

SKRIPSI
ANALISA UNJUK KERJA MOTOR BAKAR
4 LANGKAH DENGAN MENGGUNAKAN
BAHAN BAKAR BENSIN DAN GAS (LPG)
(DAYA : 3 HP)



Disusun oleh :

PERLINDUNGEN KETAREN (118130048)

Program Studi Teknik Mesin

Fakultas Teknik

Universitas Medan Area

Medan

2016

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 23/3/22

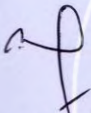
Access From (repository.uma.ac.id)23/3/22

LEMBAR PENGESAHAN

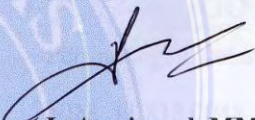
Judul Skripsi : Analisa Ujuk Kerja Motor Bakar 4 Langkah Dengan Menggunakan Bahan Bakar Bensin Dan Gas (LPG), (Daya 3 HP)
Nama : Perlindungan Ketaren
Npm : 118130048
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Mesin

Menyetujui :

Dosen Pembimbing I

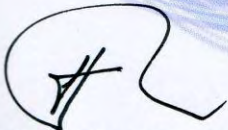

(DR. Ir. Suditama, MT.)

Dosen Pembimbing II

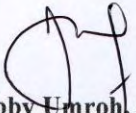

(Ir. Amrinsyah, MM.)

Mengetahui :

Dekan


(Prof. Dr. Dadan Ramdan, M.Eng, M.Sc.)

Ka. Program Studi


(Bobby Umroh, ST. MT)

LEMBARAN PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun, sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya tulis saya. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah ditulis sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah, dan etika penulisan ilmiah.

Saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi-sanksi lainnya dengan peraturan yang berlaku, apabila di kemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.



Medan, 15 juni 2016



Perlindungan Ketaren

NIM. 11 813 0048

ABSTRAK

Cadangan energi bahan bakar minyak (BBM) semakin menipissemantarakebutuhannya terus mengalami peningkatan. Solusi alternatifnya adalah menggunakanbahan bakar gas berupa LPG (Liquid Petroleum Gas) yang merupakan gas bumi dengancadangan cukup besar di Indonesia.

Salah satu langkah nyata untuk meningkatkan penggunaan BBG adalah melaluipengkajian modifikasi mesin genset berbahan bakar bensin untuk dikonversimenggunakan bahan bakar gas. Modifikasi yang sudah dilakukan yakni menambahkanmixer venturi sebagai mekanisme pencampuran antara udara dan bahan bakar.

Dengan adanya penelitian ini diharapkan dapat menjadi ilmu pengetahuan yang baru nantinya, dan juga masyarakat dapat lebih mengoptimalkan panggunaan gas LPG yang tidak hanya untuk memasak tetapi juga untuk sebagai bahan bakar untuk mesin pembakaran dalam di masa yang akan datang

Darihasil pengkajian ini, selanjutnya dilakukan analisa perbandingan unjuk kerja mesingenset menggunakan bahan bakarbensin dan LPG dengan pengujian konstan speed.Pegujian dilakukan meliputi daya motor, daya generator, torsi, tekanan efektif rata-rata, konsumsi bahan bakar spesifik, dan efisiensi termal.

Setelah melakukan pengukuran dan analisa perbandingan parameter unjuk kerja, pada konstan speed 4500 rpm nilai keiritan dengan menggunakan bahan bakar bensindibanding dengan menggunakan bahan bakar LPG adalah 33%. Darihasil tersebut dapat diketahui bahwa mesin genset dengan bahan bakar LPG lebihekonomis daripada genset dengan menggunakan bahan bakar bensin karena memilikinilai efisiensi yang lebih tinggi.

Untuk kedepannya diharapkan adanya penelitian dengan menggunakan bahan bakar yang lebih hemat dan efisien yang lebih baik lagi, seperti bio gas dari kotoran hewan atau yang lainnya. Dapat juga untuk pengembangan dalam konverter gas LPG pada mesin genset, seperti penambahan perangkat elektronik pensuplai bahan bakar ke dalam mesin.

ABSTRACT

Energy reserves of fuel oil (BBM) dwindling while the need is increasing. The alternative solution is to use gaseous fuels such as LPG (Liquid Petroleum Gas) which is enough natural gas reserves in Indonesia.

One of the concrete steps to increase the use of CNG is through modifications assessment gasoline generator engine to be converted to use gas fuel. Modifications that have been made are adding the venturi mixer as a mixing mechanism between air and fuel.

With the research is expected to be a new science later on, and also the public can better optimize penggunaan LPG gas which is not only for cooking but also for as a fuel for internal combustion engines in the future.

From the results of this study, then performed a comparative analysis of the performance of the engine generator set using materials bakarbensin and LPG with constant testing speed. Examination performed include motor power, generator power, torque, the average effective pressure, specific fuel consumption and thermal efficiency.

After performing the measurement and analysis of comparative parameters of performance, at a constant speed of 4500 rpm economical value using gasoline fuel compared with using LPG fuel is 33%. From these results it can be seen that the engine generator with fuel LPG is more economical than using a generator with gasoline because it has a higher efficiency.

For the future is expected for research using more fuel-efficient and better streamlined, such as bio-gas from animal waste or others. Can also for the development of the converter on the LPG gas engine generator set, such as the addition of electronic devices supplier of fuel into the engine.

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Kuasa karena atas limpahan rahmat dan karunianya kepada kita semua, yang telah memberikan kekuatan, kesempatan serta kesehatan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi.

Skripsi ini adalah salah satu kegiatan Mahasiswa Fakultas Teknik Mesin UNIVERSITAS MEDAN AREA sekaligus sebagai syarat untuk penyelesaian (lulus) perkuliahan, sesuai dengan kurikulum yang berlaku.

Dalam hal ini penulis ingin membuat suatu **ANALISA UNJUK KERJA MOTOR BAKAR 4 LANGKAH DENGAN MENGGUNAKAN BAHAN BAKAR BENSIN DAN GAS (LPG) (DAYA 3HP)** sebagai kerja praktek.

Penulis menyadari bahwa dalam pelaksanaan pembuatan skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, hal ini dikarenakan masih terbatasnya pengetahuan penulis. Maka dengan kerendahan hati penulis mengharapkan koreksi, kritik dan saran dari Bapak dosen dan rekan – rekan pembaca, untuk menyempurnakan skripsi ini.

Medan, 15 Juni 2016

Perlindungan Ketaren

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR.....	vi
RIWAYAT HIDUP	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GRAFIK.....	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan	3
1.5 Manfaat	3
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II LANDASAN TEORI	5
2.1 Tinjauan Umum Genset Bahan Bakar LPG.....	5
2.2 Conversion Kit.....	6
2.3 Komponen-Komponen Pada Konverter Kit.....	7

a. Regulator Tekanan Tinggi.....	7
b. Selang Selang	8
c. Flow Meter	8
d. Katup Satu Arah.....	9
e. Vacum Valve.....	9
f. Karburator	10
g. Nozle	11
h. Klem Selang	12
2.4 Cara Pemasangan LPG konverter pada Genset	12
2.4.1 Pemasangan Naple Vacum Pada Isolator	12
2.4.2 Pemasangan Vacum Valve	13
2.4.3 Pemasangan Nozle Pada Karburator	14
2.4.4 Pemasangan Katub Satu Arah	14
2.5 Langkah Pemasangan Konverter	15
2.6 Aliran Bahan Bakar.....	18
2.7 Bahan Bakar LPG (Liquid Petroleum Gas)	19
2.8 Sistem Tenaga Gas.....	19
2.9 Siklus Standar Udara Otto	23
2.10 Konsumsi Bahan Bakar (Fuel Consumption)	27
2.11 Pembakaran Bahan Bakar	27
2.12 Keunggulan Mesin Berbahan Bakar Gas	30
2.13 Keunggulan Mesin Berbahan Bakar Bensin	30
BAB III METODELOGI PENELITIAN	31

3.1	Metode Penulisan.....	31
3.2	Tahap Penulisan	31
3.3	Analisa Langkah Kerja	32
3.4	Pelaksanaan Tugas Akhir.....	32
BAB IV PEMBAHASAN		35
4.1	Perhitungan Nilai Termodinamika Pada Genset Menggunakan Bahan Bakar Bensin.....	36
4.1.1	Daya Generator	36
4.1.2	Daya Indikator	37
4.1.3	Torsi.....	38
4.1.4	Daya Motor.....	38
4.1.5	Efisiensi Mekanik.....	39
4.1.6	Pemakaian Bahan Bakar Spesifik Indikator (ISFC).....	40
4.1.7	Pemakaian Bahan Bakar Spesifik Brake (BSFC).....	41
4.1.8	Efisiensi Termis Indikator	42
4.1.9	Efisiensi Termis Brake	43
4.1.10	Daya Efektif.....	44
4.2	Perhitungan Menggunakan Bahan Bakar LPG Dan Percobaan 2 Kondisi 4500 Rpm Pada Genset Mesin.....	45
4.2.1	Daya Generator.....	46
4.2.2	Daya Indikator	46
4.2.3	Torsi.....	47
4.2.4	Daya Motor.....	48

4.2.5 Efisiensi Mekanik.....	49
4.2.6 Konsumsi Bahan Bakar Spesifik.....	50
a. Rumus Mencari Volume Gas LPG	50
b. Konsumsi Bahan Bakar Spesifik Indikator (ISFC).....	52
4.2.7 Konsumsi Bahan Bakar Spesifik Brake (BSFC).....	53
4.2.8 Efisiensi Termis Indikator.....	54
4.2.9 Efisiensi Termis Brake	55
4.2.10 Daya Efektif.....	56
BAB V Kesimpulan Dan Saran	58
5.1 Kesimpulan.....	58
5.2 Saran.....	62
DAFTAR PUSTAKA	63

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Generator set berbahan bakar gas LPG.....	5
Gambar 2.2 Konversi kit terpasang pada genset.....	6
Gambar 2.3 Regulator tekanan tinggi.....	7
Gambar 2.4 Selang konperter kit.....	8
Gambar 2.5 Flow meter.....	8
Gambar 2.6 Katup Satu Arah.....	9
Gambar 2.7 Vacum valve.....	10
Gambar 2.8 Karburator.....	11
Gambar 2.9 Nozle.....	11
Gambar 2.10 Klem selang.....	12
Gambar 2.11 Gambar naple vacum terpasang pada isolator karburator.....	13
Gambar 2.12 Vacum valve terpasang pada konperter kit.....	13
Gambar 2.13 Nozle terpasang pada karburator.....	14
Gambar 2.14 Posisi Pemasangan katup satu arah.....	14
Gambar 2.15 Genset berbahan bakar gas LPG.....	15
Gambar 2.16 Selang yang diubah pada genset bahan bakar gas LPG.....	16
Gambar 2.17 Pemasangan regulator tekanan tinggi pada tabung gas LPG.....	16
Gambar 2.18 Pemasangan konverter kit.....	17
Gambar 2.19 Paking tambahan sebagai penutup mulut karburator.....	17
Gambar 2.20 Mesin genset dengan konverter kit yang selesai dirakit.....	18
Gambar 2.21 Penamaan untuk mesin resiprocal piston - silinder.....	20
Gambar 2.22 Diagram Tekanan-Volume Untuk Motor Bakar 4 langkah.....	21

Gambar 2.23 Diagram $p-v$ dan $T-s$ Untuk Siklus Otto Standar udara 23



DAFTAR TABEL

Tabel 1 Siklus Termodinamika.....	29
Tabel 3.1 Schedule Pelaksanaan Penelitian	34
Tabel 4.1 Data Genset Berbahan Bakar Gas LPG	36
Tabel 4.2 Data Genset Berbahan Bakar Bensin.....	36



DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.1 Grafik daya generator dengan bahan bakar bensin.....	36
Grafik 4.2 Grafik daya indikator dengan bahan bakar besin	37
Grafik 4.3 Grafik daya motor dengan bahan bakar bensin	39
Grafik 4.4 Grafik η mekanik dengan bahan bakar bensin	40
Grafik 4.5 Grafik konsumsi bahan bakar spesifik indikator	41
Grafik 4.6 Grafik konsumsi bahan bakar spesifik brake.....	42
Grafik 4.7 Grafik efisiensi termis indikator.....	43
Grafik 4.8 Grafik efisiensi termis brake	44
Grafik 4.9 Perbandingan efisiensi termis indikator dan efisiensi thermis brake pada genset berbahan bakar bensin.....	44
Grafik 4.10 Grafik daya efektif pada genset bahan bakar bensin	45
Grafik 4.11 Grafik daya generator pada genset bahan bakar gas LPG	46
Grafik 4.12 Grafik daya indikator pada genset bahan bakar gas LPG.....	47
Grafik 4.13 Grafik daya motor pada genset bahan bakar gas LPG	49
Grafik 4.14 Grafik efisiensi mekanik (η_m) pada genset bahan bakar gas LPG.....	50
Grafik 4.15 Grafik konsumsi bahan bakar spesifik indikator (isfc) pada Gensat bahan bakar gas LPG	52
Grafik 4.16 Grafik konsumsi bahan bakar spesifik brake (bsfc) pada genset bahan bakar gas LPG	53
Grafik 4.17 Grafik η thermis indikator (%) pada genset bahan bakar gas LPG.....	54

Grafik 4.18 Grafik η thermis brake (%) pada genset bahan bakar gas
LPG 55

Grafik 4.19 Grafik daya efektif (kW) pada genset bahan bakar gas LPG 56

Grafik 4.20 Grafik perbandingan daya generator pada genset bahan
bakar bensin dab gas LPG..... 57



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada zaman sekarang penggunaan bahan bakar fosil (bensin dan solar) semakin tak terkendali. Sehingga timbul suatu pemikiran bagaimanacara mengantisipasi penggunaan kebutuhan akan bahan bakar fosil dapat dikurangi sehingga dapat menyelamatkan dunia dari kelangkaan bahan bakar minyak (BBM), sebagaimana telah tertulis dalam agenda nasional dalam mengatasi krisis energi.

Dalam penelitian ini penulis ingin memberikan solusi pengganti alternatif bahan bakar fosil. Bahan bakar yang dimaksud di sini selain dari bahan bakar bensin ataupun diesel yang biasa digunakan pada saat ini. Seperti telah diketahui bahan bakar minyak bumi pada suatu ketika akan habis. Di samping itu persyaratan lingkungan semakin ketat. Kedua faktor itu telah membangkitkan prakarsa dan gagasan tentang pengembangan motor yang lebih efisien dan sistem daya yang baru serta pengembangan bahan bakar lain yang dapat dijamin ketersediaannya dalam jumlah yang cukup banyak, ramah lingkungan, dan tidak mahal.

Penulis melatar belakangi proposal ini untuk menjadikan gas LPG sebagai alternative pengganti bahan bahan bakar bensin dalam mesin. Pemilihan alternatif ini meliputi faktor harga, kompatibilitas material, aspek lingkungan dan sifat fisiknya.

Pada dasarnya bahan bakar bensin diperoleh dari yang namanya minyak bumi, yang dimana bersumber dari fosil-fosil yang berumur ribuan tahun. Sehingga bahan bakar ini berkemungkinan besar akan habis, karena bahan bakar ini tidak dapat diperbaharui. Berbeda dengan bahan bakar gas, yang dimana dapat diperbaharui atau dapat dibuat sendiri. Sebagai contoh kita dapat menggunakan kotoran sapi untuk membuat gas yang biasa disebut sebagai bio gas.

Pada kesempatan ini penulis mengaplikasikan penggunaan bahan bakar gas ini pada genset dengan daya 3 hp menggunakan bahan bakar gas LPG. Dan juga kedepannya penggunaan bahan bakar gas ini dapat digunakan pada mesin-mesin yang menggunakan bahan bakar bensin dirubah menjadi menggunakan bahan bakar gas.

1.2 Perumusan Masalah

Pada umumnya pengamatan yang dilakukan mempunyai masalah yang nantinya akan disimpulkan menjadi perumusan masalah. Kesimpulan masalah ini akan dipelajari untuk dijadikan dasar analisa yang akan dibuat. Sehingga rumusan masalah ini nantinya akan dikembangkan menjadi sistem informasi dalam menganalisa perbandingan unjuk kerja pada genset berbahan bakar gas LPG dengan bensin yang antara lain :

1. Bagaimana kinerja genset empat langkah ketika dimodifikasi menggunakan bahan bakar gas LPG dengan penambahan mixer venturi.
2. Bagaimana perbandingan unjuk kerja genset empat langkah menggunakan bahan bakar gas LPG.
3. Bagaimana perubahan prestasi mesin genset empat langkah dengan menggunakan bahan bakar gas LPG.

1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dari tugas sarjana ini adalah analisa perbandingan laju aliran bahan bakar antara bahan bakar bensin dan gas LPG yang masuk ke ruang bakar motor bakar. Untuk menghindari ketidakteraturan pembahasan dan mengingat luasnya pembahasan disertai dengan keterbatasan kemampuan dan pengetahuan yang dimiliki penulis, maka pada tugas sarjana ini penulis membatasi masalah hanya sebatas :

1. Pengujian dilakukan pada genset 4 langkah 1 silinder dengan daya 3 hp, 1000watt menggunakan karburator sebagai penyalur bahan bakar udara dan mixer venturi sebagai alat pencampur bahan bakar gas dengan udara.
2. Bahan bakar premium dan gas LPG yang digunakan harus yang diproduksi Pertamina.
3. Data diambil pada beban berupa lampu 35 watt.
4. Tidak melakukan analisa pelumasan.
5. Tidak membahas reaksi kimia pada penggunaan bahan bakar bensin dan gas LPG.

1.4 Tujuan

Adapun tujuan dari pengangkatan judul tugas sarjana ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui perbandingan unjuk kerja genset antara menggunakan bahan bakar bensin dan gas LPG.
2. Mengetahui prestasi mesin dengan penggunaan bahan bakar gas LPG dan bensin.

3. Mengetahui perbandingan konsumsi bahan bakar pada genset jika menggunakan bahan bakar bensin dan gas LPG

1.5 Manfaat

Manfaat penelitian unjuk kerja motor bakar bahan bakar gas ini ialah sebagai berikut :

1. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menyumbang pemikiran bagi ilmu pengetahuan.
2. Bisa menjadi alat penelitian bagi mahasiswa stambuk berikutnya.
3. Dapat memberi informasi kepada masyarakat tentang kelayakan penggunaan bahan bakar gas LPG pada motor bakar 4 langkah.
4. Memahami dan mengetahui langkah-langkah dalam menganalisa unjuk kerja pada motor bakar.

1.6 Sistematika Penulisan

Untuk terarahnya penulisan ini dan untuk menghindari agar tidak terjadinya pembahasan yang terulang serta mempermudah pembaca dalam memahami, maka sistematika penulisannya sebagai berikut :

➤ **BAB I : PENDAHULUAN**

Pada bab ini dibahas mengenai latar belakang, perumusan masalah, tujuan penulisan, manfaat penulisan. Manfaat penulisan tugas akhir dan sistematika penulisan.

➤ **BAB II : LANDASAN TEORI**

Pada bab ini dibahas mengenai tinjauan umum genset bahan bakar gas LPG, sistem tenaga gas, siklus standart otto, dan siklus termodinamika.

➤ **BAB III : METODELOGI PENELITIAN**

Pada bab ini dibahas mengenai metode yang digunakan dalam melakukan penelitian dan data-data yang akan digunakan dalam penelitian.

➤ **BAB IV : DATA DAN ANALISA DATA**

Pada bab ini dibahas mengenai analisa termodinamika pada genset berbahan bakar gas LPG dan bensin serta perhitungan-perhitungannya.

➤ **BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN**

Pada bab ini diuraikan suatu kesimpulan yang telah dijabarkan pada bab-bab sebelumnya.



BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Umum Genset Bahan Bakar LPG

Untuk memfungsikan sistem Bahan Bakar Gas (BBG) aliran bensin harus dihentikan dulu, tepatnya slang dari tangki bensin yang menuju karburator dimatikan. Setelah instalasi dari tabung BBG, **regulator, slang, kran dan adaptor** dipasang, mesin bisa dihidupkan, LPG dari tabung mengalir melewati regulator. Aliran gas menuju slang dan besar-kecilnya aliran diatur oleh keran. Buka-tutup keran dipengaruhi permainan tangan pada handgrip gas.

Aliran LPG dari keran masuk menuju adaptor atau corong karburator. Di dalam karburator, gas, oil dan udara bercampur masuk menuju ruang bakar. Saat langkah kompresi dan ada percikan api busi, terbakarlah campuran gas dan udara itu untuk menghasilkan tenaga dorong piston.



Gambar 2.1 Generator set berbahan bakar gas LPG

Untuk memfungsikan sistem Bahan Bakar Gas (BBG) aliran bensin harus dihentikan dulu, Tepatnya slang dari tangki bensin yang menuju karburator dimatikan. Setelah instalasi dari tabung BBG, regulator, slang, kran dan adaptordipasang, mesin bisa dihidupkan, LPG dari tabung mengalir melewati regulator. Aliran gas menuju slang dan besar-kecilnya aliran diatur oleh keran. Buka-tutup keran dipengaruhi permainan tangan pada handgrip gas.

Aliran LPG dari keran masuk menuju adaptor atau corong karburator. Di dalam karburator, gas, oil dan udara bercampur masuk menuju ruang bakar. Saat langkah kompresi

dan ada percikan api busi, terbakarlah campuran gas dan udara itu untuk menghasilkan tenaga dorong piston.

2.2 Conversion Kit



Gambar 2.2 Konversi kit terpasang pada genset

Konversi Kit atau dikenal juga dengan nama *Conversion kit* merupakan peralatan tambahan pada motor bakar sehingga motor tersebut dapat menggunakan bahan bakar gas.

Penggunaan conversion kit didasarkan pada tiga pilihan sebagai berikut :

- ↳ Hanya bekerja dengan gas saja.
- ↳ Dapat bekerja dengan gas saja atau *gasoline* saja (*dual fuel*).
- ↳ Dapat bekerja dengan dua bahan bakar bersama-sama (khusus *diesel mixed fuel*).

Komponen-komponen perangkat konversi bahan bakar gas tersebut terdiri dari tangki penyimpan bahan bakar gas, regulator (pengatur tinggi rendahnya tekanan), mixer (pencampur udara-bahan bakar). Pada gambar di bawah ini ditunjukkan skema sistim perangkat konversi berbahan bakar ganda (*dual fuel*) pada kendaraan bermotor.

2.3 Komponen-Komponen Pada KonverterKit

a. Regulator Tekanan Tinggi

Regulator berfungsi untuk mengontrol tekanan dari dalam tabung, dan sekaligus menjadi alat ukur volume gas yang ada di dalam tabung. Pemilihan regulator ini juga dikarenakan lebih aman dan juga dapat di kontrol suplay masuk bahan bakar gas LPG ke karbulator.



Gambar 2.3 Regulator tekanan tinggi

b. Selang Selang

Selang berfungsi sebagai tempat mengalirnya bahan bakar gas LPG menuju karbulator dan diteruskan ke ruang bakar, struktur selang harus padat agar tidak terjadi kebocoran namun selang harus elastis untuk meredam getaran mesin supaya tidak merusak komponen lain, bila perlu selang dilindungi dengan pengaman.



Gambar 2.4 Selang konperter kit

c. Flow Meter

Flow meter berfungsi untuk mengetahui aliran bahan bakar gas LPG yang mengalir dari tabung ke karburator, flow meter diperlukan karena dapat melakukan pengukuran aliran debit gas yang masuk kedalam mesin sehingga memudahkan dalam melakukan penelitian.



Gambar 2.5 Flow meter

d. Katup Satu Arah

Katup satu arah berfungsi untuk mengalirkan gas LPG ke arah karburator dengan sistem aliran satu arah saja, yang dimana aliran gas yang sudah melewati katup ini tidak dapat kembali lagi ke arah regulator meskipun dilakukan aliran paksa, hal ini lah yang menjadi hal penting karena katup ini dapat menjadi pengaman yang efektif, dimana jika suatu ketika terjadi kebakaran pada sistem konverter ini api tidak akan menjalar ke arah regulator api akan hanya berhenti sampai ujung katup ini dan dalam beberapa saat api akan padam karena katup akan otomatis menutup sehingga tabung gas yang bertekanan tinggi aman dari bahaya kebakaran.



Gambar 2.6 Katub satu arah

e. Vacum Valve

Vacum valve berfungsi untuk menghisap bahan bakar gas LPG dari tabung gas LPG. Vacum valve hanya berfungsi jika mesin dalam kondisi hidup, dikarenakan adanya gaya isap dari isolator tambahan. Adapun beberapa fungsi dari vacum valve yaitu :

- a. Sebagai keran otomatis (valve) yang memberi suplai gas LPG ke karburator.
- b. Mengalirkan gas sesuai kebutuhan mesin. Jadi gas hanya akan mengalir pada langkah isap saja sehingga lebih hemat dan efisien.
- c. Vacum akan menutup aliran bahan bakar ketikan mesin mati, baik disengaja atau tidak.
- d. Mempermudah saat penyalaan mesin karena tidak terjadi kelebihan gas LPG.



Gambar 2.7 Vacum valve

f. Karburator

Karbulator berfungsi sebagai tempat pencampuran bahan bakar dengan udara sebelum masuk keruang bakar, prinsip kerja karburator yang sudah dimodifikasi pada konverter ini masih tetap memiliki fungsi yang sama pada karburator pada umumnya yaitu mencampurkan bahan bakar dengan udara untuk nantinya di suplai keruang bakar. Jika pada karburator bensin bahan bakar dikabutkan melalui spuyer untuk memperoleh campuran yang ideal, pada konverter ini pun demikian dimana nozel yang ditambahkan memiliki fungsi yang hampir sama dengan spuyer pada karburator, namun untuk memperoleh campuran yang ideal mulut dari pada karburator harus diberi paking tambahan namun memiliki lubang yang kecil saja, alasan penambahan paking ini ialah untuk membuat perbedaan tekanan pada ruang karburator dengan tekanan yang ada pada lingkungan agar gas yang masuk ke karburator dapat diisap dengan sempurna dan juga untuk mendapat canpuran bahan bakar gas LPG dengan udara yang ideal sehingga mesin dapat hidup dengan mudah dah kondisi idiling (lansam) dapat sempurna .



Gambar 2.8 karburator

g. Nozle

Nozle berfungsi untuk menyemburkan bahan bakar kedalam ruang karburator untuk dicampurkan dengan udara (oksigen) sehingga bahan bakar mudah terbakar di dalam ruang bakar. Ukuran diameter nozel juga harus kecil dimana untuk dapat mengefektifkan konsumsi bahan bakar dan juga untuk menyempurnakan pencampuran bahan bakar gas dengan udara (air fuel gas ratio).



Gambar 2.9 Nozle

h. Klem Selang

Klem selang berfungsi untuk mengikat setiap sambungan selang supaya kuat dan tidak terjadi kebocoran bahan bakar gas LPG.



Gambar 2.10 Klem selang

2.4 Cara Pemasangan LPG konverter pada Genset

Peroses pemasangan konverter kit LPG pada mesin genset terdiri dari:

1. Pemasangan niple vacum pada isolator.
2. Pemasangan vacum valve.
3. Pemasangan nozle pada karbulator.
4. Pemasangan flow meter.

2.4.1. Pemasangan Niple Vacum Pada Isolator

Niple vacum dipasang pada konverter kit tepatnya pada isolator yang berada di antara mesin dan karburator. Niple ini berfungsi untuk mengaktifkan gaya isap pada vakum valve oleh dari adanya gaya iasp pada langkah isap pada mesin. Pemasangan niple ini dilakukan dengan cara membubutnya pada isolator karburator. Pemasangan harus dilakukan dengan kuat dan presisi, sehingga mencegah terjadinya kebocoran pada sambungan selang nantinya. Selang yang di hubungkan pada niple ini berasal dari saluran isap pada vakum valve yang berada pada posisi bawah vakum valve.



Gambar 2.11 Gambar niple vacum terpasang pada isolator karburator

2.4.2. Pemasangan Vacum Valve

Pemasangan vacum valve pada konverter kit brada diantara regulator gas LPG dan flow meter, Vacum valve sangat berperan penting untuk keamanan penggunaan bahan bakar gas LPG ini. Vacum valve akan menutup aliran gas LPG begitu mesin mati, baik mesin mati disengaja (dimatikan) atau mesin mati sendiri. Penggunaan vacum valve akan menjadi keharusan (wajib) terutama saat menggunakan mesin penggerak (genset) berbahan bakar LPG ini dalam ruangan (indor), untuk menghindari kemungkinan kebocoran gas.

Pergunakanlah vacum valve yang mempunyai ukuran tekanan kerja yang sesuai dengan ukuran atau daya mesin penggerak (genset) kita. Jika tidak sesuai, selain berbahaya juga menyebabkan mesin kita sulit untuk dihidupkan karena selalu kelebihan bahan bakar yang masuk keruang bakar.



Gambar 2.12 Vacum valve terpasang pada konverter kit

2.4.3. Pemasangan Nozle Pada Karbulator

Nozle pada karburator berfungsi untuk menyampurkan bahan bakar dengan udara sehingga bahan bakar yang masuk keruang bakar dalam keadaan ideal.



Gambar 2.13 nozel terpasang pada karburator

2.4.4. Pemasangan Katup Satu Arah

Pemasangan katup ini di pasang di antara saluran keluar dari pada vakum valve dan saluran masuk flow meter. Pada posisi ini dilakukan karena tempat yang cenderung bahaya ialah pada flow meter, karena pada flow meter ini menampung banyak gas LPG sehingga memiliki tingkat bahaya yang tinggi, jadi katup ini diletakkan sebelum flow meter, jika bagian ini mengalami kebakaran maka api tidak akan sampai ke tabung karena adanya penghalang dari pada katup satu arah ini.



Gambar 2.14 Posisi pemasangan katup satu arah



Gambar 2.15 Genset berbahan bakar gas LPG

Mesin genset yang biasa mengkonsumsi bensin 8-12 liter per hari cukup digantikan 1 tabung gas elpiji ukuran 3 kg.. Caranya juga tidak susah, hanya karburator yang fungsinya mencampur bensin dan udara sebelum masuk ruang bakar dan menggantinya dengan bahan bakar gas. Seperti trend kendaraan sekarang yang menggunakan teknologi injeksi (honda menyebutnya, Programmed Fuel Injection/PGM-FI), modifikasi mesin pompa ini merujuk ke sana.

2.5 Langkah Pemasangan Konverter :

Pertama

Lepas saluran selang bahan bakar bensin dan gantikan dengan selang gas LPG yg kecil atau bisa dengan cara melepas dulu tutup bawah karburator lalu simpan beserta pelampungnya (cara kedua dengan melepas pelampung ini kurang efisien, karena jika suatu saat ingin memakai bahan bakar bensin maka harus memasang pelampungnya kembali).



Gambar 2.16 selang yang diubah pada genset bahan bakar gas LPG

Yang penting pastikan karburator sudah kosong/tidak berisi bensin, jika menggunakan cara langsung menyambungkan selang ke karburator yg tidak dilepas pelampungnya.

Kedua

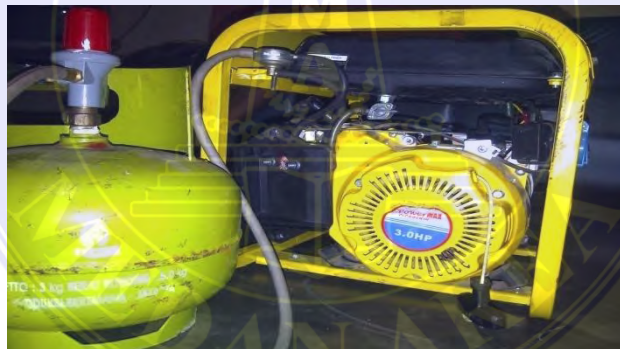
Pasangkan regulator tekanan tinggi (high pressure regulator) pada salah satu ujung selang untuk menghubungkan pada tabung elpiji.



Gambar 2.17 Pemasangan regulator tekanan tinggi pada tabung gas LPG

Ketiga

Bersamaan dengan itu sambungkan ujung selang yang lain pada lubang masuk bahan bakar yang menuju ke karburator (untuk karbu yg tidak dilepas pelampungnya), atau langsung menuju ruang pembakaran (untuk karbu yg dilepas pelampungnya), biasanya menempel pada bagian atas karburator.



Gambar 2.18 Pemasangan konverter kit

Keempat

Tutup lubang udara dari filter karburator yang menuju ruang bakar dengan cara menutup mulut karburator dengan paking tambahan namun diberi lubang kecil untuk menyamakan tekanan masuk bahan bakar ke ruang bakar.

Paking
tambahan



Gambar 2.19 Paking tambahan sebagai penutup mulut karburator

Setelah semua terpasang dan terhubung, mesin siap dioperasikan. Sebagai catatan tambahan pada saat akan mengoperasikan mesin, buka tuas gas sedikit atau jangan sampai penuh, demikian juga keran regulatornya sedikit saja. Jika satu dua kali distarter belum menyala mesinnya, maka tambah bukaan regulatornya sedikit demi sedikit karena dimungkinkan asupan bahan bakar yang masuk belum cukup, sampai mesin hidup. Perhatikan dan rasakan mesin sesaat setelah hidup dari suara dan getarannya. Asupan gas yang terlalu kecil bisa mengakibatkan mesin mati lagi. Sedangkan asupan bahan bakar yang berlebih menimbulkan suara tidak stasioner dan getaran mesin terasa kasar. Jika terjadi demikian, aturlah bukaan regulatornya sampai getaran mesinnya terasa halus dan suaranya.



Gambar 2.20 Mesin genset dengan konverter kit yang selesai dirakit

2.6 Aliran Bahan Bakar

Bahan bakar yang ditempatkan di dalam tangki sebelum mengalir ke dalam karburator terlebih dahulu akan mengalir melalui kran bensin dan slang / pipa saluran, agar bahan bakar yang masuk ke dalam karburator benar-benar bersih dari kotoran, maka bahan bakar akan disaring dulu oleh saringan yang terdapat di dalam tangki (biasanya menjadi satu dengan kran), atau saringan tambahan.

Untuk pemasangan saringan tambahan, waktu pemasangan agar dipastikan tidak terbalik, arah panah harus mengikuti aliran bensin. Bersihkan saringan secara periodik dari kotoran dan kontaminasi karena adanya air yang bercampur dengan bahan bakar.

2.7 Bahan Bakar LPG (Liquid Petroleum Gas)

LPG dapat diproduksi dari kilang minyak dan dari kilang gas alam. Sebagai bahan bakar kendaraan bermotor, LPG memiliki perbandingan C/H yang lebih mendekati bensin daripada metana (Gas alam), karena itu emisi CO₂ lebih besar daripada gas alam. LPG tidak berasap dan memiliki bilangan oktan lebih tinggi dari bensin, sehingga sangat cocok untuk motor 4 langkah.

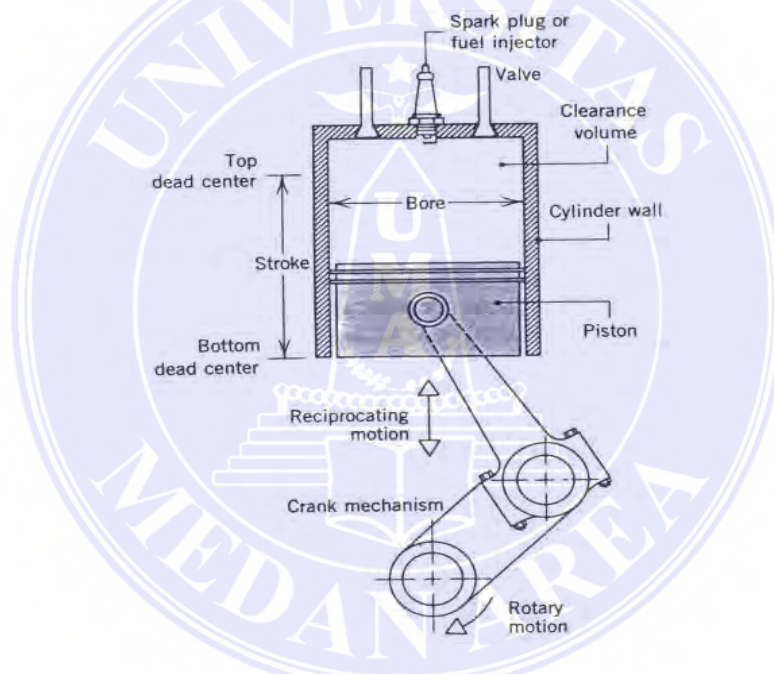
LPG dapat disimpan dalam kondisi cair pada temperatur sekitar, pada tekanan rendah (0,7-0,8 Mpa); karena itu lebih mudah daripada BBG (bahan bakar gas) yang harus disimpan

pada tekanan tinggi. Di samping itu dapat dimasukkan kedalam mesin melalui karburator atau sistem penyemprotan LPG secara elektronik maupun menggunakan vacum. Pada saat ini LPG juga sudah dipakai untuk motor-motor besar.

Selanjutnya, penelitian ditekankan pada pengembangan sistem kontrol campuran bahan bakar yang lebih teliti, di samping pengembangan sistem penyemprotan langsung LPG ke dalam silinder seperti pada motor GDI. Semua itu dilakukan untuk memperoleh daya dan efisiensi yang lebih tinggi dan emisi gas buang yang lebih baik (wiranto 2005).

2.8 Sistem Tenaga Gas

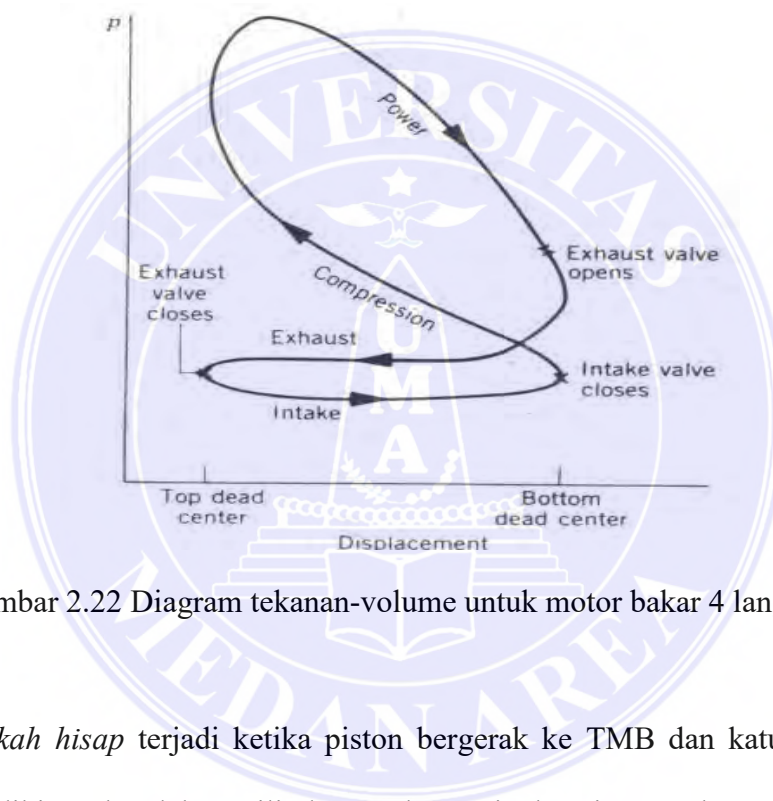
Pada gambar 1. terlihat skema mesin pembakaran dalam bolak-balik dimana mesin tersebut terdiri dari piston/torak yang bergerak didalam silinder yang dilengkapi dengan dua katup. Skema diberi label dengan beberapa istilah.



Gambar 2.21 Penamaan untuk mesin resiprocal piston-silinder.

- *Langkah (stroke)* adalah jarak piston bergerak dalam satu arah. Piston dikatakan berada pada titik mati atas /TMA (top dead center) ketika ia bergerak ke posisi dimana volume silinder paling kecil/minimum. Volume minimum ini disebut volume celah (clearance volume). Ketika piston bergerak ke posisi volume maksimum maka piston berada pada Titik Mati Bawah/TMB (bottom dead center).

- *Volume langkah/sapuan (swept volume)* adalah volume sapuan piston ketika bergerak dari TMA ke TMB.
- *Rasio Kompresi (compression ratio), r* , didefinisikan sebagai volume pada TMB dibagi dengan volume pada TMA. Gerak bolak balik piston dirobah ke gerak putar dengan mekanisme engkol (crank). Pada mesin empat langkah, piston menjalani empat langkah di dalam silinder untuk dua putaran poros engkol. Gambar 2. memperlihatkan diagram Tekanan-Langkah yang bisa ditampilkan pada osiloskop.



Gambar 2.22 Diagram tekanan-volume untuk motor bakar 4 langkah.

- *Langkah hisap* terjadi ketika piston bergerak ke TMB dan katup masuk terbuka. Gas dihisap ke dalam silinder. Pada mesin bensin, gas berpacampuran udara dengan bahan bakar, sedangkan pada mesin dieselnnya udara yang dihisap.
- *Langkah kompresi* terjadi ketika kedua katup menutup, piston bergerak ke TMA sehingga menaikkan suhu dan tekanan gas. Proses ini membutuhkan kerja kepada piston.
- *Langkah kerja* adalah terjadinya reaksi pembakaran di volume celah yang menghasilkan campuran gas yang mempunyai suhu dan tekanan tinggi. Pembakaran dimulai dekat ujung langkah kompresi pada mesin

bensindengan bantuan busi. Pada mesin diesel, pembakaran dimulai denganmenginjeksikan bahan bakar ke udara kompresi yang panas. Hasilpembakaran akan menghasilkan tenaga dan mendorong piston ke TMB.

- *Langkah buang* adalah langkah piston mendorong gas sisa bahan bakarkeluar dari silinder melalui katup buang dimana piston bergerak menujuTMA.Pada mesin dua langkah, yang biasanya banyak digunakan pada mesinkecil, langkah hisap, kompresi, ekspansi (kerja) dan buang dilakukan pada satuputaran poros engkol.Parameter yang digunakan untuk menerangkan unjuk kerja mesin bolakbalikadalah *mean effective pressure, mep* (tekanan efektif rata-rata). Tekananefektif rata-rata adalah tekanan konstan teoritis yang apabila terjadi pada piston selama langkah kerja, akan menghasilkan kerja bersih yang sama besarnya dengan kerja yang dihasilkan satu siklus. Dirumuskan :

$$mep = \frac{\text{kerja bersih}}{\text{volume langkah}}$$

di mana :

mep:tekanan efektif rata-rata.

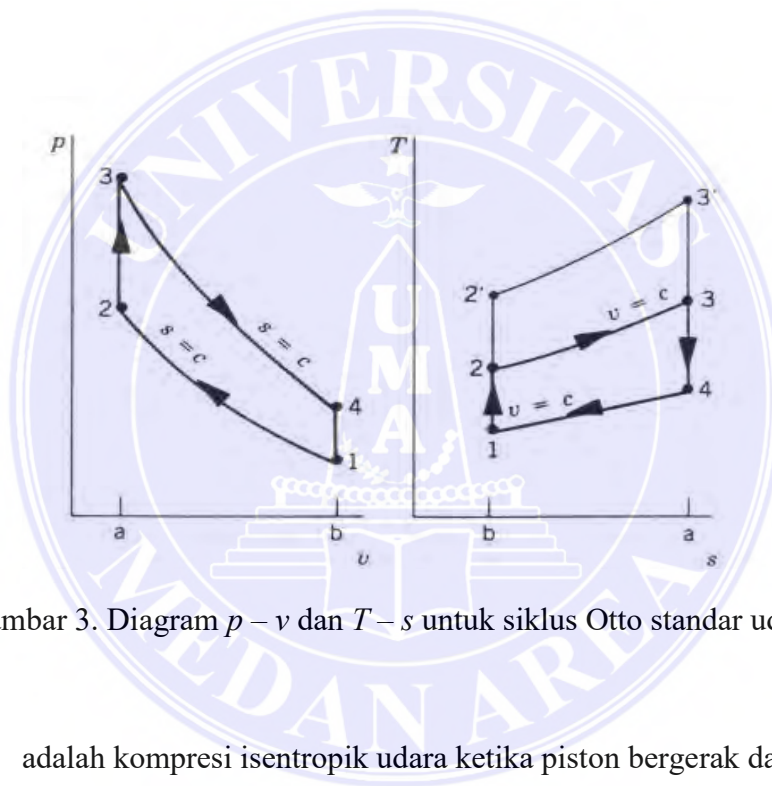
Untuk melakukan analisis termodinamika pada mesin pembakaran dalam, penyederhaan diperlukan. Salah satu prosedur adalah dengan menggunakan *analisis standar-udara* yang mempunyaik kondisi-kondisi berikut :

1. Fluida kerja adalah sejumlah tetap udara yang dimodelkan sebagai gas ideal.
2. Proses pembakaran digantikan dengan perpindahan kalor dari sumber dariluar.
3. Tidak adaproses pembuangan dan pemasukan sebagaimana yang ada padamesin sebenarnya. Proses diselesaikan dengan proses perpindahan kalorpada volume konstan yang terjadi ketika piston berada pada TMB.

4. Semua proses secara internal adalah reversibel. Dengan analisis standar udara, tidaklah penting untuk langsung berurusan dengan proses pembakaran yang kompleks dan rumit atau perubahan komposisi pembakaran.

2.9 Siklus Standar Udara Otto

Siklus udara standar Otto adalah siklus ideal yang mengasumsikan penambahan kalor terjadi secara spontan pada kedudukan piston di TMA. Siklus Otto diperlihatkan pada gambar 3. ditunjukkan oleh diagram $p - v$ dan $T - s$. Siklus terdiri dari 4 proses reversibel internal yang berurutan.



Gambar 3. Diagram $p - v$ dan $T - s$ untuk siklus Otto standar udara.

Proses 1 - 2 : adalah kompresi isentropik udara ketika piston bergerak dari TMB ke TMA.

Proses 2 - 3 : adalah perpindahan kalor ke udara pada volume konstan yang diambil dari sumber luar ketika piston berada pada TMA.

Proses ini dimaksudkan untuk mewakili proses pembakaran campuran udara-bahan bakar.

Proses 3 - 4 : adalah proses ekspansi isentropik (langkah kerja).

Proses 4 - 1 : adalah proses volume konstan dimana kalor dibuang dari udara ketika piston berada pada TMB.

Karena siklus standar udara Otto (selanjutnya disebut siklus Otto) terdiri dari proses reversibel, maka luas daerah pada diagram $T - s$ dan $p - v$ masing-masing bisa diinterpretasikan sebagai kalor dan kerja. Pada diagram $T-s$ daerah 2-3-a-b-2 mewakili kalor yang ditambahkan per satuan massa dan daerah 1-4-ab-1 adalah kalor yang dilepaskan per satuan massa. Pada diagram $p-v$ daerah 1-2-a-b-1 mewakili kerja input per satuan massa selama proses kompresi dan daerah 3-4-b-a-3 adalah kerja yang dihasilkan per satuan massa pada proses ekspansi. Dengan mengabaikan energi kinetik dan potensial, maka siklus Otto yang mempunyai dua langkah kerja dan dua langkah terjadi perpindahan kalor bisa dirumuskan :

$$\frac{W_{12}}{m} = u_2 - u_1$$

$$\frac{W_{34}}{m} = u_3 - u_4$$

$$\frac{Q_{23}}{m} = u_3 - u_2$$

$$\frac{W_{41}}{m} = u_4 - u_1$$

Dalam menganalisis siklus sering lebih dapat dipahami untuk menuliskan semua kerja dan perpindahan kalor sebagai jumlah yang positif (tanda positif) yang karena itu penulisan W_{12}/m adalah positif dan mewakili kerja input selama kompresi dan Q_{41}/m adalah bilangan positif dan mewakili kalor yang dilepaskan pada proses 4-1.

Kerja bersih siklus dinyatakan sebagai :

$$\frac{W_{siklus}}{m} = \frac{W_{34}}{m} - \frac{W_{12}}{m} = (u_3 - u_4) - (u_2 - u_1)$$

Atau dengan cara lain :

$$\frac{W_{siklus}}{m} = \frac{Q_{23}}{m} - \frac{Q_{41}}{m} = (u_3 - u_2) - (u_4 - u_1)$$

Efisiensi termal adalah perbandingan kerja bersih siklus terhadap kalor yang ditambahkan yaitu :

$$\eta = \frac{(u_3 - u_2) - (u_4 - u_1)}{u_3 - u_2} = 1 - \frac{u_4 - u_1}{u_3 - u_2}$$

Harga entalpi spesifik yang diperlukan untuk persamaan diatas bisa dilihat dari tabel udara. Untuk proses isentropik 1-2 dan 3-4 berlaku hubungan :

$$v_{r2} = v_{r1} \left(\frac{V_2}{V_1} \right) = \frac{v_{r1}}{r}$$

$$v_{r4} = v_{r3} \left(\frac{V4}{V3} \right) = r v_{r3}$$

dimana : r = rasio kompresi = $V1 / V2 = V4 / V3$

v_r = volume per satuan massa. Harga v_r bisa dilihat pada tabel udara. Jika siklus Otto dianalisis pada basis standar udara dingin, rumus berikut bisa digunakan :

$$\frac{T1}{T2} = \left(\frac{V1}{V2} \right)^{k-1} = r^{k-1} \quad k = \text{konstanta}$$

$$\frac{T4}{T3} = \left(\frac{V3}{V4} \right)^{k-1} = \frac{1}{r^{k-1}} k = \text{konstanta}$$

Dimana : k = rasio kalor spesifik = c_p / c_v

Pengaruh Rasio Kompresi Terhadap Unjuk Kerja

Dari diagram $T - s$ pada gambar 3. kita bisa mengambil kesimpulan bahwa efisiensi termal siklus Otto naik jika rasio kompresi naik. Kenaikan rasio kompresi merubah siklus dari 1-2-3-4-1 menjadi 1-2'-3'-4-1. Karena temperatur rata-rata kalor yang ditambahkan lebih besar pada siklus yang kedua dan kedua siklus mempunyai proses pelepasan kalor yang sama, siklus 1-2'-3'-4-1 akan mempunyai efisiensi termal yang lebih besar. Efisiensi termal berbasis standar udara dingin pada c_v konstan :

$$\eta = 1 - \frac{C_v (T4 - T1)}{C_v (T3 - T2)}$$

$$\eta = 1 - \frac{T1 \left(\frac{T4}{T1} - 1 \right)}{T2 \left(\frac{T3}{T2} - 1 \right)}$$

karena $T4 / T1 = T3 / T2$ maka :

$$\eta = 1 - \frac{T1}{T2}$$

Persamaan diatas menunjukkan bahwa efisiensi termal siklus Otto berdasarkan standar udara dingin dipengaruhi hanya oleh rasio kompresi.

Dengan catatan :

U = energi dalam (kcal)

Q = jumlah kalor yang masuk (kcal)

W = kerja (m kg)

T = temperatur (K)

V = volume gas

2.10 Konsumsi Bahan Bakar (*Fuel Consumption*)

Merupakan ukuran pemakaian bahan bakar oleh suatu motor, biasanya diukur dalam satuan volume penggunaan bahan bakar per satuan waktu. Atau juga bisa didefinisikan sebagai jumlah bahan bakar yang dipakai oleh motor untuk menjalankan motor selama waktu tertentu, biasanya dalam satuan liter per jam.

2.11 Pembakaran Bahan Bakar

Pembakaran dapat didefinisikan sebagai kombinasi secara kimiawi yang berlangsung secara cepat antara oksigen dan unsur yang mudah terbakar dari bahan bakar pada suhu dan tekanan tertentu (Yeliana, Dkk, 2004). Pembakaran pada motor bensin diawali oleh percikan bunga api listrik dari busi yang terjadi pada saat beberapa derajat poros engkol sebelum torak mencapai titik mati atas, membakar campuran bahan bakar udara yang telah dikompresikan oleh gerakan torak dari titik mati bawah menuju titik mati atas. Secara umum hanya terdapat tiga unsur yang penting di dalam bahan bakar, yaitu Karbon, Hidrogen, dan Sulfur (Belering). Dalam proses pembakaran, energi kimia diubah menjadi energi dalam bentuk panas dimana pada setiap pembakaran selalu dihasilkan gas sisa hasil dari proses pembakaran yang dinamakan gas buang yang meliputi beberapa komponen-komponen gas buang antara lain CO₂, NO₂, H₂O, SO₂ dan CO.

a. Pembakaran Sempurna (Normal).

Pembakaran sempurna adalah pembakaran dimana semua unsur yang dapat terbakar di dalam bahan bakar membentuk gas CO₂, dan H₂O, sehingga tak ada lagi bahan bakar yang tersisa. Mekanisme pembakaran sempurna dalam motor bensin dimulai pada saat terjadi loncatan bunga api listrik dari busi. Selanjutnya api membakar campuran bahan bakar udara yang berada disekelilingnya dan terus menjalar ke seluruh bagian sampai semua campuran bahan bakar - udara habis terbakar.

b. Pembakaran Tidak Sempurna

Pembakaran yang tidak sempurna akan menimbulkan suatu gejala yang dinamakan

dengan detonasi. Hal ini terjadi karena disebabkan pada proses pembakaran yang tidak serentak pada saat langkah kompresi belum berakhir (busi belum memercikkan bunga api) ditandai dengan adanya pengapian sendiri yang muncul mendadak pada bagian akhir dari campuran. Campuran yang telah terbakar akan menekan campuran bahan bakar yang belum terbakar. Akibatnya, campuran bahan bakar yang belum terbakar tersebut temperaturnya meningkat sehingga melewati temperatur untuk menyala sendiri.

Tabel 1 Siklus termodinamika

Proses	Untuk satu kilogram udara		
	Q	$\frac{W}{J}$	ΔU
0-1	0	$\frac{P_0}{J} (V_1 - V_2)$	$-\frac{P_0}{J} (V_1 - V_2)$
1-2	0	$-(U_2 - U_1)$	$U_2 - U_1$
2 - 3a	$U_{3a} - U_2$	0	$U_{3a} - U_2$
3a - 3	$H_3 - H_{3a}$	$\frac{P_3}{J} (V_3 - V_{3a})$	$U_3 - U_{3a}$
3 - 4	0	$-(U_4 - U_3)$	$U_4 - U_3$
4 - 1	$U_1 - U_4$	0	$U_1 - U_4$
1 - 0	0	$-\frac{P_0}{J} (V_1 - V_0)$	$\frac{P_0}{J} (V_1 - V_0)$
Satu siklus lengkap	$(U_{3a} - U_2) + (H_3 - H_{3a}) + (U_1 - U_4)$	$(U_{3a} - U_2) + (H_3 - H_{3a}) + (U_1 - U_4)$	0

Sehingga :

$$\eta = 1 - \left(\frac{1}{r}\right)^{k-1}$$

Siklus udara volume-konstant biasa diambil sebagai siklus ideal bagi motor bakar yang menggunakan busi, motor otto atau motor bensin.

Panas (kalor) yang dimasukkan dianggap ekivalen dengan jumlah kalor yang diperoleh dari proses pembakaran di dalam silinder motor bakar. Proses pemasukan kalor tersebut terjadi pada volume konstan, yaitu pada waktu torak masih berada di TMA. Efisiensinya dapat dihitung dengan memasukkan harga $\beta = 1$ kedalam persamaan (1).

Efisiensi untuk jenis siklus volume-konstan di atas dapat dituliskan sebagai berikut :

$$\eta = 1 - \left(\frac{1}{r}\right)^{k-1}$$

2.12 Keunggulan Mesin Berbahan Bakar Gas

Salah satu jenis bahan bakar alternatif yang memungkinkan untuk menggantikan bahan bakar minyak terutama yang akan digunakan untuk kendaraan bermotor adalah bahan bakar gas.

Keunggulan mesin berbahan bakar gas adalah :

- Menghemat penggunaan bahan bakar pada kendaraan.
- Meningkatkan tenaga kendaraan.
- Dapat merawat mesin menjadi lebih awet dan halus.
- Mengurangi polusi dari mesin kendaraan.
- Tingkat polusi udara lebih rendah.
- Tidak merubah mesin kendaraan karena gas hanya disalurkan ke box filter udara dan atau ke intake manifold.

2.13 Keunggulan Mesin Berbahan Bakar Bensin

Keunggulan mesin berbahan bakar bensin adalah :

- Spesifikasi teknis mesin mudah dipahami. Mesin dan bagian komponen mesin yang rusak dapat diketahui gejalanya. Dari segi perawatan berkala pun jauh lebih mudah dan murah.

- b. Sura Mesin lebih halus.
- c. Mesin lebih responsif untuk berakselerasi.
- d. Pilihan mobil berbahan bakar bensin relatif banyak.



BAB III

METODELOGI PENELITIAN

1.1. Metode Penulisan

Metode yang digunakan dalam penulisan ini adalah “metode pengamatan langsung (survey)”. Data yang diperoleh dengan melakukan pengamatan terhadap genset berbahan bakar bensin dan gas (LPG).

1.2. Tahap Penulisan

Tahapan tahapan kegiatan dilaksanakan selama penulisan yaitu, tahap persiapan ,tahap pengamatan lapangan,tahap analisa dan tahap penyusunan laporan.

1. Tahap persiapan

Tahap persiapan yang dilakukan dalam melakukan ini adalah:

- a) Pembuatan proposal tugas akhir.
- b) Sminar outline skripsi.
- c) Studi literatur, bagian ini membahas mengenai teori – teori dan persamaan – persamaan yang mendukung dalam menganalisa genset berbahan bakar bensin dan gas(LPG).

2. Tahap pengamatan lapangan

Tahap pengamatan lapangan dilakukan di laboratorium teknik mesin UMAMedan.

Penulis meninjau sebuah genset berbahan bakar bensin dan gas(LPG).

1.3. Analisa Langkah Kerja

Analisa yang dilakukan dalam penelitian genset berbahan bakar bensin dan gas(LPG) adalah sebagai berikut:

1. Analisa unjuk kerja motor bakar 4 langkah.
2. Analisa laju aliran bahan bakar.
3. Putaran mesin terhadap daya generator.
4. Analisa daya generator.
5. Perhitungan daya dan efisiensi motor bakar 4 langkah.

1.4. Pelaksanaan Tugas Akhir

Tahap penyusunan laporan merupakan tahap akhir dari kegiatan penulisan yaitu mengkomplitkan hasil analisa, data pengamatan lapangan dan interprestasi data dalam bentuk laporan akhir yang melampirkan studi literatur.

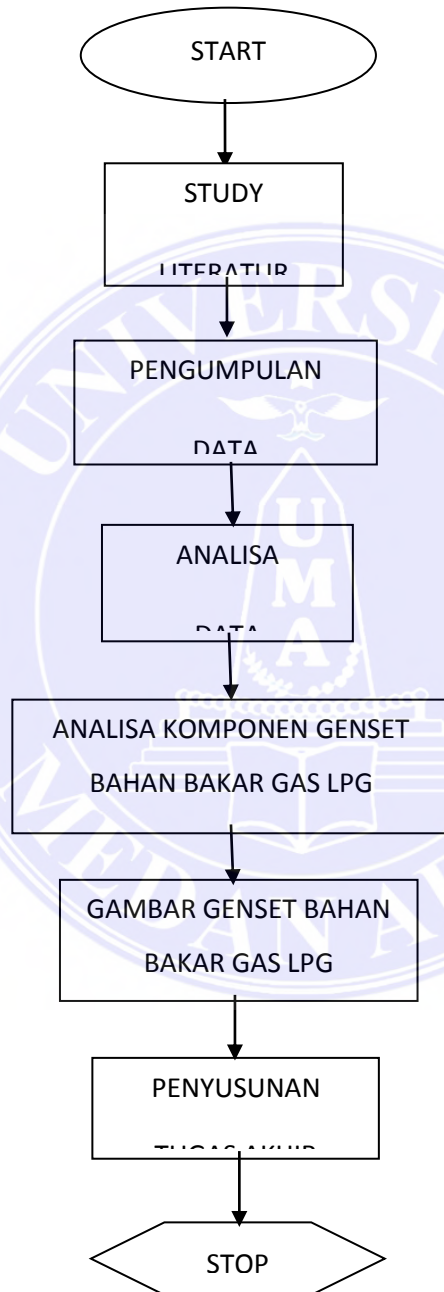


Diagram Alir Penelitian

Jadwal penelitian pelaksanaan tugas akhir dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 3.1 Schedule Pelaksanaan Penelitian

No.	Jenis Kegiatan	Bulan Ke											
		I				II				III			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Persiapan												
	Studi Pustaka	■											
2	Penelitian												
	Eksperimen			■									
	pengumpulandata				■								
3	PengolahanData												
	Penyusunan Laporan				■	■							
	Seminar Proposal						■						
	Revisi data							■					
	Penyusunan TA							■	■	■			
	Seminar Hasil										■		
	Revisi data											■	
	Sidang												■

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

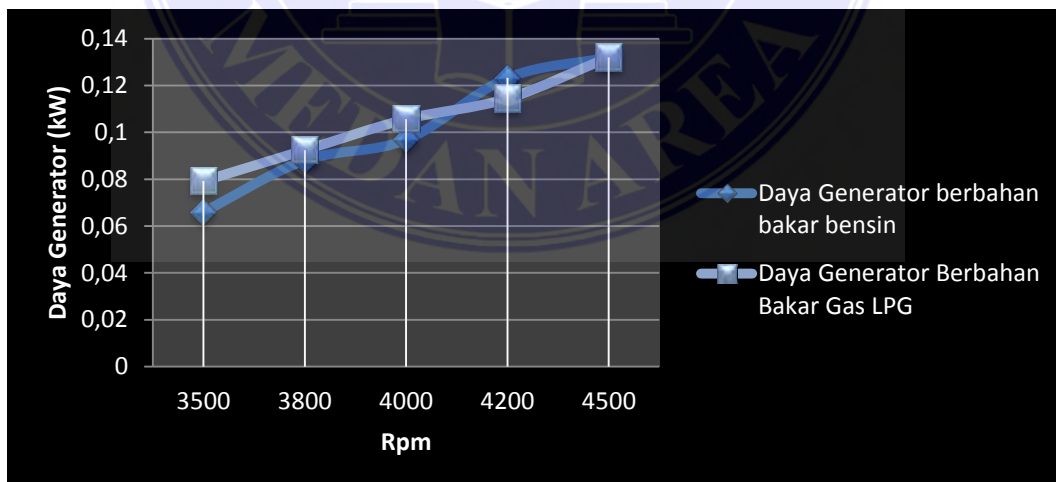
1.1 Kesimpulan

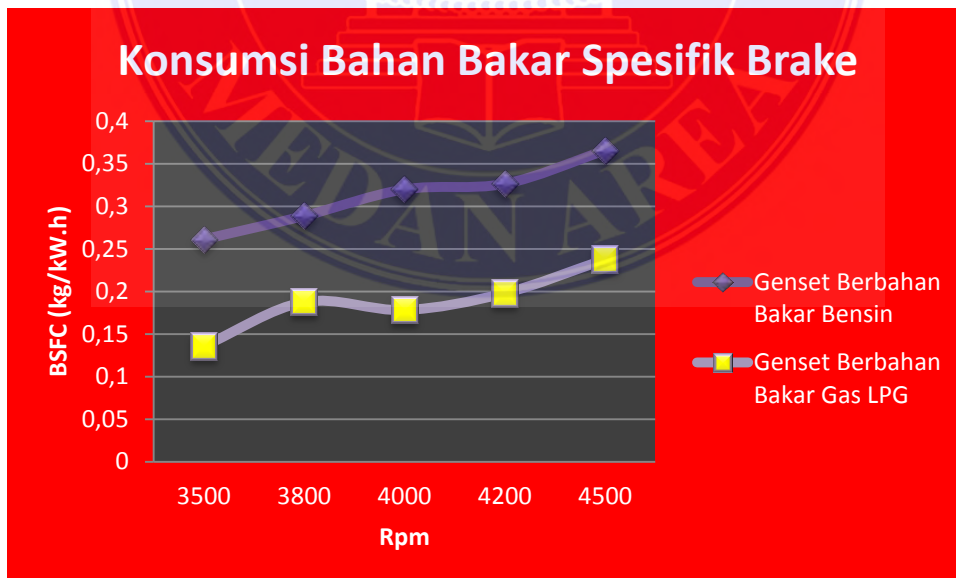
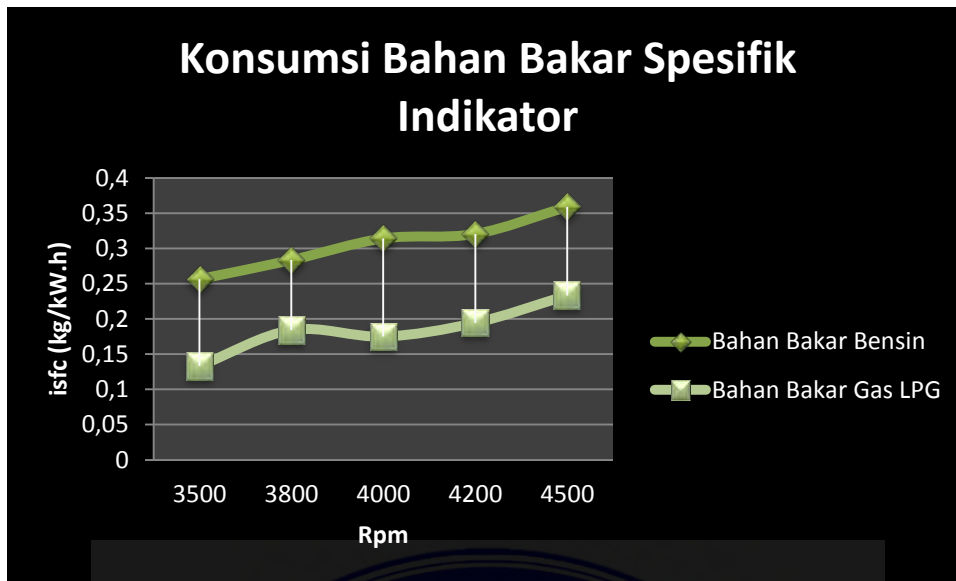
Berdasarkan hasil perhitungan dan analisa yang dilakukan peneliti pada genset empat langkah berbahan bakar gas diatas, maka peneliti bisa mengambil kesimpulan sebagai berikut:

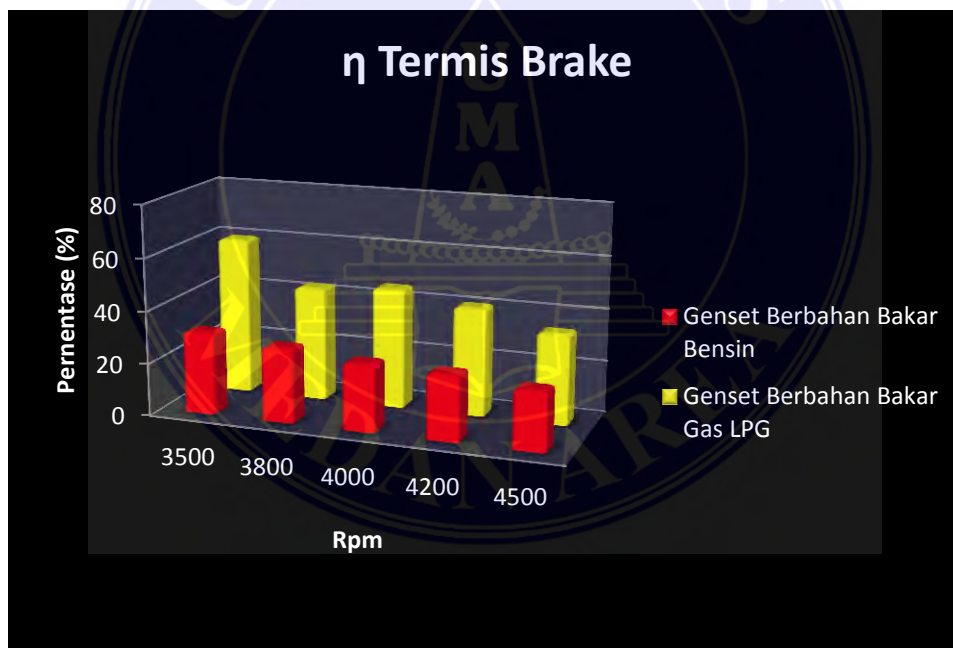
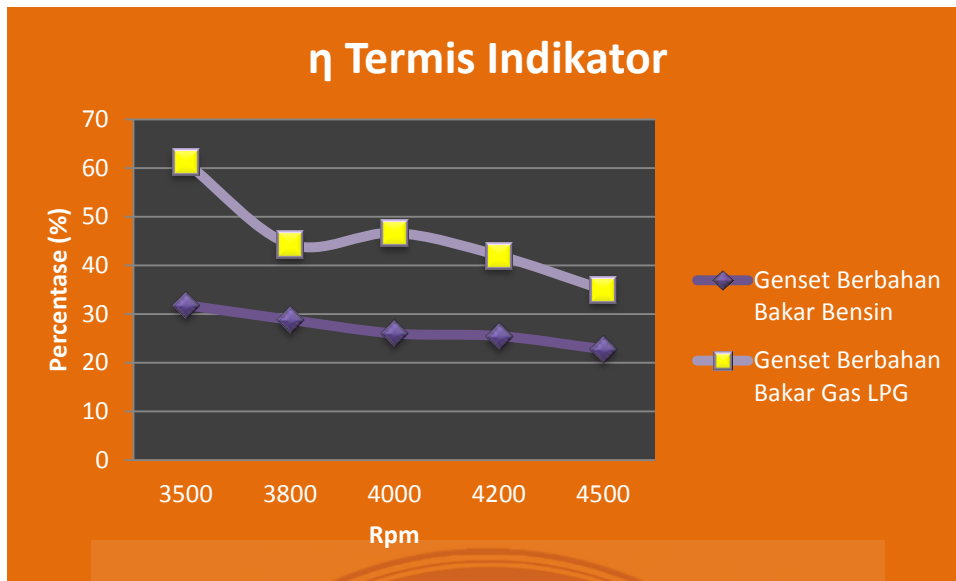
- Pada mesin genset empat langkah dapat beroperasi dengan baik jikadimodifikasi menggunakan bahan bakar Gas (BBG) dengan bantuanpenambahan mixer venturi sebagai mekanisme pemasukan danpencampuran antara udara dengan bahan bakar.
- Pengaruh penggunaan bahan bakar gas LPG pada mesin genset empatlangkah tidak ada ditemukan kerusakan pada komponen mesin.
- Penggunaan bahan bakar gas LPG lebih ramah lingkungan karena pembakaran yang dihasilkan lebih sempurna dibandingkan dengan genset berbahan bakar bensin.
- Perawatan genset yang menggunakan bahan bakar gas LPG lebih mudah dikarenakan bahan bakar yang masuk lebih bersih dan tidak memiliki timbal, sedangkan genset yang berbahan bakar bensin harus memiliki perawatan yang lebih banyak karena bahan bakar sering mengandung karat yang dibawa dari tangki dan juga bahan bakar mengandung timbal sehingga hal inilah yang membuat karburator pada mesin harus sering dibersihkan beda dengan bahan bakar gas LPG karburator jadi lebih bersih dan life time yang lebih lama.
- Mesin genset mengkonsunsi bahan bakar gas lebih sedikit dibanding dengan bahan bakar bensin. Perbandingan dilakukan sebagai berikut:
 - ↳ Penggunaan pada bahan bakar bensin ditinjau dari laju aliran bahan bakarnya. Dalam satu jam mesin mengkonsumsi bahan bakar 1,08 liter dengan putaran 4500 rpm

- ↳ Dalam penggunaan gas LPG dengan putaran mesin 4500 rpm dan waktu 1 jam mesin hanya mengkonsumsi bahan bakar LPG 0,8 bar. Tekanan tabung pada saat pengujian ialah 3,88 bar, dan untuk menghabiskan seluruh isi tabung (3,88 bar) ialah 5 jam 25 menit. Namun akan lebih lama lagi jika kondisi tabung gas LPG dalam keadaan penuh yaitu 8 bar.
- ↳ Meninjau dari segi ekonomis untuk mesin dengan waktu operasi 5 jam 25 menit dengan putaran 4500 rpm pada gas LPG dibutuhkan ialah 3,88 bar dengan harga Rp14000. Sedangkan untuk bensin dibutuhkan 1,08 liter/jam. Untuk 6 jam 46 menit mesin mengkonsumsi bensin 6,976 liter (pada saat ini tahun 2015 bulan juni harga perliter bensin ialah Rp7400) maka biaya yang dihabiskan ialah Rp 52000. Jadi mesin menggunakan bahan bakar gas LPG bisa lebih irit 33% di banding menggunakan genset berbahan bakar bensin.
- ↳ Pada nilai efisiensi termisnya efisiensi pada genset dengan bahan bakar gas LPG lebih tinggi dibanding dengan genset dengan bahan bakar bensin. Ini membuktikan bahwa genset yang menggunakan bahan bakar gas LPG jauh lebih irit dibanding menggunakan bahan bakar bensin.

Grafik Perbandingan



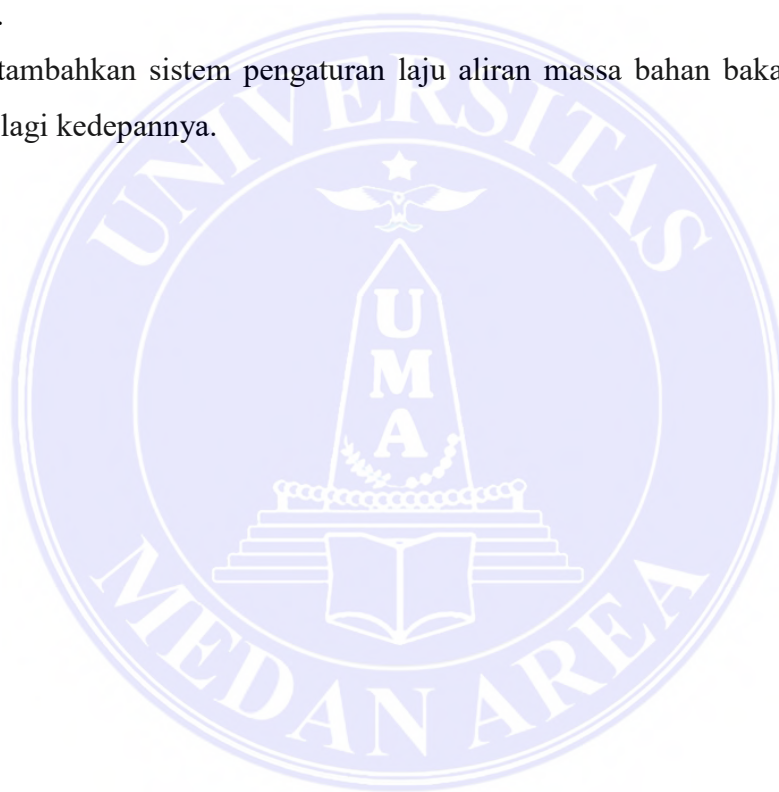




1.2 Saran

Adapun penulis ingin menambahkan beberapa saran yang nantinya juga berguna untuk penelitian-penelitian kedepannya sehingga penelitian ini dapat lebih disempunakan lagi. Adapun saran penulis ialah sebagai berikut :

- 1) Perlu dilakukan pengujian unjuk kerja dari modifikasi lain dan bahan bakar yang berbeda pada genset.
- 2) Perlu adanya penelitian lebih lanjut terhadap bentuk (ukuran, dimensi dan jumlah lubang) mixer yang digunakan pada bahan bakar gas.
- 3) Variasi gas yang digunakan sebagai bahan bakar (seperti biogas dan jenis gas lainnya).
- 4) Perlu ditambahkan sistem pengaturan laju aliran massa bahan bakar gas yang lebih canggih lagi kedepannya.



DAFTAR PUSTAKA

1. Ferguson, C., R.. 1998.*Internal combustion engine*.John wiley and son ,inc., 1998.
2. Arismunandar, W. 2005. *Motor bakar torak*. Penggerak mula, ITB Bandung., Bandung 2005.
3. Gunadarma.Bambang, S.. 2009. Pembakaran Sempurna Dan Tidak Sempurna.
4. Basuki, K., T.. 2007. Penurunan Konsentrasi CO Dan NO2 Pada Emisi Gas
5. Buang Dengan Menggunakan Media Penyisipan TiO2 Lokal Pada KarbonAktif. *JFN Vol. 1 No. 1*. 45-64.
6. LEMIGAS. 2012. Aplikasi dan Kinerja DME sebagai Bahan BakarBaru/Alternatif Substitusi LPG untuk Rumah Tangga, Industri dan Transportasi.
7. Medya, M.. 2011. Pembangkit Listrik Tenaga Biogas. Universitas Jambi.Halaman 1-20.
8. <http://www.lemigas.esdm.go.id/id/prdkpenelitian-262-.html> Diakses tanggal 11 November 2012.
9. <https://www.google.com/:jurnal> tentang bahan bakar gas.
10. http://www.chemistry.org/materi_kimia/kimia_fisika1/termokimia/pembakaran-sempurna-dan-tidak-sempurna/. Diakses tanggal 31 Desember 2012.