

**ANALISA TERMODINAMIKA MOTOR BAKAR 4 LANGKAH
DENGAN BAHAN BAKAR BENSIN DAN GAS LPG
(DAYA : 3 HP)**

SKRIPSI

**OLEH :
CIPTRA SIAHAAN
11.813.0039**



Program Studi Teknik Mesin

Fakultas Teknik

Universitas Medan Area

Medan

2016

**ANALISA TERMODINAMIKA MOTOR BAKAR 4
LANGKAH DENGAN BAHAN BAKAR BENSIN DAN GAS**

LPG

(DAYA : 3 HP)

SKRIPSI

Oleh :

CIPTRA SIAHAAN

118130039

Skripsi sebagai Salah Satu Syarat untuk Mendapatkan

Gelar Sarjana di Fakultas Teknik Mesin

Universitas Medan Area

Fakultas Teknik Mesin

Universitas Medan Area

Medan

2016

LEMBAR PENGESAHAN
ANALISA TERMODINAMIKA MOTOR BAKAR 4 LANGKAH
DENGAN BAHAN BAKAR BENSIN DAN GAS LPG
(DAYA : 3 HP)

TUGAS AKHIR

OLEH

CIPTRA SIAHAAN

118130039

Disetujui

Dosen Pembimbing I



(Ir. Husin Ibrahim, MT.)

Dosen Pembimbing II

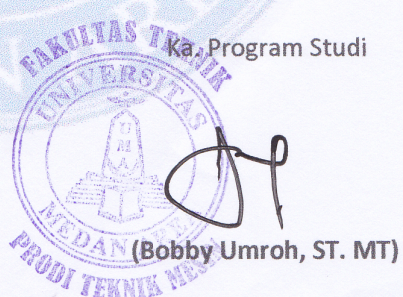


(DR. Ir. Suditama, MT.)

Mengetahui :



(Prof.DR.Dadan Ramdan,M.sc)



(Bobby Umroh, ST. MT)

LEMBAR PERNYATAAN

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

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

Medan, 5 November 2016



Ciptra siahaan

11. 813. 0039

ABSTRAK

Indonesia saat ini mengalami krisis energi listrik nasional. Merupakan hal yang ironis dimana tingkat pertumbuhan ekonomi yang positif beberapa tahun belakangan ini ketersediaan energi listrik yang merupakan pendorong roda perekonomian dalam kondisi kritis. Pemadaman listrik secara bergilir menyebabkan protes dari masyarakat dan kalangan pengusaha karena terganggunya aktivitas mereka.

Mengingat pemadaman yang sering terjadi ini, masyarakat bergantung kepada peranan genset sebagai sumber energi listrik alternatif. Genset yang dipergunakan umumnya menggunakan bahan bakar bensin dan diesel.

Masyarakat sering mengalami kerugian dengan hal ini, baik dari segi ekonomi dan juga waktu bahkan banyak terjadi kerugian-kerugian lain akibat dari kekurangan dari pasokan listrik ini di suatu wilayah , bahkan besar kemungkinan pula suatu wilayah tersebut belum dilayani oleh jaringan listrik sama sekali.

Genset sebagai tenaga penghasil listrik dengan menggunakan gas sebagai sumber energi sudah banyak dipakai oleh masyarakat. Gas tersebut dapat berupa LPG (Liquified Natural Gas), Natural Gas, ataupun CNG (Compressed Natural Gas). Harga gas masih cukup murah dibandingkan fossil fuel lainnya seperti solar ataupun bensin. Selain itu gas merupakan energi yang ramah lingkungan. Penelitian ini akan mengkaji mengenai beberapa perbandingan keunggulan apa saja dengan menggunakan bahan bakar gas LPG ini pada mesin genset. Penelitian dimaksud antara lain pengujian daya motor, torsi, tekanan efektif rata-rata, laju aliran bahan bakar dan efisiensi termis

Setelah dilakukan pengujian dengan putaran 4000 rpm daya mesin, torsi, dan tekanan efektif rata-rata lebih besar jika menggunakan bahan bakar gas LPG dibanding jika menggunakan bahan bakar bensin. Dan ditinjau dari segi ekonomisnya genset berbahan bakar gas LPG lebih irit dibanding dengan genset menggunakan bahan bakar bensin.

Kata kunci : Motor bakar, Gas LPG, Performansi, Daya, Efisiensi

ABSTRACT

Indonesia is currently experiencing a national electricity crisis. It is ironic that a positive economic growth rate in recent years the availability of electrical energy that is driving the economy in critical condition. Rotating blackouts caused an outcry from the public and business circles because of disruption of their activities.

Given the frequent blackouts, people are essentially relied to the role of the generator as a source of alternative electrical energy. Genset used generally use gasoline and diesel fuel.

People often experience a loss in this case, both in terms of economy and also a lot happening even other losses as a result of the shortage of power supply in an area, even likely also an area that is not served by the electricity grid at all.

As a power generator producing electricity by using gas as an energy source have been widely used by the public. The gas can be either LPG (Liquefied Natural Gas), Natural Gas, or CNG (Compressed Natural Gas). The price of gas is still quite low compared to other fossil fuel such as diesel or gasoline. Besides gas is an environmentally friendly energy. This study will assess the comparative advantages of what some using LPG gas fuel is the engine generator set. Research question include testing motor power, torque, the average effective pressure, fuel flow and thermal efficiency.

After testing with a round of 4000 rpm the engine power, torque, and the average effective pressure is greater when using LPG gas fuel than when using gasoline fuel. And in terms of gas-fueled gensets economic LPG is more economical than using gasoline fuel generators.

Key word : Internal combustion engine, LPG Gas, Performance, Power, Eficiency

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kita panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Kuasa karena atas limpahan rahmat dan karunia nya kepada kita semua, yang telah memberikan kita kesempatan serta kesehatan sehinga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.

Skripsi yang dibuat ini adalah salah satu syarat *Mahasiswa Fakultas Teknik Mesin* **UNIVERSITAS MEDAN AREA** untuk dapat meyelesaian Tugas akhir, yang dimana sebagai salah satu syarat suatu kelulusan sesuai dengan kurikulum yang berlaku.

Dalam hal ini penulis mengajukan judul tugas akhir yaitu “ **Analisa termodinamika motor bakar 4 langkah dengan bahan bakar bensin dan gas LPG (Daya 3 hp)**”.

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.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
RIWAYAT HIDUP	vii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GRAFIK	xiii
BAB I. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan	2
1.5 Manfaat	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	3
BAB II. LANDAAN TEORI	5
2.1. Tinjauan Umum Genset Bahan Bakar LPG	5
2.2 Konverter Kit Pada Genset Bahan Bakar LPG	6
2.3 Peralatan Untuk Membuat Konverter Kit	7
2.4 Komponen Komponen Konverter Kit.....	8
2.4.1 Tabung Gas LPG	8
2.4.2 Regulator Gas LPG Tekenan Tinggi	9
2.4.3 Vacum Valve	9
2.4.4 Katup Satu Arah	10
2.4.5 Karburator Dengan Modifikasi Penambahan Nozel.....	11
2.4.6 Flow Meter.....	12
2.4.7 Selang Gas LPG.....	12
2.4.8 Klem Selang Gas	13

2.4.9 Nozel Karburator	13
2.5 Proses Pembuatan Konverter Kit LPG.....	14
2.5.1 Pemasangan Naple Vakum Pada Isolator	15
2.5.2 Pemasangan Naple LPG Pada Karburator	16
2.5.3 Pemasangan Vacum Valve Dan Selang.....	17
2.5.4 Pemasangan Flow Meter.....	18
2.6 Keamanan Penggunaan Gas LPG	19
2.7 Bahan Bakar LPG (Liquit Petroleum Gas)	20
2.8 Motor 4 Tak Pembakaran Dalam	21
2.9 Siklus Standar Udara Otto.....	25
BAB III. METODE PENELITIAN	32
3.1 Metode Penulisan	32
3.2 Tahap Penulisan	32
3.3 Tahap Analisa.....	33
3.4 Tahap Penyusunan Tugas Akhir	33
BAB IV. PEMBAHASAN.....	36
4.1 Perhitungan Nilai Termodinamika Pada Genset Menggunakan Bahan Bakar bensin	36
4.1.1 Daya Generator	37
4.1.2 Daya Indikator (Pi)	37
4.1.3 Torsi	38
4.1.4 Daya Motor (BHP)	39
4.1.5 Efisiensi mekanik.....	40
4.1.6 Pemakaian Bahan Bakar Spesifik Indikator (ISFC)	40
4.1.7 Pemakaian Bahan Bakar Spesifik Brake (BSFC)	41
4.1.8 Efisiensi Termal Indikator	42
4.1.9 Efisiensi Termal Brake	43
4.1.10 Daya Efektif.....	44
4.2 Analisa Termodinamika Pada Genset Bahan Bakar Gas LPG Dengan Putaran Mesin 4000 Rpm	46

4.2.1 Daya Generator	46
4.2.2 Daya Indikator (Pi)	47
4.2.3 Torsi	47
4.2.4 Daya Motor (BHP)	48
4.2.5 Efisiensi Mekanik	49
4.2.6 Konsumsi Bahan Bakar Spesifik	49
4.2.6.a Rumus Mencari Volume Gas LPG	50
4.2.6.b Konsumsi Bahan Bakar Spesifik Brake (BSFC)	51
4.2.6.c konsumsi Bahan Bakar Spesifik Indikator (ISFC)	52
4.2.7 Efisiensi Termis Indikator	53
4.2.8 Efisiensi Termis Brake	54
4.2.9 Daya Efektif	55
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	57
5.1 KESIMPULAN	57
5.2 Saran	58
DAFTAR PUSTAKA	60

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Generator set	5
Gambar 2.2 Genset Bahan Bakar Gas LPG	6
Gambar 2.3 Konverter Kit Pada Genset.....	7
Gambar 2.4 Tabung Gas LPG.....	8
Gambar 2.5 Regulator Tekanan Tinggi.....	9
Gambar 2.6 Vakum Valve.....	10
Gambar 2.7 Katup Satu Arah	11
Gambar 2.8 Posisi Pemasangan Katup Satu Arah	11
Gambar 2.9 Karburator Dengan Penambahan Nozel.....	12
Gambar 2.10 Flow Meter	12
Gambar 2.11 Selang Gas LPG	13
Gambar 2.12 Klem Selang Gas LPG	13
Gambar 2.13 Nozel Gas LPG Pada Karburator	14
Gambar 2.14 Yang Diperlukan Dalam Modifikasi Karburator.....	14
Gambar 2.15 Posisi Pemasangan Isolator	15
Gambar 2.16 Pemasangan Naple Untuk Mengaktifkan Vacum Valve	16
Gambar 2.17 Naple Gas LPG Pada Karburator	16
Gambar 2.18 Pemasangan Vacum Valve.....	17
Gambar 2.19 Flow Meter	18
Gambar 2.20 Posisi Pemasangan Flow Meter.....	18
Gambar 2.21 Gambar Skema Genset Berbahan Bakar Gas LPG	19
Gambar 2.22 Genset Bahan Bakar Gas LPG	21
Gambar 2.23 Penamaan Untuk Mesin 4 Tak Pembakaran dalam.....	22
Gambar 2.24 Diagram Tekanan-Volume Untuk Motor Bakar 4 langkah..	23
Gambar 2.25 Diagram $p-v$ dan $T-s$ Untuk Siklus Otto Standar udara.....	25

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Siklus Termodinamika	30
Tabel 3.1 Schedule Pelaksanaan Penelitian	35
Tabel 4.1 Pengambilan Data Genset Berbahan Bakar Gas LPG	36
Tabel 4.2 Pegambilan Data Genset Berbahan Bakar Bensin	36
Tabel 4.3 Hasil Perhitungan Daya Genset Bahan Bakar Bensin.....	45
Tabel 4.4 Hasil Perhitungan Konsumsi Bahan Bakar Genset Bahan Bakar Bensin	45
Tabel 4.5 Hasil Perhitungan Efisiensi Genset Berbahan Bakar Bensin	45
Tabel 4.6 Hasil Perhitungan Daya Genset Bahan Bakar Gas LPG	56
Tabel 4.7 Hasil Perhitungan Konsumsi Bahan Bakar Genset Bahan Bakar Gas LPG	56
Tabel 4.8 Hasil Perhitungan Genset Bahan Bakar Gas LPG	56

DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.1 Grafik daya generator dengan bahan bakar bensin.....	37
Grafik 4.2 Grafik daya indikator dengan bahan bakar besin.....	38
Grafik 4.3 Grafik daya motor dengan bahan bakar bensin	39
Grafik 4.4 Grafik perbandingandaya generator,daya indikator,dan daya motor dengan bahan bakar bensin.....	40
Grafik 4.5 Grafik efisiensi mekanik pada genset dengan bahan bakar Bensin	40
Grafik 4.6 Grafik konsumsi bahan bakar spesifik indikator	41
Grafik 4.7 Grafik konsumsi bahan bakar spesifik brake.....	42
Grafik 4.8 Grafik efisiensi termis indikator	43
Grafik 4.9 Grafik efisiensi termis brake.....	44
Grafik 4.10 Perbandingan efisiensi termis indikator dan efisiensi thermis brake pada genset berbahan bakar bensin	44
Grafik 4.11 Grafik daya efektif pada genset bahan bakar bensin	45
Grafik 4.12 Grafik daya generator pada genset bahan bakar gas LPG	46
Grafik 4.13 Grafik daya indikator pada genset bahan bakar gas LPG.....	47
Grafik 4.14 Grafik daya motor pada genset bahan bakar gas LPG.....	49
Grafik 4.15 Grafik efisiensi mekanik pada genset berbahan bakar gas LPG.....	49
Grafik 4.16Grafik konsumsi bahan bakar spesifik brake pada genset berbahan bakar gas LPG	52
Grafik 4.17Grafik konsumsi bahan bakar spesifik indikator pada genset berbahan bakar gas LPG	53
Grafik 4.18 Grafik nilai efisiensi termis indikator pada genset berbahan bakar gas LPG.....	54
Grafik 4.19 Grafik nilai efisiensi termis brake pada genset berbahan bakar gas LPG.....	54
Grafik 4.20 Grafik daya efektif pada genset berbahan bakar gas LPG	55

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada saat ini penggunaan bahan bakar bensin semakin luas penggunaannya. Sehingga dimasa yang akan datang dapat dipastikan terjadinya kemungkinan pelonjakan penggunaan bahan bakar bensin ini, yang dimana akan berakibat terjadinya kelangkaan bahan bakar bensin tersebut.

Dalam penelitian ini penulis ingin memberikan solusi pengganti alternatif bahan bakar bensin. 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 termodinamika pada genset berbahan bakar gas LPG dengan bensin yang antara lain :

1. Bagaimana cara mengetahui aliran bahan bakar pada mesin genset baik menggunakan bahan bakar gas LPG maupun bensin
2. Bagaimana cara menganalisa perbandingan ujuk kerja antara genset bahan bakar bensin dengan genset berbahan bakar gas LPG
3. Bagaimana cara menganalisa siklus kerja otto

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 ketidak teraturan 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. Analisa terhadap perbandingan Termodinamika pada genset berbahan bakar bensin dan gas LPG
2. Analisa terhadap daya mesin
3. Gambar genset berbahan bakar gas LPG

1.4 Tujuan

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

1. Mengetahui penghematan keiritan antara penggunaan bahan bakar bensin dengan bahan bakar gas LPG.
2. Mengetahui prestasi mesin dengan penggunaan bahan bakar gas LPG dan bensin.
3. Mengetahui perbandingan system aliran bahan bakar antara bahan bakar bensin dengan gas LPG
4. Untuk memaksimalkan penggunaan gas LPG sehingga dapat digunakan pada dunia automotive

1.5 Manfaat

Manfaat penelitian termodinamika motor bakar bahan bakar gas ini ialah sebagai berikut :

1. Sebagai informasi ilmiah.

2. Bisa menjadi alat penelitian bagi mahasiswa stambuk berikutnya.
3. Penulis dapat membandingkan ilmu yang diperoleh di bangku kuliah dengan kenyataan yang sebenarnya di lapangan.
4. Memahami dan mengetahui langkah-langkah dalam menganalisa termodinamika 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

Generator set atau sering disebut genset adalah sebuah perangkat yang berfungsi menghasilkan daya listrik. Disebut sebagai generator set dengan pengertian adalah satu set peralatan gabungan dari dua perangkat berbeda yaitu mesin dan generator atau alternator. Mesin sebagai perangkat pemutar sedangkan generator atau alternator sebagai perangkat pembangkit listrik.

Mesin dapat berupa perangkat mesin diesel berbahan bakar solar atau mesin berbahan bakar bensin, sedangkan generator atau alternator merupakan kumparan atau gulungan tembaga yang terdiri dari stator (kumparan statis) dan rotor (kumparan berputar).



Gambar 2.1 Generator Set

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.

2.2 Konverter (Kit) Pada genset bahan bakar LPG

Memahami Dasar Pembuatan Alat Konversi Bensin ke LPG untuk Generator Set (genset) dengan Prinsip dasar konversinya sederhana:



Gambar 2.2 genset bahan bakar gas LPG

Tambahkan intake tambahan yang sudah diberikan naple di belakan karburator untuk membantu isapan pada vakum valve. Lepaskan selang bensin pada karburator, kemudian

tambahkan nozel tambahan pada karburator bagian atasnya masukkan selang gas dari Regulator pada tabung LPG ke bagian nozel utama. Terakhir lakukan sedikit 'setting' pada Regulator dan nozel.

Sebuah alat yang digunakan untuk melakukan perubahan sehingga bisa memanfaatkan bahan bakar yang berbeda dikenal sebagai ALAT KONVERSI (Converter) yang terdiri dari penggantian lubang gas/bahan bakar (main jet dan pilot jet) dan sebuah alat regulator. Alat kelengkapan pemanfaatan gas dirancang untuk bekerja dengan gas tertentu yang memiliki tekanan tertentu. Dengan alat konversi ini tekanan gas diatur sesuai dengan tekanan dan jumlah (flow) yang dibutuhkan untuk menjalankan mesin Genset.



Gambar 2.3 konverter kit pada Genset

Peralatan Apa yang Diperlukan untuk Membuat Konverter genset berbahan bakar gas LPG?

2.3 Peralatan Untuk Membuat Konverter Kit

Secara umum peralatan yang kita perlukan untuk membuat Konverter genset berbahan bakar gas LPG adalah:

- Tabung Gas LPG 3 Kg - tempat gas LPG yang akan digunakan.
- Regulator LPG - digunakan untuk menurunkan tekanan gas sampai dengan tekanan yang kita perlukan dan menghasilkan tekanan gas yang stabil (tidak berubah-ubah).

- Skep dan Spuyer/Nozzle - sebagai alat tempat keluarnya gas LPG untuk dicampurkan dengan udara.
- Vakum valve yang digunakan sebagai kontrol masuk gas LPG pada saat mesin dalam keadaan hidup.
- Katup searah yang digunakan sebagai pengaman tambahan untuk mencegah kebakaran pada sistem.
- Mixer (Karburator) - Ruang atau tempat dimana udara dan gas dicampurkan dengan perbandingan tertentu

Konversi dari bahan bakar minyak (bbm) ke bahan bakar gas (bbg) tidak hanya mengganti besarnya lubang spuyer atau nozel, tetapi juga penyesuaian dan perubahan alat regulator. Peralatan Konversi ini sederhana dan mudah, tapi perlu sedikit penyesuaian karena mengingat sifat gas (LPG) berbeda dengan Bensin (BBM).

2.4 Komponen Komponen Konverter Kit

2.4.1 Tabung Gas LPG

Tabung gas LPG berfungsi sebagai wadah dari gas LPG yang akan digunakan untuk bahan bakar. Tabung gas yang digunakan berukuran 3 kg, selain ukurannya yang kecil juga mudah dalam perawatan dan penggantian tabung.



Gambar 2.4 Tabung gas LPG

2.4.2 Regulator Gas LPG Tekanan Tinggi

Regulator berfungsi untuk mengatur tekanan gas LPG yang masuk kedalam karburator dan juga berfungsi untuk mengetahui isi dari tekanan gas LPG yang ada di dalam tabung gas

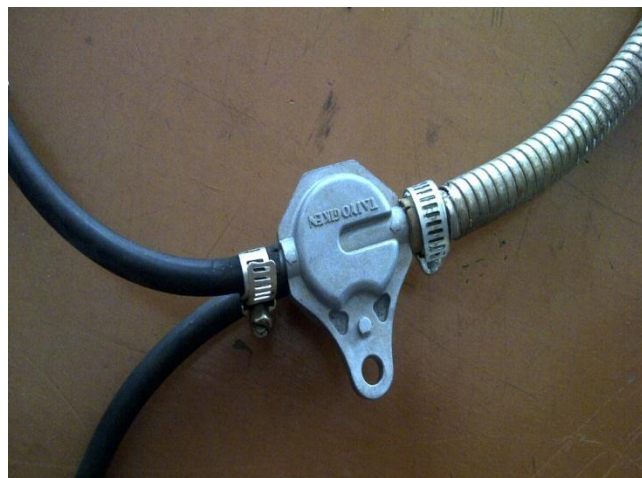
LPG. Regulator yang digunakan ialah regulator gas tekanan tinggi karena selain nilai keamanannya yang baik dalam penggunaannya, regulator ini juga dapat mengatur suplai banyaknya gas yang masuk kedalam karburator.



Gambar 2.5 Regulator tekanan tinggi

2.4.3 Vacum Valve

Pada sebuah konverter kit LPG vacumm valve mempunyai fungsi yang sangat penting dan selalu menjadi salah satu bagian utama dari alat pemanfaatan gas LPG.



Gambar 2.6 Vakum Valve

Fungsi dari vacumm valve adalah :

- A. Sebagai keran otomatis (valve) yang memberi atau mensupai gas LPG ke mesin.
- B. Mengalirkan gas LPG sesuai dengan waktu yang diperlukan oleh mesin. Jadi gas LPG masuk ke dalam mesin hanya saat langkah hisap saja. Jadi bahan bakar menjadi lebih efisien dan hemat.
- C. Sebagai pengaman. Vacuum valve akan menutup aliran gas LPG ketika mesin mati, baik disengaja atau pun tidak.
- D. Mempermudah saat men-start atau menghidupkan mesin, karena tidak terjadi kelebihan gas LPG.

2.4.4 Katup Satu Arah

Katup ini berfungsi sebagai pengaman tambahan pada sistem konversi kit genset bahan bakar gas LPG. Karena katup ini hanya menyalurkan gas pada satu arah saja yaitu ke arah karburtor. Apabila terjadi kebakaran pada sistem maka rembetan api hanya sampai pada ujung katup saja dan dalam beberapa saat saja api dapat mati atau padam, sehingga api tersebut tidak sampai pada tabung gas yang bertekanan gas tinggi yang dipastikan lebih berbahaya jika api sampai di sana.



Gambar 2.7 Katup satu arah



Gambar 2.8 posisi pemasangan katup satu arah.

2.4.5 Karburator dengan modifikasi penambahan nozel

karburator berfungsi untuk mencampurkan bahan bakar dengan udara. Pada genset bahan bakar gas ini karburator hanya ditambahkan nozel pada bagian atasnya. Prinsip kerjanya sama dengan karburator konvensional, hanya saja pada karburator standar bensin di kabutkan melalui spuyer di bagian bawahnya, namun pada karburator yang dimodifikasi disini nozel ditambahkan pada bagian atas karburator namun tetap pencampuran bahan bakar berada di ruang tengah karburator. Sehingga kerja karburator sama dengan kondisi standar dan kondisi modifikasi.



Gambar 2.9 karburator dengan penambahan nozel

2.4.6 Flow meter

flow meter berfungsi untuk mengetahui debit aliran gas LPG yang masuk ke dalam karburator.



Gambar 2.10 Flow meter

2.4.7 Selang gas LPG

Selang berfungsi sebagai penyalur aliran bahan bakar gas LPG dari setiap komponen konverter kit, dimulai dari regulator, vakum valve, katup satu arah, flow meter, dan hingga karburator. Setiap aliran gas dialirkan melalui selang.



Gambar 2.11 Selang gas LPG

2.4.8 Klem selang gas

Klem selang berfungsi untuk mengikat setiap sambungan selang pada komponen-komponen konverter yang terhubung dengan selang sehingga mencegah terjadinya kebocoran gas pada sistem aliran selang.



Gambar 2.12 Klem selang gas LPG

2.4.9 Nozel karburator

Nozel berfungsi untuk menyalurkan gas LPG ke dalam ruang karburator untuk dicampurkan dengan udara sehingga gas LPG dapat masuk kedalam ruang bakar dengan pencampuran bahan bakar (*air fuel ratio*) yang sudah ideal.



Gambar 2.13 Nozel gas LPG pada karburator

2.5 Proses Pembuatan Konverter Kit LPG

Proses pembuatan konverter kit LPG untuk mesin penggerak (genset) ini terdiri dari :

1. Pemasangan naple vakum pada isolator.
2. Pemasangan nozel LPG pada karburator.
3. Pemasangan vacumm valve.
4. Pemasangan flow meter.



Gambar 2.14 Yang diperlukan dalam modifikasi karburator

2.5.1 Pemasangan Naple Vakum pada Isolator

Proses yang pertama dalam pembuatan kit LPG ini adalah pemasangan naple vakum untuk mengaktifkan vacuum valve. Pada prinsipnya pemasangan naple bisa dimana saja antara mesin dan katup karbu (butterfly valve). Karena suhu tinggi mesin dapat menyebabkan kerusakan pada selang karet, jadi tempat yang ideal untuk pemasangan naple ini adalah pada bagian isolator panas yang biasanya terbuat dari bahan ebonit. Isolator ini terpasang antara karburator dan mesin. (gambar 2.14)



Gambar 2.15. Posisi pemasangan isolator

Cari posisi untuk pemasangan naple ini jangan sampai menghalangi gerak katup karbu atau

menyulitkan saat pemasangan isolator. Buatlah lubang ukuran 2 mm dengan cara dibor dari bagian luar tembus sampai bagian dalam. Kemudian dibor kembali bagian luarnya dengan ukuran 4 mm sedalam 4 mm dan ditap ukuran M5 sesuai dengan drat naple yang kita punya. Pasang naplenya pada lubang yang telah kita buat dan jangan lupa menggunakan lem Araldit atau Plastik Steel agar tidak bocor dan terikat kuat. Khusus untuk mesin yang memiliki isolator yang cukup tipis, misalnya Honda GX160. Tebalnya cuma 7 mm sehingga tidak mungkin untuk dipasang naple dengan drat M5, sebagai gantinya gunakan pipa tembaga dengan diameter 3 mm yang kemudian disambung dengan pipa tembaga dengan diameter 5 mm (lihat gambar 2.12).



Gambar 2.16. Pemasangan naple untuk mengaktifkan vacuum valve

2.5.2 Pemasangan Naple LPG pada Karburator

Proses berikutnya adalah pembuatan atau pemasangan naple untuk masuknya gas LPG pada karburator. Pada prinsipnya kita bisa memasang naple ini antara filter udara dan katup karburator (butterfly valve). Tapi makin dekat dengan dengan katup karburator itu lebih baik, menjamin semua gas LPG yang masuk terhisap ke dalam mesin. Kita bisa membuat lubang baru atau memanfaatkan lubang yang sudah ada. Saya biasanya memanfaatkan lubang as katup cuk (choke?). Karena katup cuk ini tidak pernah dipakai, maka bisa dibuka saja dan lubangnya bisa dimanfaatkan untuk pemasangan naple. Tidak perlu melubangi lagi, tinggal pasang naplenya menggunakan lem 2 ton atau Plastik Steel.



Gambar 2.17 Naple gas LPG pada karburator

2.5.3 Pemasangan Vacumm Valve dan Selang

Sebenarnya vacumm valve bisa dipasang dengan posisi apapun, horizontal, vertikal ataupun miring. Tidak akan mengganggu kerja dari vacumm valve ini, karena sudah dirancang demikian. Hal penting dalam pemasangan vacumm valve ini adalah jangan terlalu dekat dengan mesin apalagi menempel karena panas dari mesin dapat merusak bagian dalam dari vacumm valve ini. Vacumm valve mempunyai part yang terbuat dari karet yang akan rusak bila kena panas terlalu tinggi. Penempatan yang baik bisa dilihat pada gambar 2.13 di bawah ini. Selain jauh dari panas juga mudah dipasang.

Pasanglah selang dari naple vakum pada isolator ke bagian naple vakum pada vacumm valve. Kemudian pasang selang dari naple LPG pada karburator ke bagian naple LPG keluar pada vacumm valve. Jangan lupa gunakan klem agar selang tak mudah lepas dari naple. Hindari pemakaian selang yang terlalu panjang untuk menghindari selang dari tersangkut yang menyebabkan selang rusak atau lepas.



Gambar 2.18. Pemasangan Vacuum Valve

2.5.4. Pemasangan Flow Meter

Pemasangan flow meter harus dilakukan dengan teliti dan juga harus sesuai dengan arah aliran gas dari vakum valve dan juga lubang masuk gas pada flow meter. Pemasangan selang keluar dari vakum valve dimulai dari lubang yang berada di atas lubang isap pada vakum valve atau yang ada bertanda tanda panahnya. Sambungkan selang kemudian dilanjut disambung pada saluran masuk pada flow meter yang posisinya berada paling atas, kemudian pada saluran keluar flow meter disalurkan lagi melalui selang pada nozel yang ada di karburator.



Gambar 2.19 Flow meter



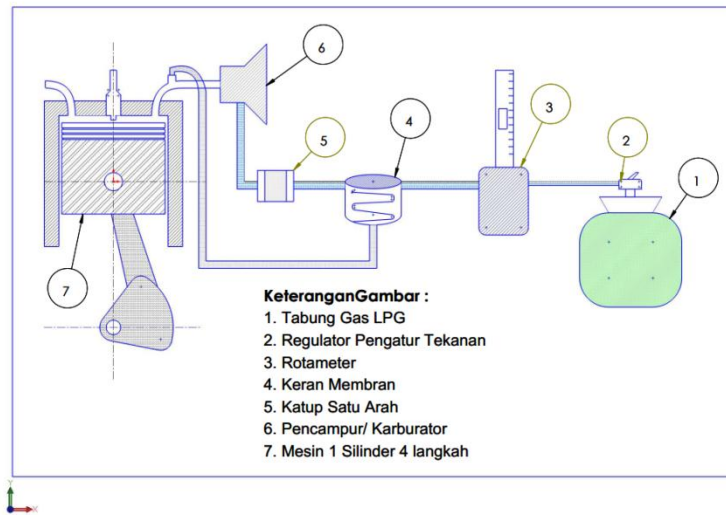
Gambar 2.20. Posisi pemasangan flow meter

2.6 Keamanan Penggunaan Gas LPG

Penggunaan alat konverter kit LPG ini pada mesin penggerak (genset) sangat aman, selama kita tahu bagaimana seharusnya memperlakukan gas LPG ini. Gunakanlah bahan-bahan yang cukup baik kualitasnya dan jangan lupa selalu melakukan perawatan dan pemeriksaan secara berkala terutama pada bagian selang dan vacuum valve.

Vacuum valve sangat berperan penting untuk keamanan penggunaan bahan bakar gas LPG ini. Vacuum valve akan menutup aliran gas LPG begitu mesin mati, baik mesin mati disengaja (dimatikan) atau mesin mati sendiri. Penggunaan vacuum valve akan menjadi keharusan (wajib) terutama saat menggunakan mesin penggerak (genset) berbahan bakar LPG ini dalam ruangan (indor), untuk menghindari kemungkinan kebocoran gas LPG saat mesin mati.

Pergunakanlah vacuum 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.



Gambar 2.21. Gambar skema genset berbahan bakar gas LPG

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 moto otto meskipun kerapatan energinya 73% dari pada bensin.

LPG dapat disimpan dalam kondisi cair pada temperatur sekitar, pada tekanan rendah (0,7-0,8 Mpa, 7-8 bar); 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 pengembananagan sistem penyemprotan langsung

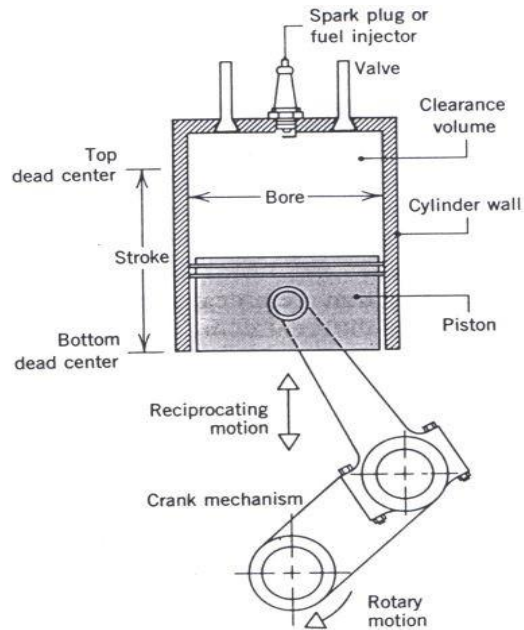
LPG ke dalam silinder seperti pada motor GDI. Semua itu dilakukan untuk memperoleh daya dan efisiensi yang lebih tinggi dan emisi gas buang yang lebih baik (wiranto 2005)



Gambar 2.22 Genset bahan bakar gas LPG

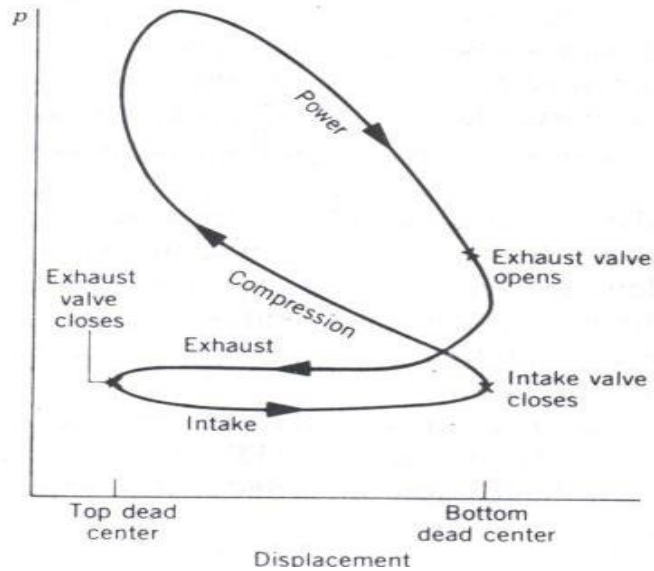
2.8 Motor 4 Langkah Pembakaran Dalam

Pada gambar 2.4.1. 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 2.23 Penamaan untuk mesin 4 tak pembakaran dalam.

- *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 didalam silinder untuk dua putaran poros engkol. Gambar 2. memperlihatkan diagram Tekanan-Langkah yang bisa ditampilkan pada osiloskop.



Gambar 2.24. 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 berupa campuran udara dengan bahan bakar, sedangkan pada mesin diesel hanya 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 bensin dengan bantuan busi. Pada mesin diesel, pembakaran dimulai dengan menginjeksikan bahan bakar ke udara kompresi yang panas. Hasil pembakaran akan menghasilkan tenaga dan mendorong piston ke TMB.
- *Langkah buang* adalah langkah piston mendorong gas sisa bahan bakar keluar dari silinder melalui katup buang dimana piston bergerak menuju TMA. Pada mesin dua langkah, yang

biasanya banyak digunakan pada mesin kecil, langkah hisap, kompresi, ekspansi (kerja) dan buang dilakukan pada satu putaran poros engkol. Parameter yang digunakan untuk menerangkan unjuk kerja mesin bolak balik adalah *mean effective pressure, mep* (tekanan efektif rata-rata). Tekanan efektif 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 :

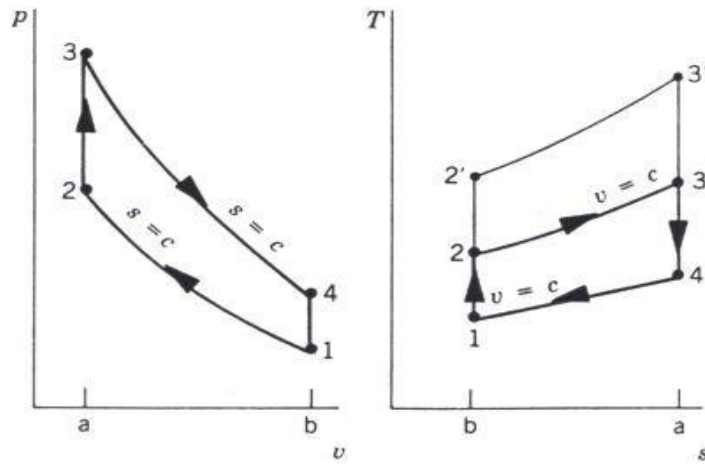
mep: tekanan efektif rata-rata.

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 dari luar.
3. Tidak adaproses pembuangan dan pemasukan sebagaimana yang ada pada mesin sebenarnya. Proses diselesaikan dengan proses perpindahan kalor pada 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 2.25 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 :

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

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

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

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

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 :

$$v_{r2} = v_{r1} \left(\frac{V2}{V1} \right) = \frac{v_{r1}}{r}$$

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

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 :

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

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

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 :

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

$$\eta = 1 - \frac{T_1\left(\frac{T_4}{T_1} - 1\right)}{T_2\left(\frac{T_3}{T_2} - 1\right)}$$

karena $T_4/T_1 = T_3/T_2$ maka :

$$\eta = 1 - \frac{T_1}{T_2}$$

sehingga akhirnya diperoleh :

$$\eta = 1 - \frac{1}{r^{k-1}}$$

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

Tabel 2.1 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

Kerja yang dihasilkan satu siklus untuk setiap kg udara adalah :

$$\begin{aligned} \frac{W}{J} &= (u_{3a} - u_2) + (h_3 - h_{3a}) + (u_1 - u_4) \\ &= q_{2-3a} + q_{3a-3} + q_{4-1} \\ &= q_m - q_k \end{aligned}$$

Di mana,

$$\begin{aligned} q_m &= q_{2-3a} + q_{3a-3} = (u_{3a} - u_2) + (h_3 - h_{3a}) \\ &= c_v (T_{3a} - T_2) + c_p (T_3 - T_{3a}) \end{aligned}$$

Dan

$$q_k = -q_{4-1} = (u_4 - u_1) = c_v (T_4 - T_1)$$

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 ekuivalen 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.

BAB III

METODELOGI PENELITIAN

3.1. Metoden 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).

3.2 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) Seminar 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 UMA Medan.

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

3.3 Tahap Analisa

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

1. Analisa termodinamika .
2. Analisa laju aliran bahan bakar pada motor 4 langkah.
3. Analisa daya generator.
4. Analisa putaran mesin terhadap daya generator.
5. Perhitungan daya dan efisiensi motor bakar 4 tak.

3.4 Tahap Penyusunan 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.

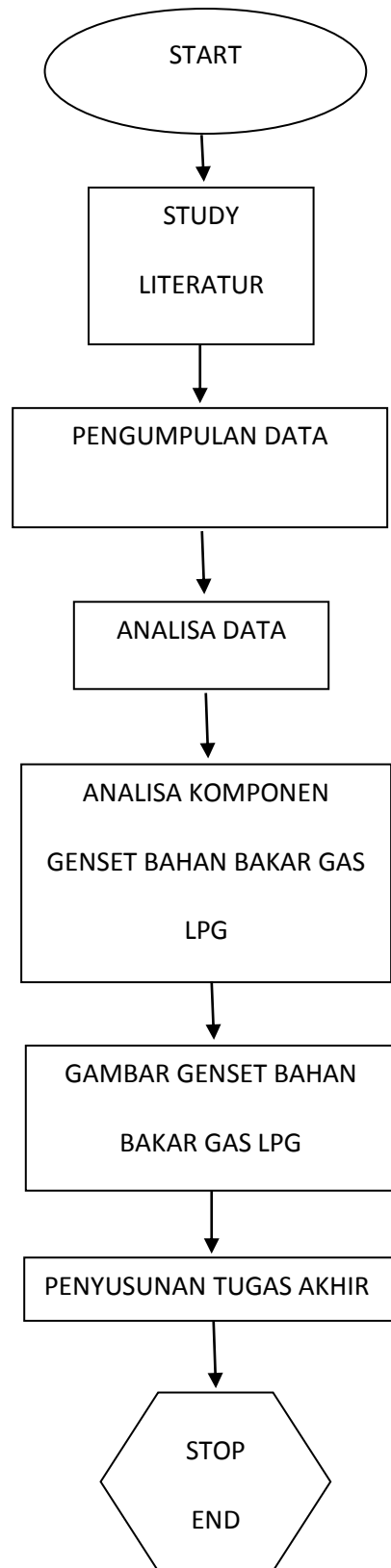


Diagram alir penelitian

Tabel 3.1 Schedule Pelaksanaan Penelitian

No	Jenis Kegiatan	Bulan Ke								
		I			II			III		
1	Persiapan									
	Studi Pustaka									
2	Penelitian									
	Eksperimen									
	pengumpulan data									
3	Pengolahan Data									
	Penyusunan Laporan									
	Seminar Proposal									
	Revisi data									
	Penyusunan TA									
	Seminar Hasil									
	Revisi data									
	Sidang									

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

1.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan di atas dan pengujian yang telah dilakukan penulis, penulis dapat menarik beberapa kesimpulan diantaranya sebagai berikut :

- Pada peninjauan dengan melihat rpm mesin pada putaran yang sama yaitu 4000 rpm kita dapat mengetahui bahwa daya generator yang dihasilkan oleh genset dengan bahan bakar gas LPG lebih besar dibandingkan dengan genset yang menggunakan bahan bakar bensin.
- Pada genset berbahan bakar gas LPG juga mampu mengeluarkan voltase yang lebih besar dibanding genset dengan bahan bakar bensin yaitu pada 4000 rpm menghasilkan voltase yang dikeluarkan genset bahan bakar gas LPG 240 volt, sedangkan genset yang menggunakan bahan bakar bensin hanya mengeluarkan voltase 220 volt, sehingga dapat disimpulkan tenaga yang dihasilkan mesin genset dengan menggunakan bahan bakar gas LPG lebih besar di banding mesin genset dengan menggunakan bahan bakar bensin
- Dalam penggunaan bahan bakar, genset bahan bakar gas LPG juga terbukti lebih irit dibanding genset bahan bakar bensin. Dari pertinjauan konsumsi laju aliran bahan bakar dapat dibandingkan sebagai berikut :
 - Penggunaan pada bahan bakar gas LPG, pada bahan bakar gas LPG aliran bahan bakar pada 4000 rpm dengan waktu 1 jam ialah 0,6 bar Jadi untuk menghabiskan seluruh isi tabung pada keadaan tabung bertekanan 3,9 bar mesin hidup selama 6 jam 50 menit , dengan catatan kondisi tabung pada saat pengujian ialah tidak penuh. Tekanan tabung jika penuh ialah 8 bar.

- Pada penggunaan bahan bakar bensin mesin mengkonsumsi bahan bakar 0,84 liter setiap jamnya. Jika mesin dihidupkan sesuai dengan kondisi pada genset dengan bahan bakar gas LPG maka dalam waktu 6 jam 50 menit dengan putaran mesin 4000 rpm mesin mengkonsumsi bahan bakar sekitar 5,46 liter.
- Ditinjau dari segi ekonomis harga gas LPG ialah Rp. 15000 untuk menghidupkan mesin dalam rentan waktu 6 jam 50 menit. Untuk bensin harga perliternya pada saat ini (tahun 2015 bulan juni) ialah Rp. 7400 jadi untuk hidup pada waktu 6 jam 50 menit dengan putaran mesin 4000 rpm ialah ($5,46 \times 7400 = \text{Rp } 40404$) jadi ditarik kesimpulan pengiritan yang dilakukan genset bahan bakar gas LPG ialah kurang lebih 50% lebih irit.

1.2 Saran

Adapun penulis ingin memberikan beberapa saran yang dimana saran ini berguna untuk menyempurnakan penelitian ini kedepannya, adapun saran penulis ialah sebagai berikut :

- a. Perlu dilakukan lagi pengembangan pada sistem aliran bahan bakar sehingga mesin lebih sempurna lagi efisiensinya.
- b. Perlu dilakukan penelitian lebih menditeil terhadap nozzel atau mix venturi sehingga kontrol pemasukan bahan bakar lebih sempurna dan lebih irit lagi.
- c. Dapat menambahkan juga sistem kontrol elektrik pada sistem penyaluran bahan bakar ke ruang bakar sehingga mesin dapat lebih mudan lagi dinyalakan pada start awal.
- d. Dapat menggunakan variasi gas yang lain yang dapat menjadi alternatif lain penghemat bahan bakar.

DAFTAR PUSTAKA

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