur gas LPG yang masuk ke *mixer* BBG, diameter lubang dalam *neple* 5 mm.
- 2) Bodi dari *converter kit/mixer* BBG
- 3) *Throttle valve* sebagai pengatur masuknya udara yang akan bercampur dengan gas LPG sebelum masuk ke ruang bakar
- 4) Poros *Throttle valve* berfungsi sebagai tempat kedudukan *Throttle valve* dan mengatur geraknya *Throttle valve* sesuai pada tarikan kabel gas
- 5) Karet *seal* sebagai pencegah kebocoran gas pada *mixer*
- 6) Pegas sebagai pengembali tuas gas
- 7) Lubang venturi tempat masuknya udara bebas, diameter venturi 28 mm
- 8) Tuas gas sebagai pengatur membuka dan menutupnya *throttle valve*

2.2.3 Pembakaran Pada Motor Bensin

Menurut Widodo *et al*, (2014: 46-47) Pembakaran adalah reaksi kimia antara bahan bakar dan oksigen yang menghasilkan energi berupa panas. Oksigen dapat bereaksi dengan bahan bakar. Komponen udara bebas itu sendiri terdiri dari

jumlah Oksigen (O_2) hanya 20 % sedangkan Nitrogen (N_2) dan serta gabungan gas yang lainnya sekitar 79 %. Perbandingan ini dapat dibandingkan baik dalam jumlah massa ataupun dalam jumlah volume. $AFR = m_{fuel} / m_{air} = V_{fuel} / V_{air}$. Besarnya AFR (*Air Fuel Ratio*) dapat diketahui dari uji coba reaksi pembakaran yang benar-benar terjadi, nilai ini disebut AFR aktual. Sedangkan AFR lainnya adalah AFR stoikiometri, merupakan AFR yang diperoleh dari persamaan reaksi pembakaran. Dari perbandingan nilai AFR tersebut dapat diketahui nilai Rasio Ekuivalen (ϕ) : $\phi = AFR_{sto} / AFR_{akt}$ Untuk dapat mengetahui nilai AFR.

Tabel 2.5 Pengaruh AFR terhadap kinerja motor bensin

AFR terlalu kurus	Tenaga mesin menjadi sangat kuat
	Sering menimbulkan detonasi
	Mesin cepat panas
	Sering terjadi misfire
	Membuat kerusakan pada silinder ruang bakar
AFR kurus	Tenaga mesin berkurang
	Terkadang terjadi detonasi
	Konsumsi bensin irit
AFR ideal	Kondisi paling ideal
AFR kaya	Bensin boros
	Mesin lebih bertenaga
	Tidak terjadi detonasi
AFR terlalu kaya	Bensin sangat boros
	Asap knalpot berwarna hitam
	Asap pedih di mata

	Sering terjadi misfire
	Terjadi penumpukan kerak di ruang bakar

(Sumber: Pinontoan, 2012: 16)

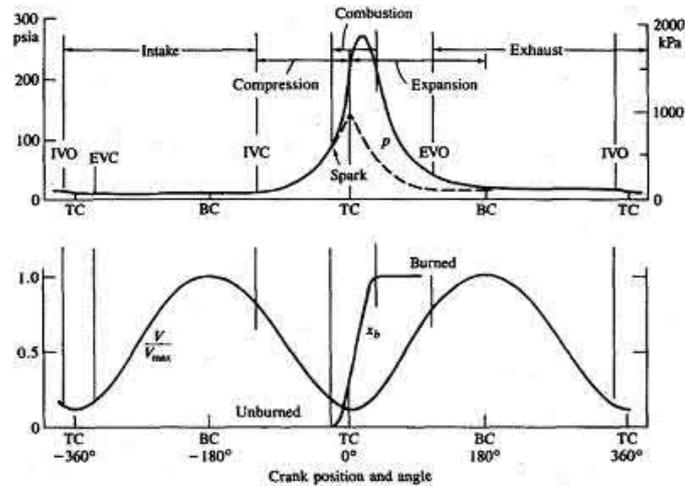
Menurut Pinontoan (2012: 16-17) perbandingan AFR dan bensin mencapai 1 : 14,7. Artinya bahan bakar membutuhkan 14,7 bagian udara untuk melakukan proses pembakaran di dalam silindir. Tabal 2.5 menunjukkan pengaruh AFR terhadap kinerja motor bensin.

Tabel 2.6 Perbandingan campuran udara dan bensin secara teoritis

Kondisi Kerja Mesin	Air Fuel Ratio (Afr)
Saat <i>start</i> temperatur 0° Celsius	1 : 1
Saat <i>start</i> temperatur 20° Celsius	5 : 1
<i>Idling</i>	11 : 1
Putaran lambat	12-13 : 1
Akselerasi	8 : 1
Putaran Max	12-13 : 1
Pemakaian Ekonomis	15 : 1

(Sumber: Pinontoan, 2012: 17)

Perbandingan udara dan bahan bakar dinyatakan pada perbandingan berat udara dengan berat bahan bakar. Perbanding udara dan bahan bahan bakar yang sempurna atau AFR adalah 15:1. Campuran AFR pada prakteknya membutuhkan temperatur, kecepatan mesin, dan kondisi lainnya. Tabel 2.3 adalah perbandingan campuran udara dan bensin secara teoritis yang dibutuhkan mesin sesuai kondisi kerja.



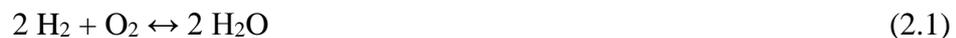
Gambar 2.4 Diagram Pembakaran
(Sumber: Heywood. 1988:18)

Gambar 2.4 menunjukkan hubungan waktu dan volume katup untuk sebuah mesin bensin. Untuk mempertahankan campuran aliran tinggi pada kecepatan mesin tinggi (karena output daya tinggi) katup masuk, yang terbuka sebelum TC, tertutup secara substansial setelah BC. Katup masuk tertutup ketika bahan bakar dan campuran udara di silinder dengan sisa gas dari siklus sebelumnya didalam silinder dikompresi di atas tekanan atmosfer dan selama itu suhu volume silinder berkurang. Perpindahan panas terjadi ke piston, kepala silinder, dan dinding silinder namun efeknya pada sifat gas yang tidak terbakar menjadi rendah. Sudut antara 10 sampai 40 derajat sudut engkol sebelum TC busi mengeluarkan listrik mulai proses pembakaran. Waktu proses pembakaran bervariasi tergantung desain dan operasi mesin, tapi biasanya pembakaran terjadi pada 40 sampai 60 derajat sudut engkol. Tekanan silinder pada Gambar 2.1 (garis padat) naik akibat kompresi (garis putus-putus). Waktu percikan optimal yang mana untuk massa bahan bakar dan udara tertentu di dalam silinder, memberikan torsi maksimum atau *Timing rem-torque* (MBT). Waktu yang lebih maju (lebih awal) atau waktu yang terlambat

(lambat) ini memberikan hasil output yang kurang maksimal (Heywood, 1988:17-19).

2.2.4 Kinetik Pembakaran

Kinetika kimia mempelajari laju reaksi kimia, faktor-faktor yang mempengaruhinya terhadap mekanisme reaksi kimia. Kinetika kimia disebut juga dinamika kimia, karena adanya gerakan molekul, elemen atau ion dalam mekanisme reaksi dan laju reaksi sebagai fungsi waktu. Mekanisme reaksi dapat diamati dengan besaran termodinamika suatu reaksi, mengamati arah jalannya reaktan maupun produk suatu sistem. Syarat terjadinya suatu reaksi kimia bila terjadi penurunan energi bebas ($\Delta G < 0$). Subyek yang sangat penting dalam termodinamika adalah keadaan kesetimbangan, maka termodinamika adalah metoda yang sangat penting untuk mejajaki keadaan kesetimbangat suatu reaksi kimia. Sebagai contoh adalah energi bebas reaksi-reaksi berikut:



(Sumber: Siregar, 2008: 2)

Reaksi dapat berlangsung, berarti $\Delta G < 0$ dan termodinamika reaksi kesetimbangan pada suhu kamar benar-benar tergantung dari sisi produk reaksi. Reaksi berlangsung sangat lambat, dimana laju reaksi hampir tidak dapat terukur. Pada sisi yang lain, ada reaksi dimana termodinamika kesetimbangannya kuat pada sisi reaktan, dalam keadaan ini kesetimbangan mempunyai laju reaksi yang tinggi. Contohnya pada reaksi dissosiasi asam asetat dalam larutan berair.



(Sumber: Siregar, 2008: 3)

Kesetimbangan diperlukan waktu 10^{-6} detik, walaupun derajat disosiasi 1 molar larutan ini hanya 0,5%. Sudah barang tentu untuk tujuan teknik diinginkan laju reaksi yang sangat tinggi dengan menggunakan konsentrasi reaktan yang kecil diperoleh *yield* produk yang besar dengan biaya yang kecil (Siregar, 2008: 2-3).

2.2.5 Konsumsi Bahan Bakar (FC)

Konsumsi bahan bakar adalah ukuran banyak atau sedikitnya bahan bakar yang digunakan suatu mesin untuk menempuh jarak tertentu. Campuran bahan bakar yang dihisap masuk ke dalam silinder akan mempengaruhi tenaga yang dihasilkan karena jumlah bahan bakar yang dibakar menentukan besar panas dan tekanan akhir pembakaran yang digunakan untuk mendorong torak dari TMA ke TMB pada saat langkah usaha. Biasanya diukur dalam satuan volume bahan bakar persatuan waktu (Nuarsa *et al*, 2012: 56).

$$\text{FC} = \frac{V_f}{t} [\text{ml/s}] \quad (2.5)$$

Dimana :

FC = *Fuel Consumption* (ml/s)

V_f = Volume konsumsi (ml)

t = Waktu Konsumsi (s)

2.3 Kerangka Pikir Penelitian

Ketersediaan energi fosil bersifat terbatas sehingga perlu adanya strategi untuk mengamankan pasokan energi fosil tersebut. Salah satu cara mengamankan energi fosil tersebut dengan pemanfaatan bahan bakar gas LPG pada kendaraan bermotor. Bahan bakar gas selama ini hanya terserap pada sektor industri dan rumah

tangga sedangkan untuk industri transportasi masih sangat minim. 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 rendah. Berdasarkan karakteristik bahan bakar LPG yang banyak beredar dipasaran sekarang ini kemungkinan besar akan berdampak baik pada kendaraan karena LPG memiliki nilai oktan yang lebih tinggi dibandingkan bahan bakar premium dan tidak mengandung timbal. LPG yang berbentuk gas dalam atmosfer tentunya akan sangat mudah bercampur dengan udara sehingga kemungkinan besar campuran akan lebih baik dibandingkan bahan bakar premium yang berbentuk cair dan perlu pengabutan terlebih dahulu. Sesuai dengan penjelasan yang sudah disampaikan di atas maka dalam hal ini penulis ingin menguji seberapa besar konsumsi bahan bakar liter per kilometer dan nilai ekonomisnya antara penggunaan premium dan LPG. Pengujian tersebut dilakukan pada motor bakar 4 langkah 1 silinder Garuda.

2.4 Hipotesis

Konsumsi bahan bakar pada penggunaan gas LPG akan lebih rendah dibandingkan menggunakan bahan bakar premium karena karakteristik bahan bakar LPG yang banyak beredar di pasaran sekarang ini kemungkinan besar akan berdampak baik pada kendaraan karena LPG memiliki nilai oktan 112 yang lebih tinggi dibandingkan bahan bakar premium dan tidak mengandung timbal.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

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

1. Diperoleh hasil berupa alat *converter kit* LPG dengan memodifikasi karburator dan mengganti mekanisme atau cara kerja karburator bensin menjadi karburator bahan bakar gas. Hasil desain *converter kit* LPG dapat dilihat pada Gambar 4.1 dan Gambar 4.5 dimana *converter kit* LPG ini telah berfungsi dengan sangat baik dan lebih ekonomis dibandingkan dengan karburator bensin dan *converter kit* LPG dapat digunakan pada kendaraan berbahan bakar bensin bersilinder tunggal 200 CC dengan aman, murah dan mudah dalam penggunaannya.
2. Berdasarkan pengujian yang dilakukan meliputi pengujian pada kebocoran, pengujian jalan dan konsumsi bahan bakar. Berdasarkan pengujian yang dilakukan, penggunaan premium sebagai bahan bakar kendaraan lebih irit dari pada menggunakan bahan bakar LPG pada jarak tempuh 3 km, bahan bakar premium lebih irit dari LPG dengan selisih 0,222 kg/jam atau 13,43% lebih irit.

5.2. Saran

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

1. 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.
2. Tabung LPG sebaiknya jangan diletakkan di tempat tertutup, minimal ada sirkulasi udara untuk menjaga agar laju penguapan tetap stabil.
3. Pemilihan komponen yang tepat sangatlah penting untuk kelancaran dan daya tahan sistem. Pilihlah komponen sesuai spesifikasi yang dibutuhkan agar keaman dan keselamatan terjamin.

DAFTAR PUSTAKA

- Basyirun., Winarno., dan Karnowo. 2008. *Mesin Konversi Energi*. Pusat Penjamin Mutu Universitas Negeri Semarang. Semarang
- Heywood. B.J. 1988. *Internal Combustion Engine Fundamentals*. USA: McGraw-Hill, Inc.
- Indartono. 2012. Pemakaian Bahan Bakar Gas Menjadi Alternatif Bagi Kendaraan Bermotor Berbahan Bakar Premium. *Gema Teknologi* 17(1): 18-21.
- Kambrany, M., A. Farid., dan N. Finahari. 2014. Pengaruh Filter Udara Terhadap Unjuk Kerja Mesin Pada Motor Matic. *PROTON* 6(1): 42-47.
- Kristanto, P. 2002. Oksigenat Methyl Tertiary Buthyl Ether Sebagai Aditif Octane Booster Bahan Bakar Motor Bensin. *Jurnal Teknik Mesin* 4(2): 25-31.
- Kurniaty, I., dan H. Hermansyah. 2016. Potensi Pemanfaatan LPG (Liquefied Petroleum Gas) Sebagai Bahan Bakar Bagi Pengguna Kendaraan Bermotor. *Seminar Nasional Sains Dan Teknologi*: 1-5.
- Lengkong, S. A. R. A., dan D. H. Sutjahjo. 2013. Pengaruh Penggunaan Bahan Bakar LPG Terhadap Efisiensi Thermal, Ekonomisasi, Dan Konsumsi Bahan Bakar Mobil Toyota Kijang 5k. *Jurnal Teknik Mesin* 1(3): 101-105.
- Mamidi, T., dan J. G. Suryawnshi. 2012. Investigations On S.I. Engine Using Liquefied Petroleum Gas (LPG) As An Alternative Fuel. *International Journal Of Engineering Research And Applications* 2(1): 362-367.
- Mulyono, S., Gunawan., dan B. Maryanti. 2014. Pengaruh Penggunaan dan Perhitungan Efisiensi Bahan Bakar Premium dan Pertamina Terhadap Unjuk Kerja Motor Bakar Bensin. *Jurnal Teknologi Terpadu* 1(2): 28-35.
- Nuarsa, I. M., I. M. Mara., dan Riskon. 2012. Pengaruh Posisi Penyemprotan Bahan Bakar Gas LPG Pada Intake Manifold Terhadap Konsumsi Bahan Bakar Pada Mesin Bensin Empat Langkah Satu Silinder (Honda supra x). *Dinamika Teknik Mesin* 2(1): 55-61.

- PT.Pertamina. 2012. <http://www.pertamina.com> . Diakses tanggal 30 November 2018, 19:28 PM.
- Pinontoan, V. R. CH. 2012. Efisiensi Pembakaran Bensin Pada Mesin Genset Dengan Penambahan Gas Hydrogen-Oksigen Dari Hasil Elektrolisis Plasma. *Skripsi*. Universitas Indonesia. Depok.
- Romandoni, N., dan T. B. Siregar. 2013. Studi Komparasi Performa Mesin Dan Kadar Emisi Gas Buang Sepeda Motor Empat Langkah Berbahan Bakar Bensin Dan LPG. *Jurnal Teknik Mesin* 1(2): 1-9.
- Setiawan, H. 2014. Konversi BBM Ke BBG: Belajar Dari Pengalaman Sebelumnya. *Resiko Fiskal* 1: 1-8.
- Sinaga, N. 2014. Perbandingan Kinerja Sepeda Motor Berbahan Bakar LPG dan Bensin. *ResearchGate* 1-25.
- Siregar, T. B. 2008. *Kinetika kimia reaksi elementer*. Medan. USU Press
- Sitorus, T. B. 2002. Tinjauan Pengembangan Bahan Bakar Gas Sebagai Bahan Bakar Alternatif
- Sugiyono, A., Anindhita., M. S. Boedoyo., dan Adiarso. 2018. *Outlook energi Indonesia 2014 Pengembang Energi untuk mendukung program substitusi BBM*. Jakarta: Pusat teknologi pengembangan sumberdaya energi.
- Suprpto. 2004. *Bahan Bakar Dan Pelumas. Buku ajar*. Jurusan Teknik Mesin Universitas negeri semarang. Semarang.
- Tasic, T., P. Pogorevc., dan T. Brajlilj. 2011. Gasoline And Lpg Exhaust Emissions Comparison. *Advances in production engineering and management* 6(2): 87-94.
- Wibowo, H. 2015. Studi Kebutuhan dan Suplai Gas Untuk Transportasi Dengan Teknologi LCNG Untuk Suplai Energi Di Jalur Transportasi Jakarta – Cikampek: Studi Kasus Bekasi Dan Karawang. *Seminar Nasional Sains Dan Teknologi*: 1-7.

- Widodo, Y., Lagiyono., dan A. Wibowo. 2014. Penentuan Air Fuel Ratio (AFR) Aktual Pembakaran Lpg Pada Celah Sempit Tipe Horisontalaris. *Jurnal Teknik Mesin* 8(1): 45-51.
- Wiryanawan, P. N., G. Widayana., dan K. R. Dantes. 2017. Pengaruh Perbandingan Penggunaan Bahan Bakar Minyak Pertalite Dan Bahan Bakar Gas LPG Terhadap Unjuk Kerja Motor Bakar Bensin 4 Tak Pada Motor Honda Supra Fit. *Jurnal Jurusan Pendidikan Teknik Mesin* 8(2): 1-10.
- Yunianto, B. 2009. Pengaruh Perubahan Saat Penyalaan (Ignition Timing) Terhadap Prestasi Mesin Pada Sepeda Motor 4 Langkah Dengan Bahan Bakar LPG. *ROTASI* 11(3): 1-4.