

KAJIAN TENTANG NISBAH UDARA-BAHAN API UNTUK ENJIN
PEMBAKARAN DALAM YANG MENGGUNAKAN BAHAN API LPG

SYARINA AZREEN BINTI OSMAN

Laporan ini dikemukakan sebagai
memenuhi sebahagian daripada syarat penganugerahan
Ijazah Sarjana Muda Kejuruteraan Mekanikal (Termal-Bendalir)

Fakulti Kejuruteraan Mekanikal
Universiti Teknikal Malaysia Melaka

MEI 2008

PENGAKUAN

“Saya akui saya telah membaca karya ini dan pada pandangan saya karya ini adalah memadai dari segi skop dan kualiti untuk tujuan penganugerahan Ijazah Sarjana Muda Kejuruteraan Mekanikal (Termal-Fluid)”

Tandatangan :

Nama Penyelia :

Tarikh :

PENGAKUAN

“Saya akui laporan ini adalah hasil kerja saya sendiri kecuali ringkasan dan petikan yang tiap-tiap satunya saya telah jelaskan sumbernya”

Tandatangan :.....
Nama Penulis :.....
Tarikh :.....

PENGHARGAAN

Assalamualaikum. Dengan limpah kurnia dari-Nya, terlaksana sudah laporan lengkap bagi Projek Sarjana Muda (PSM) atau projek bagi pelajar tahun akhir ini. Saya dengan rasa bersyukur ingin mengucapkan ribuan terima kasih kepada pihak-pihak yang terlibat dalam membantu saya menyiapkan projek ini.

Pertama sekali saya ingin mengucapkan terima kasih kepada Encik Safarudin Gazali Herawan yang bertindak sebagai Penyelia projek saya. Beliau banyak memberi bantuan dari segi tunjuk ajar dan ilmu pengetahuan berkenaan dengan projek saya.

Saya juga ingin mengucapkan terima kasih kepada keluarga dan kawan-kawan saya yang banyak memberi sokongan sepanjang perjalanan projek ini. Tidak lupa kepada juruteknik, Encik Asjufri dan Encik Mazlan yang membantu saya melaksanakan ujikaji dan proses fabrikasi.

Terima kasih.

ABSTRAK

Nisbah udara-bahan api amat penting untuk memastikan prestasi enjin adalah terbaik. Nisbah ini adalah berdasarkan jisim udara dan jisim bahan api. Nisbah yang unggul untuk sesebuah enjin gasolin ialah 14.7:1. Campuran dua bahan ini akan tepu jika lebih bahan api digunakan. Manakala sebaliknya berlaku jika udara lebih banyak diserap. Campuran tepu akan menjana kuasa yang lebih banyak tetapi akan membazirkan bahan api. Projek ini akan mengkaji dengan lebih mendalam mengenai nisbah udara kepada bahan api LPG di dalam enjin pembakaran dalam sistem empat lejang. LPG adalah singkatan kepada gas cecair petroleum atau 'liquified petroleum gas'. Dalam dunia automotif, istilah autogas digunakan. Australia adalah Negara yang pertama menggunakan bahan api ini. LPG lebih bersifat mesra alam berbanding bahan api lain kerana kandungan karbon yang sangat rendah dan membebaskan sangat sedikit sulfur. Oleh itu, projek ini ingin memajukan lagi sistem enjin yang menggunakan bahan api LPG ini dan memberi pengetahuan tentang cara menentukan nisbah udara-LPG berdasarkan beberapa aspek penting.

ABSTRACT

Air-fuel ratio is a really important factor of making an engine run properly. This ratio is based on the mass of the air and the fuel. For a gasoline engine, the stoichiometric value of the ratio is 14.7:1. The mixture of air and fuel will be rich if the fuel consumption is bigger than air consumption and give more output power but be less economic because of the bigger consumption of the fuel. While the lean mixture is which the air is more consume will give less output power but more economic. This project will get further on the study on air-fuel ratio for an internal combustion engine four-stroke system fuelled by LPG or in detail liquefied petroleum gas. In automotive world, LPG is formerly known as autogas. LPG is better compared to other fuel because of its environment friendly benefit. LPG contents less carbon compared to other fuel such as diesel. It emits less sulphur than other fuel. Australia is the first nation to use LPG widely. As you go on this project will tell you more how to determine a best air-fuel ratio for the engine based on certain important aspects.

KANDUNGAN

BAB	PERKARA	MUKA SURAT
	PENGAKUAN	ii
	PENGHARGAAN	v
	ABSTRAK	vi
	ABSTRACT	vii
	KANDUNGAN	viii
	SENARAI RAJAH	xi
	SENARAI JADUAL	xiv
	SENARAI SIMBOL	xv
BAB 1	Pengenalan	1
	1.1 Latar Belakang Projek	1
	1.2 Objektif dan Skop Projek	2
	1.3 Pernyataan masalah	3
	1.4 Carta Alir PSM	4
BAB 2	Kajian Ilmiah	5
	2.1 Karburetor	6
	2.1.1 Sejarah dan Pembangunan Karburetor	6
	2.1.2 Prinsip asas karburetor	7
	2.1.3 Komponen asas karburetor	8
	2.1.4 Operasi dan teori karburetor	8
	2.2 Konsep enjin empat (4) lejang	11

2.3	Nisbah udara-bahan api	13
2.4	Gas cecair petroleum (LPG)	15
BAB 3	METODOLOGI/KAEDAH KAJIAN	19
3.1	Pengumpulan maklumat	20
3.2	Merekabentuk	20
	3.2.1 Membuat lakaran	20
	3.2.3 Konsep rekabentuk	21
3.3	Pemilihan Bahan	25
3.4	Fabrikasi	26
3.5	Ujikaji	26
	3.5.1 Objektif Ujikaji	29
	3.5.2 Peralatan	30
	3.5.3 Langkah-langkah Ujikaji	34
3.6	Pengiraan	38
	3.6.1 Pengiraan Kecekapan Termal, η_t bagi enjin yang menggunakan LPG	38
	3.6.2 Pengiraan Nisbah udara-LPG	39
	3.6.3 Pengiraan Kelajuan udara yang masuk	40
BAB 4	DATA UJIKAJI	41
4.1	Model Ujikaji	41
4.2	Data/Keputusan Ujikaji	42
4.3	Pengiraan Nisbah Udara-LPG	51
	4.3.1 Kelajuan Udara	52
	4.3.2 Nisbah Udara-LPG	59

BAB 5	ANALISIS DATA	63
	5.1 Perbezaan Daya Kilas antara Rekabentuk	63
	5.2 Analisis Nisbah udara-LPG	68
BAB 6	KESIMPULAN	69
	RUJUKAN	71
	LAMPIRAN	73

SENARAI RAJAH

BIL.	TAJUK	MUKA SURAT
2.1	Keratan rentas contoh karburetor asas. (Sumber: http://en.wikipedia.org/wiki/Carburetor)	7
2.2	Tekanan rendah dalam karburetor dan tekanan tinggi diluar karburetor yang menarik udara dan bahan api ke dalam venturi (Sumber: Doug Jenks. 2001)	10
2.3	Enjin sistem empat lejang (Sumber: http://en.wikipedia.org/wiki/Internal_combustion_engine)	12
2.4	Perbandingan kuasa dan penggunaan bahan api antara campuran tepu dan tidak tepu (Sumber: http://www.mummbrothers.com/SRF_Stuff/Secrets/Driveline/Driveline.htm)	14
2.5	Nilai kuasa terhadap nisbah udara-bahan api (Sumber: http://www.mummbrothers.com/SRF_Stuff/Secrets/Driveline/Driveline.htm)	14
3.1	Rekabentuk Alat Kemasukan Udara 1	21

3.2	Rekabentuk Alat Kemasukan Udara 2	22
3.3	Rekabentuk Alat Kemasukan Udara 3	23
3.4	Rekabentuk Alat Kemasukan Udara 4	24
3.5	Bentuk 3-D Rekabentuk Alat Kemasukan Udara 1, 2, 3 dan 4	25
3.6	Mesin ‘Milling’	26
3.7	Mesin Larik (Lathe Conventional)	26
3.8	Enjin pembakaran dalam sistem empat lejang Gunt Hamburg (Sumber: http://www.gunt.de/static/s3489_1.php?p1=&p2=&pN=#)	27
3.9	Lengkapan ujikaji model Gunt Hamburg (Sumber: http://www.gunt.de/static/s1_1)	28
3.10	Setengkapan eksperimen (Sumber: http://www.gunt.de/static/s1_1)	30
3.11	Tachometer	31
3.12	Alat pemeluwap	31
3.13	Suis kawalan	32
3.14	Power Supply	33

3.15	Tong gas LPG	33
3.16	Meter Kadar Alir Gas	34
3.17	Pemasangan Alat Pencampur	35
3.18	Mendapatkan bacaan laju untuk tali sawat	35
3.19	Mengambil bacaan pada panel skrin	36
4.1	Saluran udara-LPG rekabentuk 1	43
4.2	Saluran udara-LPG rekabentuk 2	45
4.3	Saluran udara-LPG rekabentuk 3	47
4.4	Saluran udara-LPG rekabentuk 4	49
4.5	Halaju dalam Alat Pencampur	52
5.1	Graf Laju melawan Daya Kilas bagi Rekabentuk 1 dan 2	64
5.2	Perbezaan Aliran Udara antara Rekabentuk 1 dan 2	65
5.3	Graf Laju melawan Daya Kilas bagi Rekabentuk 2, 3 dan 4	66
5.4	Perbezaan Aliran Udara antara Rekabentuk 2, 3 dan 4	67

SENARAI JADUAL

BIL.	TAJUK	MUKA SURAT
2.1	Sifat LPG dan Kandungannya (Sumber: http://www.e-lpg.com/lp_gas.asp)	17
2.2	Sifat fizikal dan kimia bagi LPG (Sumber: http://www.autogas-india.com/fule.html)	18
3.1	Contoh Jadual Pengambilan Data	37
4.1	Spesifikasi Modul Asas Enjin Pembakaran Dalam	41
4.2	Data Eksperimen 1	43
4.3	Data Eksperimen 2	45
4.4	Data Eksperimen 3	47
4.5	Data Eksperimen 4	49
4.6	Kelajuan Udara	52
4.7	Kelajuan udara, V_1 dan V_2 (Rekabentuk 1)	54

4.8	Kelajuan udara, V_1 dan V_2 (Rekabentuk 2)	54
4.9	Kelajuan udara, V_1 dan V_2 (Rekabentuk 3)	55
4.10	Kelajuan udara, V_1 dan V_2 (Rekabentuk 4)	55
4.11	Nisbah udara-LPG	61
5.1	Nisbah udara-LPG	68
6.1	Nisbah udara-LPG	70

SENARAI SIMBOL

SIMBOL	DEFINISI	UNIT
A	luas kawasan	m^2
AFR	nisbah udara dan bahan api	
Q	Kadar alir LPG	m^3/s
V_d	isipadu sesaran	m^3
N	kelajuan enjin	rev/s
RPM	Putaran enjin seminit	rev/min
P	tekanan	N/m
v	halaju	m/s

HURUF GREEK	DEFINISI	UNIT
η_t	Kecekapan termal (Thermal efficiency)	
ρ	Ketumpatan udara yang masuk	kg/m^3

SUBSKRIP	DEFINISI	UNIT
\dot{m}_a	jisim kadar alir udara	kg/s
\dot{m}_f	jisim kadar alir bahan api	kg/s

SENARAI LAMPIRAN

BIL.	TAJUK	MUKA SURAT
A	Laminar burning velocity and explosion index of LPG–air	73
B	Internal combustion engine adapted to operate selectively with injection of gasoline or LPG	92

BAB 1

PENGENALAN

1.1 Latar Belakang Projek

Nisbah udara-bahan api ialah nisbah jisim udara kepada jisim bahan api ketika proses pembakaran berlaku di ruang pembakaran seperti dalam enjin pembakaran dalam. Dua bahan ini akan bercampur secara kimia pada suhu dan tekanan yang tertentu dan membentuk campuran stoikiometrik. Campuran stoikiometrik ialah dimana sistem enjin berupaya untuk mencapai keadaan yang terbaik. Nisbah ini amat penting untuk mutu persembahan enjin dan juga untuk memastikan udara dan alam sekitar bebas daripada pencemaran.

Alat kemasukan udara berbentuk silinder dimana tempat udara dan bahan api bercampur perlu menepati ciri-ciri ukuran dan dimensi yang betul supaya kadar aliran udara dan gas yang sesuai dapat ditentukan. Ini penting untuk mendapatkan nilai nisbah udara-bahan api yang sesuai. Computational Fluid Dynamics (CFD) ataupun perkomputeran dinamik bendalir adalah satu cabang dari mekanik bendalir yang menggunakan kaedah berangka dan algoritma untuk menyelesaikan dan menganalisa masalah berkaitan aliran bendalir. Komputer digunakan untuk menyelesaikan pengiraan-pengiraan yang diperlukan untuk proses simulasi interaksi antara bendalir dan gas dengan permukaan kompleks yang digunakan dalam kejuruteraan.

Projek ini bertujuan untuk mengkaji dengan lebih mendalam tentang nisbah udara kepada bahan api gas cecair petroleum (LPG) yang digunakan dalam enjin pembakaran dalam sistem empat lejang. Projek ini ingin mendapatkan rekaan alat kemasukan udara yang terbaik bagi menentukan nisbah udara-bahan api LPG yang terbaik untuk prestasi enjin yang maksimum. Satu simulasi untuk kadar aliran bendalir dalam silinder pembakaran yang pelbagai dimensi seperti sudut kecondongan dibuat menggunakan kaedah CFD dan kaedah eksperimen. Satu keputusan akan dibuat untuk memenuhi objektif projek ini.

1.2 Objektif dan Skop

Objektif

- Untuk menentukan nisbah udara-bahan api bagi setiap rekabentuk alat kemasukan udara/alat pencampur (mixer) untuk enjin pembakaran dalam yang menggunakan bahan api LPG.
- Untuk menentukan rekaan yang terbaik untuk alat kemasukan udara/alat pencampur (mixer) untuk enjin pembakaran dalam sistem empat lejang.

Skop

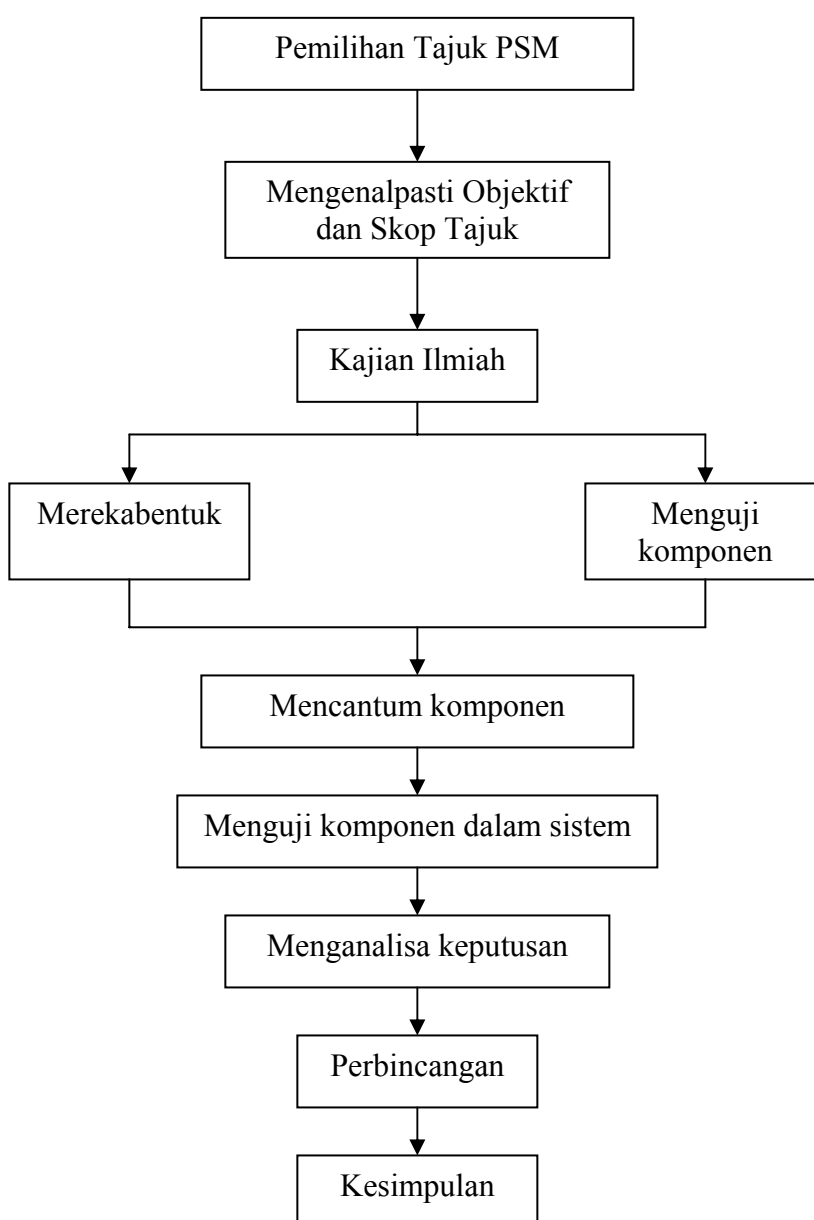
- Menyediakan kelengkapan eksperimen untuk enjin pembakaran dalam sistem empat lejang yang menggunakan bahan api LPG.
- Mereka dan memajukan alat kemasukan udara yang mencampurkan udara dan bahan api LPG.
- Menentukan dan membandingkan nisbah udara-bahan api LPG dalam alat kemasukan udara yang berbeza dimensi dalam enjin pembakaran dalam sistem empat lejang.

1.3 Pernyataan masalah

Projek ini mengetengahkan masalah untuk menentukan nisbah udara-bahan api LPG yang terbaik untuk prestasi enjin pembakaran dalam sistem empat lejang yang terbaik. Kini LPG telah mendapat perhatian kerana kebaikannya kepada alam sekitar. Kenderaan yang menggunakan bahan api ini membebaskan satu pertiga kurang gas organik reaktif berbanding kenderaan yang menggunakan bahan api gasolin. Oleh itu projek ini akan mengetengahkan ujikaji untuk menentukan nisbah udara-bahan api LPG dengan rekabentuk alat kemasukan udara yang pelbagai dimensi dan parameter bagi memajukan penggunaan bahan api alternatif yang banyak kebaikan ini.

1.4 Carta Alir PSM

Bagi menyempurnakan projek ini, satu carta alir telah disediakan untuk memudahkan perjalanannya. Carta alir ini membolehkan setiap proses dapat digambarkan dan pelaksanaannya dapat diperbaharui setiap masa.



BAB 2

KAJIAN ILMIAH

Untuk menjayakan projek ini, beberapa kajian telah dibuat mengenai:

- Karburetor,
- Enjin pembakaran dalam sistem empat lejang,
- Bahan api gas cecair petroleum (LPG),
- Nisbah udara-bahan api,
- Kajian Pembangunan Komponen LPG untuk Kenderaan oleh Mohd Shazwan bin Solah,
- Rekabentuk dan Pembangunan Jet dalam Karburetor Menggunakan Enjin Suapan Cecair Gas Petroleum oleh Yusnita bt. Mohd Bani.

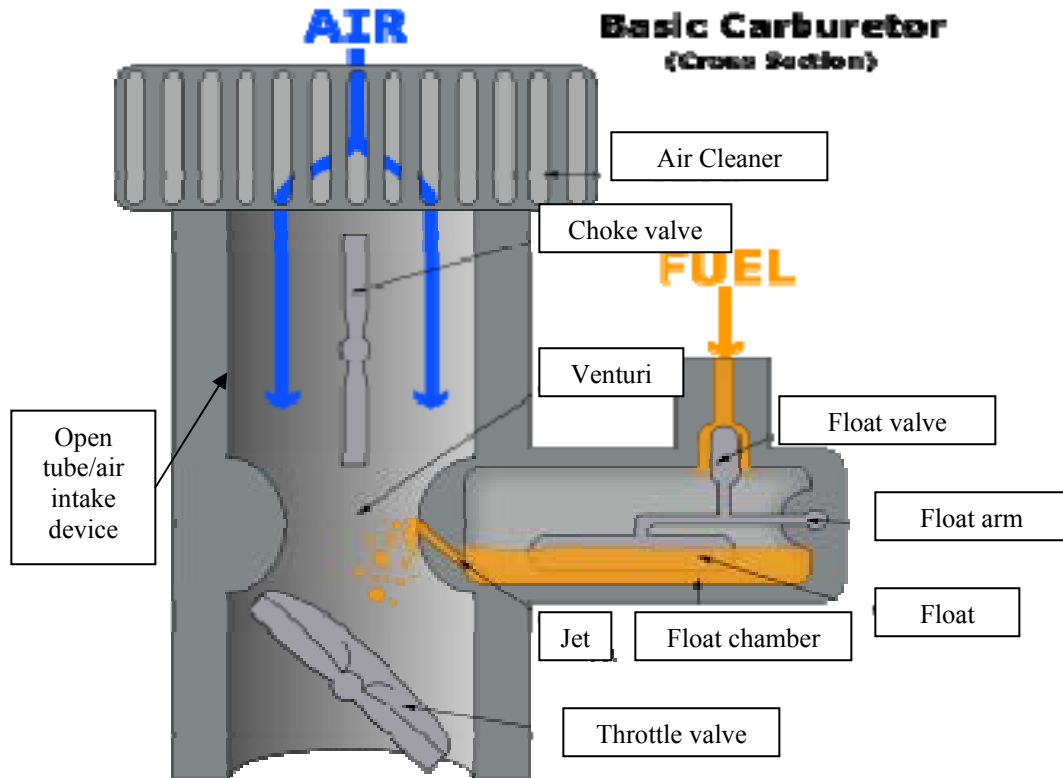
Selain daripada kajian atau maklumat yang diperolehi daripada internet dan buku-buku, projek ini juga mendapat bantuan rujukan daripada kajian yang terdahulu yang telah dijalankan oleh pelajar. Kajian itu adalah mengenai pembangunan karburetor menggunakan juga bahan api yang sama iaitu LPG. Dari projek itu maklumat-maklumat asas seperti kajian ilmiah yang dibuat dan metodologi yang membantu projek itu memberi petunjuk untuk projek ini dilaksanakan.

2.1 Karburetor

2.1.1 Sejarah dan Pembangunan Karburetor

Karburetor ialah satu alat yang mencampurkan udara dan bahan api untuk enjin pembakaran dalam. Bahagian utama karburator ialah satu alat kemasukan udara yang berbentuk tiub atau silinder. Tiub inilah yang menjadi bahan kajian utama untuk menentukan nisbah udara-bahan api iaitu tajuk bagi projek ini. Karburator dicipta oleh seorang jurutera Hungary bernama Donát Bánki pada tahun 1893. sementara itu, Frederick William Lanchester dari Birmingham, England telah menguji karburator di dalam kereta. Pada tahun 1896, Frederick dan adiknya telah mencipta kereta pandu petrol pertama di England, satu enjin pembakaran dalam satu silinder 5 hp (4 kW) dengan rantai. Mereka telah membina semula enjin itu kerana ketidakpuasan hati terhadap mutu persembahan enjin sebelum itu. Mereka telah menggantikan dengan dua silinder menggunakan rekaan terbaru karburetor mereka. Rekaan ini telah melengkapkan 1000 batu (1600 km) perjalanan pada tahun 1900 dengan berjaya menggunakan karburator sebagai satu langkah untuk maju dalam kejuruteraan automotif.

2.1.2 Prinsip as as karburetor



Rajah 2.1: Keratan rentas contoh karburetor biasa

(Sumber: <http://en.wikipedia.org/wiki/Carburetor>)

2.1.3 Komponen asas karburetor

Sebagaimana digambarkan dalam Rajah di atas, alat kemasukan udara ialah komponen yang membenarkan udara lalu dan menuju ke saluran masuk kebuk enjin. Komponen ini mempunyai satu ruang venturi yang sempit di bahagian tertentu seperti dalam rajah. Aliran udara akan mempunyai halaju yang tinggi di bahagian sempit itu.

Satu pendikit injap akan wujud di bawah venturi. Injap ini berbentuk cakera yang boleh berputar untuk samada memberi laluan atau menghalang laluan udara. Ia juga akan berfungsi untuk mengawal aliran udara sekaligus mengawal kuantiti campuran udara/bahan api dari sistem. Kuasa dan kelajuan enjin juga dapat dikawal.

Bahan api disalurkan ke arus udara yang mengalir melalui satu lubang kecil yang terletak di bahagian venturi. Pengaliran udara yang bergantung kepada kejatuhan nilai tekanan di dalam venturi ditentukan oleh kepersisan tentuukur lubang atau 'orifice' iaitu jet dalam saluran bahan api seperti dalam rajah di atas.

2.1.4 Operasi dan teori karburetor

Sesebuah enjin memuatkan karburetor yang beroperasi secara asasnya seperti di bawah:

- Mengukur aliran udara enjin
- Menghantar sukatan bahan api yang betul untuk memastikan campuran bahan api-udara dalam julat yang betul (mengambil kira factor suhu)
- Mencampur dan menyebetikan udara dan bahan api dengan betul