

‘Saya akui bahawa 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 (Reka Bentuk & Inovasi)’



IR. ABDUL TALIB BIN DIN
Pensyarah

Tandatangan

.....Fakulti Kejuruteraan Mekanikal
.....Universiti Teknikal Malaysia Melaka
.....Karung Beruntung 1205, Ayer Keroh
.....75450 Melaka

Nama penyelia 1

Tarikh

.....12/5/2018.....

Tandatangan

.....

Nama penyelia 2

.....

Tarikh

.....

REKABENTUK MIXER UNTUK KENDERAAN BERKUASA GAS

ANAS BIN AZMI

Laporan ini dikemukakan sebagai
memenuhi sebahagian daripada syarat penganugerahan
Ijazah Sarjana Muda Kejuruteraan Mekanikal (Reka Bentuk & Inovasi)

Fakulti Kejuruteraan Mekanikal
Universiti Teknikal Malaysia Melaka

MEI 2008

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

Tandatangan :

Nama Penulis : ANAS BIN AZMI

Tarikh : 13 Mei 20

PENGHARGAAN

Alhamdulillah keseluruhan kajian dan penulisan laporan ini berjaya disiapkan dalam saya memenuhi syarat untuk memperoleh Sarjana Muda Kejuruteraan Mekanikal (Reka Bentuk & Inovasi).

Pertama sekali saya ingin berterima kasih pada penyelia saya, En Ir Abdul Talib Bin Din yang banyak memberi tunjuk ajar dan dorongan dalam saya menyiapkan kajian ini. Terima kasih untuk segala buah fikiran dan panduan cara kerja sepanjang Projek Sarjana Muda saya ini.

Seterusnya saya ingin merakamkan ribuan terima kasih kepada pihak Automotive Development Centre, Universiti Teknologi Malaysia, Skudai kerana memberi saya peluang menimba pengalaman dalam bidang automotif dan penyelidikan yang seterusnya mencetuskan cadangan tajuk kajian ini. Saya tujukan penghargaan ini kepada Prof. Azhar, En. Zulkarnain, En. Mazlan, En. Hishamudin, En. Shamsuri, En. Subki dan En. Sadid kerana memberi tunjuk ajar, peluang dan pengalaman kerja yang takkan saya lupakan.

Saya juga ingin berterima kasih kepada Ayah, Ibu, semua ahli keluarga dan rakan seperjuangan untuk segala sokongan dan didikan sejak kecil sehingga sekarang. Dorongan ini membantu saya mengejar cita-cita dalam mengapai kedudukan saya sekarang.

Akhir kata saya sekali lagi ingin mengucapkan jutaan terima kasih kepada semua yang terlibat sama ada secara langsung atau tidak langsung dalam membantu menjayakan projek penyelidikan ini.

ABSTRAK

Mixer ialah satu komponen kepada enjin gas asli berasaskan *mixer*, yang berfungsi sebagai pencampur udara dengan bahanapi gas sebelum campuran ini memasuki *intake manifold* sesuatu enjin konvensional petrol. Komponen ini mempengaruhi prestasi enjin yang berjalan menggunakan kuasa bahanapi gas asli dengan membekalkan nisbah udara-bahanapi untuk pembakaran dalam enjin. Komponen ini mempunyai sekurang-kurangnya dua inlet untuk udara dan gas. *Mixer* berfungsi dengan membenarkan udara melaluinya sementara ia memanipulasi tekanan vakum yang terhasil disebabkan aliran, untuk mewujudkan satu titik tekanan rendah yang bertujuan menyedut bahanapi gas ke dalam aliran udara. Rekabentuk-rekabentuk *mixer* yang boleh didapati di pasaran masakini telah direkabentuk untuk membekalkan prestasi sederhana dengan ekonomi optimum. Satu rekabentuk yang dapat menghasilkan lebih prestasi dan sensitiviti haruslah ditambah pada senarai itu. Kajian ini bertujuan untuk merekabentuk satu *mixer* yang lebih baik dari segi aliran udara dan sedutan bahanapi gas untuk mencapai prestasi yang menyamai petrol atau diesel. Skop rekabentuk akan melibatkan merekabentuk semula *venturi mixer* untuk menambahbaikkan ciri-ciri alirannya untuk kesesuaian kenderaan berkuasa gas. Cadangan-cadangan rekabentuk *mixer* akan dibincangkan dalam Bab 3 dan rekabentuk penyelesaian terbaik akan dibetangkan dalam Bab 4. Kajian ini melibatkan aplikasi penggunaan *Computational Fluid Dynamics* (CFD) untuk menganalisa ciri-ciri aliran *venturi*.

ABSTRACT

Mixer a part of a mixer-based natural gas engine that mixes air with gas fuel before the mixture enters the intake manifold of a petrol engine. This component influences the performance of an engine that run on natural gas fuels by supplying the right proportion of air and fuel for the engine's combustion. This component has at least two inlets of air and gas fuel. A mixer functions by allowing air to go through it while manipulating the vacuum pressure created by the flow to create a low pressure point which sucks gas fuels into the air flow. Mixers available in the market nowadays are designed to supply average performance with optimum economy. A better design which produces more performance and responsiveness needed to be added to that list. This study is intended to design a better mixer in term of air flow and gas fuel suction to reach performance to match petrol or diesel. The design scope will include redesigning the venture of the mixer to enhance its flow traits to best suit natural gas powered vehicle. The proposal of mixer designs is discussed in Chapter 3 and the best design solution is presented in Chapter 4. This study includes the application of Computational Fluid Dynamics (CFD) to analyze flow characteristics of the venturi.

KANDUNGAN

BAB	PERKARA	MUKA SURAT
	PENGAKUAN	ii
	PENGHARGAAN	iii
	ABSTRAK	iv
	<i>ABSTRACT</i>	v
	KANDUNGAN	vi
	SENARAI RAJAH	iii
	SENARAI JADUAL	xii
	SENARAI RINGKASAN	xiii
	SENARAI LAMPIRAN	xiv
1	Pengenalan	1
	1.1 Latar Belakang Projek	2
	1.2 Pernyataan Masalah	3
	1.3 Objektif	4
	1.4 Skop	4
2.	Kajian Literatur	5
	2.1 Gas Asli sebagai Bahanapi Alternatif	5
	2.2 Enjin Berkuasa Gas Semulajadi	8
	2.3 Enjin Berasaskan Mixer	9
	2.4 Conversion Kit	11
	2.5 Mixer	15
	2.5.1 Kejatuhan Tekanan dalam Mixer	20
	2.6 Pembakaran Termodinamik	22
	2.6.1 Persamaan Pembakaran	23

	2.6.2 Nisbah Udara-Bahanapi Teoritikal	25
3	REKABENTUK MIXER	29
	3.1 Rekabentuk Konsep Mixer	29
	3.2 Penyelesaian Teoritikal	32
	3.3 Ujian Simulasi	36
4	REKABENTUK KONSEP MIXER	39
	4.1 Rekabentuk Konsep Mixer	39
	4.2 Penyelesaian Teoritikal	41
	4.3 Ujian Simulasi	44
	4.4 Rapid Prototyping	59
5	APLIKASI MIXER KONSEP	63
	5.1 Aplikasi Konsep	63
6	KESIMPULAN	68
	6.1 Kesimpulan	68
	6.2 Cadangan Kajian Susulan	69
5	RUJUKAN DAN BIBLIOGRAFI	70
6	LAMPIRAN	73

SENARAI RAJAH

BIL.	TAJUK	MUKASURAT
2.1	Cotoh Sistem Asas Mixer pada Nissan Vanette (Sumber: Internet)	10
2.2	Contoh <i>Conversion Kit</i> (Sumber: Internet)	11
2.3	Tangki Gas pada Proto Waja	12
2.4	Contoh Regulator 3 Peringkat (Sumber: Internet)	13
2.5	<i>Mixer</i> pada Enjin Mitsubishi 4G18	13
2.6	Jenis Rekabentuk <i>Mixer</i> di Pasaran (Sumber: Rosli, 2002)	16
2.7	Graf Perbandingan Jenis-Jenis Mixer (Sumber: Mardani, 2003)	17
2.8	Venturi Menegak dalam Enjin Karburetor (Sumber: Internet)	19
2.9	<i>Mixer</i> selepas <i>Throttle</i> dalam Enjin <i>Injection</i> (Sumber: Internet)	19

2.10	Plot Tekanan dan Kelajuan sepanjang Venturi (Sumber: Internet)	20
3.1	Keratan Rentas Rekabentuk Konsep Mixer	30
3.2	Rekabentuk Dalaman <i>Mixer</i>	33
3.3	Graf Kelajuan Udara dalam <i>Mixer</i>	35
3.4	Graf Tekanan Udara dalam <i>Mixer</i>	35
3.5	Prosedur Simulasi	37
4.1	Rekabentuk Konsep CAD	40
4.2	Keratan Rentas Rekabentuk Konsep CAD	40
4.3	Keratan Rentas Rekabentuk <i>Venturi</i> Rekabentuk Konsep	41
4.4	Graf Kelajuan Udara dalam Rekabentuk Konsep	43
4.5	Graf Tekanan Udara dalam Rekabentuk Konsep	43
4.6	Corak Aliran Utama 2D Rekabentuk Konsep	44
4.7	Corak Tekanan pada Permukaan 3D Rekabentuk Konsep	45
4.8	Corak Tekanan di bahagian Kritikal 3D Rekabentuk Konsep	45
4.9	Corak Trajektori Aliran Utama 3D Rekabentuk Konsep	46

4.10	Perubahan Kelajuan sepanjang Rekabentuk Konsep	47
4.11	Perubahan Tekanan sepanjang Rekabentuk Konsep	47
4.12	Keputusan CFD Keratan Rentas Mixer NG pada 2000rpm	49
4.13	Keputusan CFD Keratan Rentas Mixer NG pada 5000rpm	50
4.14	Keputusan CFD Keratan Rentas Mixer CNG pada 2000rpm	51
4.15	Keputusan CFD Keratan Rentas Mixer CNG pada 5000rpm	52
4.16	Keputusan CFD Keratan Rentas Mixer Konsep pada 2000rpm	53
4.17	Keputusan CFD Keratan Rentas Mixer Konsep pada 2000rpm	54
4.18	Graf Kelajuan Aliran melawan Kedudukan sepanjang Mixer pada 2000rpm	56
4.19	Graf Kelajuan Aliran melawan Kedudukan sepanjang Mixer pada 5000rpm	56
4.20	Graf Perubahan Tekanan melawan Kedudukan sepanjang Mixer pada 2000rpm	58
4.21	Graf Perubahan Tekanan melawan Kedudukan sepanjang Mixer pada 5000rpm	58
4.22	Z406 3D Printer	59
4.23	Proses Pencetakan Z406 3D Printer	61

4.24	Proses Infiltration Produk	61
4.25	Hasil Rapid Prototaiping Mixer Konsep	62
5.1	Lukisan Sambungan 3D CAD Mixer Konsep	64
5.2	Lukisan Leraian 3D CAD Mixer Konsep	64
5.3	Aplikasi Mixer Konsep	65
5.4	Rekabentuk Mixer Konsep	66

SENARAI JADUAL

BIL.	TAJUK	MUKASURAT
2.1	Kandungan Tenaga Bahanapi Alternatif relatif kepada Petrol dan Diesel (Maxwell 1995)	6
2.2	Bekalan Gas Asli mengikut Rekod (Poulton, 1994)	6
2.3	Nilai Teoritikal Nisbah Udara/Bahanapi	27
3.1	Contoh Hasil Pengiraan Teoritikal	34
4.1	Hasil Pengiraan Teoritikal	42
4.2	Spesifikasi Z406 3D Printer	60

SENARAI RINGKASAN

CAD	=	Computer-Aided Design
CFD	=	Computational Fluid Dynamics
CNG	=	Compressed Natural Gas
CO	=	Karbon Monoksida
CO ₂	=	Karbon Dioksida
DOHC	=	Double Over-Head Cam
ECU	=	Electronic Controller Unit
EGR	=	Exhaust Gas Recirculation
EURO II	=	1996 European Emission Standard untuk kenderaan penumpang
LNG	=	Liquefied Natural Gas
MAP	=	Manifold Airflow Pressure
NG	=	Natural Gas
NO ₂	=	Nitrogen Dioksida
SO ₂	=	Sulfur Dioksida

SENARAI LAMPIRAN

BIL.	TAJUK	MUKA SURAT
A	Rekabentuk Konsep	
B	Ujian Simulasi	
C	Rapid Prototyping	

BAB 1

Pengenalan

Penggunaan gas semulajadi kini adalah satu alternatif terbaik penggantian bahanapi petrol dan diesel. Gas-gas seperti *Compressed Natural Gas* (CNG), *Liquefied Natural Gas* (LNG) dan *Liquefied Petroleum Gas* (LPG) ini terbukti lebih murah dan bekalannya dijangkakan lebih lama dari bahanapi petrol dan diesel. Bahan api gas yang digunakan mampu mengurangkan keluaran gas pencemar dari ekzos seperti CO, CO₂, NO₂ dan SO₂, selain menjanjikan penggunaan yang lebih ekonomik.

Mixer adalah pencampur bahanapi gas dan udara sebelum memasuki enjin. Rekabentuk *mixer* yang baik boleh menghasilkan peningkatan prestasi enjin dan ekonomi penggunaan bahanapi.

1.1 Latar Belakang Projek

Fakta kemungkinan kita akan kehabisan sumber bahanapi cecair seperti petrol dan diesel dalam 40 tahun lagi mencetuskan usaha giat para penyelidik mencari bahanapi alternatif lain. Rutin harian kita mengharuskan kita menggunakan bahanapi cecair konvensional. Para penyelidik dan jurutera seluruh dunia giat berusaha untuk mencari penyelesaiannya sehingga terjadinya penemuan bahanapi gas, motor elektrik dan bahanapi biologi.

Gas semulajadi boleh digunakan sebagai pengganti petrol dan diesel untuk enjin pembakaran dalaman. Penggunaan bahanapi gas adalah lebih ekonomikal jika dibandingkan dengan petrol dan diesel. Kita sudahpun mempunyai teknologi untuk membenarkan enjin pembakaran dalaman bergantung sepenuhnya pada bahanapi gas semulajadi. Bahanapi ini juga mengeluarkan kurang gas ekzos menjadikannya satu penyelesaian alternatif bahanapi yang mesra alam.

Terdapat 3 bentuk gas semulajadi di pasaran termasuklah *Compressed Natural Gas* (CNG), *Liquefied Natural Gas* (LNG) dan *Liquefied Petroleum Gas* (LPG). LPG ialah satu bahanapi yang berasaskan propana dan lain-lain gas hidrokarbon pada suhu atmosfera yang dicairkan apabila termampat. Manakala LNG dan CNG adalah bahanapi asas metana; LNG disejukkan ke bentuk cecair oleh alat penyejuk dan CNG pula dalam fasa gas. LNG dan LPG biasanya digunakan untuk tugas-tugas berat manakala CNG lebih sesuai untuk kereta.

Mixer digunakan dalam kit penukaran yang dipasang pada kenderaan untuk membenarkannya menggunakan bahanapi gas semulajadi. *Mixer* mencampurkan udara dengan bahanapi gas sebelum campuran ini memasuki enjin untuk tujuan pembakaran. Rekabentuk *mixer* yang baik adalah penting untuk menghasilkan nisbah udara-bahanapi terbaik untuk mengoptimumkan prestasi. Antara kriteria yang ditekankan dalam merekabentuk satu *mixer* adalah kelajuan aliran udara yang dibenarkan dan juga kesan

pencampuran udara-bahanapi. *Mixer* terbaik mestilah membenarkan kadar terbaik kelajuan aliran, kesan vakum dan kesan pencampuran.

1.2 Pernyataan Masalah

Di pasaran, terdapat berbagai kit penukaran ke bahanapi gas untuk kenderaan. Tetapi kebanyakan rekabentuk *mixer* sedia ada adalah direkabentuk untuk kegunaan prestasi minimum dengan ekonomi maksimum. Jadi masalah seperti enjin kurang responsif sering kedengaran di kalangan pengguna. Antara rungutan pengguna termasuklah kenderaan mereka kurang daya pecutan ketika memotong.

Rekabentuk *mixer* sedia ada ditambahbaikkan untuk menambahkan prestasi dan kebolehpercayaan ke atas penggunaan bahanapi gas. Prestasi kenderaan berkuasa gas dapat ditingkatkan dengan mengawal nisbah udara-bahanapi yang dibakar dalam enjin. Ini dapat dilakukan dengan mengubahsuai rekabentuk *mixer* supaya aliran pencampuran optimum dapat dihasilkan.

1.3 Objektif

Objektif kajian adalah seperti berikut:

1. Menghasilkan satu rekabentuk *mixer* untuk kenderaan berkuasa gas seperti CNG dan LPG.
2. Menguji rekabentuk *mixer* dengan menggunakan perisian mekanik bendalir, CFD.
3. Mencadangkan rekabentuk *mixer* baru yang lebih berkesan dari segi kadar alir dan kesan vakum pada bahanapi gas.

1.4 Skop

Skop merangkumi aspek-aspek berikut:

1. Menghasilkan rekabentuk-rekabentuk *mixer* untuk menambahbaikkan rekabentuk-rekabentuk sedia ada bagi kenderaan berkuasa CNG dan LPG.
2. Kiraan mekanik bendalir untuk mengagak dan membuktikan kadar aliran dalam rekabentuk-rekabentuk *mixer*.
3. *Computer-Aided Drawing (CAD)* untuk menghasilkan cadangan-cadangan rekabentuk menggunakan perisian Catia.
4. Simulasi mekanik bendalir menggunakan perisian CFD.

BAB 2

KAJIAN LITERATUR

2.1 Gas Asli sebagai Bahanapi Alternatif

Bahanapi alternatif boleh ditakrifkan sebagai bahanapi yang boleh diekstrakkan daripada selain sumber *crude oil*. Minyak asas adalah bahanapi yang berunsurkan petroleum. Beberapa jenis bahanapi gas alternatif yang ada di pasaran yang bukanlah *crude oil* termasuklah Natural Gas (NG), Liquefied Petroleum Gas (LPG), Methanol, Ethanol, Hydrogen dan lain-lain (Maxwell, 1995).

Jumlah tenaga yang dibebaskan dalam pembakaran bahanapi dalam udara bergantung kepada jenis bahanapi tersebut. Ini boleh diperhatikan dalam Jadual 2.1 dimana kebanyakan bahanapi alternatif ini mempunyai *heating value* yang rendah. Berdasarkan nilai ketumpatan tenaga ethanol dan methanol, kedua-duanya mestilah dibakar lebih untuk menghasilkan tenaga yang menyamai petrol. Bahanapi lain seperti NG, LPG dan hidrogen juga mempunyai ketumpatan yang lebih rendah berbanding petrol. Dengan ini, NG, LPG dan hidrogen dapat membekalkan lebih tenaga per kilogram. Kenderaan yang berjalan menggunakan mana-mana bahanapi ini adalah lebih efisien kerana ia dapat menghasilkan lebih tenaga untuk jumlah yang sama dengan

petrol. Oleh sebab itu, rekabentuk enjin memainkan peranan penting untuk membekalkan efisiensi kepada enjin untuk mengeksploit sepenuhnya kelebihan ketumpatan tenaga yang didapati dari bahanapi-bahanapi ini.

Jadual 2.1 Kandungan Tenaga Bahanapi Alternatif relatif kepada Petrol dan Diesel
(Maxwell 1995)

Bahanapi	Ketumpatan (kg/m ³)	Jumlah Tenaga (MJ/m ³)	Tenaga Relatif berbanding jisim Petrol	Tenaga Relatif berbanding jisim Diesel
Petrol	621.8	4257	100%	91%
Diesel	622.2	4694	110%	100%
LPG	422.1	3113	115%	109%
Methanol	658.5	2100	49%	45%
Ethanol	652.5	2813	66%	60%
NG	351.2	2814	120%	113%

Berdasarkan kepada nilai ketumpatan tenaga yang tinggi dan bekalan yang masih banyak, NG telah dipilih untuk kajian yang mendalam di seluruh dunia. Jadual 2.2 menunjukkan taburan dan jumlah bekalan gas asli dunia. Gas asli telah digunakan pada lebih 1 juta kenderaan sejak 1993 dan bilangannya semakin meningkat kesan daripada pendedahan kelebihan-kelebihan gas asli kepada pengguna. Ia telah digunakan untuk tujuan domestik dan perindustrian (pemanasan, bekalan tenaga termal, industri kimia). Gas asli dilabel sebagai satu bahanapi bersih dalam kriteria ekologi (Poulton, 1994).

Jadual 2.2 Bekalan Gas Asli mengikut Rekod (Poulton, 1994)

Kawasan	Keluasan Trillion Kubik Meter	Jumlah Tan Minyak relatif	Jumlah sher (%)
Amerika Utara	7.5	6.7	6.1
Amerika Latin	6.8	6.1	5.4
Eropah Barat	5.1	4.6	4.1
CIS/E Eropah	50	45	40.4
Timur Tengah	37.4	33.7	30.1
Afrika	8.8	7.9	7.1
Asia/Australasia	8.4	7.6	6.8
Jumlah	124	111.6	100

Di Malaysia, syarikat minyak dan gas nasional PETRONAS telah memperkenalkan program NGV (Natural Gas Vehicle) pada tahun 1986. Kini terdapat hampir 4,000 teksi yang digelar 'Enviro 2000' di Kuala Lumpur sejak 1998. Adalah dijangkakan pengeluaran kereta nasional, PROTON akan menghasilkan lebih kurang 40,000 kenderaan NGV menjelang 2004 untuk pasaran Malaysia (Taib Iskandar Mohamad, 2003).

Kemajuan dan pembangunan industri NGV di Malaysia adalah perlahan akibat daripada kekurangan stesen isian semula dan kesukaran mendapatkan peralatan asli pengeluaran kit penukaran gas. Sebaliknya, kerajaan menyokong penggunaan alternatif ini dan telah menetapkan cukai import serta pengecualian cukai untuk kit penukaran. Pengurangan cukai 25% untuk kenderaan *bio-fuel* dan 50% keatas kenderaan *monogas* diberikan untuk memesatkan industri ini oleh kerajaan.

Malaysia sekarang ini menggunakan EURO II sebagai peraturan emisi kenderaan dan ia akan diteruskan sehingga 2010 (Jitendra Shah, 2001). Keluaran gas ekzos oleh kenderaan NGV adalah jauh dibawah had EURO II dari segi jumlah karbon monoksida, hidrokarbon dan nitrogen oksida. Tambahan pula, kenderaan ini dapat bergerak sejauh 170km untuk setiap isian NGV menjadikan prestasinya setanding kenderaan berkuasa petrol. Lebih-lebih lagi, kenderaan ini dapat memberikan lebih penjimatan ke atas perbelanjaan bahanapi kerana harganya yang lebih murah berbanding petrol (Yusoff Ali, 2003).

2.2 Enjin Berkuasa Gas Semulajadi

Gas semulajadi yang digunakan dalam aplikasi automotif di Malaysia termasuklah *Compressed Natural Gas* (CNG) dan *Liquefied Petroleum Gas* (LPG). Setakat ini jenama pembuat kereta seperti Toyota, Man dan Tata telah lama menghasilkan enjin-enjin berkuasa gas asli. Enjin-enjin ini direkabentuk untuk menggunakan samada mana-mana satu gas asli sebagai bahanapi.

Di negara ini, jenama seperti Lovato dan Tartarini dikenali sebagai jenama kit penukaran ke bahanapi gas untuk enjin petrol. Kit penukaran ini boleh digunakan untuk menukarkan enjin *mono-fuel* kepada *bi-fuel*.

Terdapat 3 jenis enjin gas asli iaitu:

i. Dual fuel

Enjin ini adalah hasil pembangunan daripada enjin diesel konvensional. Di dalam enjin sebegini, diesel dan bahanapi gas dicampurkan di dalam silinder semasa proses mampatan. Oleh kerana gas asli tidak akan menyala akibat mampatan, diesel diperlukan untuk memulakan penyalaan campuran gas dan diesel. Apabila ketiadaan bahanapi gas, enjin ini boleh kembali ke operasi asalnya menggunakan diesel.

ii. Bi-fuel

Berbanding dengan jenis enjin *dual-fuel*, enjin ini dibangunkan daripada enjin petrol konvensional, dimana sistem bahanapinya diubahsuai untuk beroperasi antara petrol atau gas. Bila gas tidak mencukupi, enjin ini dapat bertukar untuk beroperasi dengan petrol.

iii. *Dedicated/Mono fuel*

Ini adalah enjin berbahanapi spesifik, dimana ia direka untuk beroperasi menggunakan hanya gas asli. Ini membolehkan sifat-sifat gas asli dieksploit sepenuhnya tanpa memerlukan kompromi dalam rekabentuk untuk membolehkan penggunaan bahanapi lain.

2.3 Enjin Berasaskan Mixer

Tiap-tiap jenis enjin ini berkemungkinan menggunakan ataupun tidak komponen *mixer*. Ini kerana terdapat 2 jenis sistem enjin berkuasa gas asli iaitu:

1. Asas *Mixer*

Jenis enjin ini menggunakan kit yang bermixer dalam sistem aliran bahanapinya. *Mixer* digunakan sebagai pencampur bahanapi gas dengan udara sebelum *throttle body* enjin. *Mixer* pada asasnya adalah seperti karburetor dalam enjin konvensional.