

MEMBANGUNKAN ENJIN MOTOSIKAL MENGGUNAKAN
BAHAN API LPG

HENDRA BIN RUDING @ RUDDIN

UNIVERSITI TEKNIKAL MALAYSIA MELAKA

“Saya/Kami* akui bahawa telah membaca
Karya ini dan pada pandangan Saya/Kami* karya ini
Adalah memadai dari segi skop dan kualiti untuk tujuan penganugerahan
Ijazah Sarjana Muda Kejuruteraan Mekanikal (Automotif)

Tandatangan :.....

Nama Penyelia :En. SAFARUDIN GHAZALI HERAWAN

Tarikh :.....

Tandatangan :.....

Nama Penyelia :En. AFZANIZAM

Tarikh :.....

*Potong yang tidak berkenaan

MEMBANGUNKAN ENJIN MOTOSIKAL MENGGUNAKAN
BAHAN API LPG

HENDRA BIN RUDING @ RUDDIN

Laporan ini dikemukakan sebagai
Memnuhi sebahagian daripada syarat penganugerahan
Ijazah Sarjana Muda Kejuruteraan Mekanikal (Automotif)

Fakulti Kejuruteraan Mekanikal
Universiti Teknikal Malaysia Melaka

APRIL 2009

PENGAKUAN

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

Tandatangan :

Nama Penulis : HENDRA BIN RUDING @ RUDDIN

Tarikh : 9 APRIL 2008

DEDIKASI

BUAT AYAHANDA DAN BONDA SERTA KELUAGA TERCINTA...
DIKAULAH YANG TERBAIK DALAM HIDUPKU...

UNTUK RAKAN-RAKAN SEPERJUANGAN SERTA PENSYARAH...
YANG TIDAK PUTUS-PUTUS MEMBERIKAN SOKONGAN...

PENGHARGAAN

Assalamualaikum.

Setinggi-tinggi kesyukuran dipanjatkan kehadiran Ilahi kerana dengan berkat limpah kurnia-Nya, Penulis diberikan kekuatan dan semangat untuk menyiapkan projek ini dalam tempoh masa yang telah ditetapkan.

Dengan penuh keikhlasan, Penulis ingin mengucapkan dan merakamkan jutaan terima kasih terutamanya kepada En. Safarudin Gazali Herawan kerana dengan tunjaj ajar serta bimbingan beliau, laporan ini Berjaya disiapkan dengan jayanya. Selain itu, hasil bimbingan beliau juga, pelbagai ilmu dan panduan berguna diperolehi yang boleh digunakan pada hari ini dan juga pada masa akan datang.

Disamping itu, tidak lupa juga kepada kedua ibu-bapa, En. Rudin bin Paita dan Pn. Nurhayati binti Kambasen yang banyak memberikan semangat, dorongan dan bantuan dari pelbagai aspek untuk Berjaya dalam hidup. Setinggi penghargaan juga ditujukan kepada juruteknik-juruteknik dari Fakulti Kejuruteraan Mekanikal yang memberikan kerjasama sepenuhnya dalam menjayakan projek ini terutamanya pada bahagian eksperimen. Tidak dilupakan kepada sahabat handai yang banyak memberikan informasi yang berguna dalam menjayakan projek ini. Sesungguhnya, segala bantuan secara langsung atau tidak langsung dalam menjayakan projek ini amatlah dihargai. Bantuan yang diterima daripada individu yang terlibat amat bermakna kerana tanpa individu ini, projek ini tidak akan berjaya sama sekali. Semoga Allah S.W.T akan membalas semua jasa baik ini dengan balasan – balasan yang baik dan penuh kebahagiaan. Sekian, terima kasih.

ABSTRAK

Kajian ini mengisarkan tentang pembangunan komponen sistem gas petroleum cecair (LPG) untuk motorsikal yang dijalankan bagi memenuhi syarat pengijazahan Sarjana Muda Kejuruteraan Mekanikal (Automotif). Dalam projek ini, terdapat dua bahagian penting iaitu kajian ilmiah tentang kenderaan menggunakan LPG manakala bahagian kedua ialah pemasangan sistem LPG dalam motorsikal. Bahagian pertama iaitu kajian ilmiah merupakan proses pengumpulan maklumat dan data yang berkaitan tentang LPG dan aplikasi bahan api tersebut sebagai bahan api dalam kenderaan. Segala maklumat dan data yang diperolehi adalah melalui rujukan pada buku, jurnal, artikel dan juga bahan-bahan informasi daripada laman web. Dalam Laporan Projek Sarjana Muda ini, Pemasangan motosikal menggunakan bahan api LPG ditunjukkan dan ujikaji dilakukan bagi mengenalpasti prestasi motosikal menggunakan LPG dan dibandingkan dengan motosikal janaan bahan api petrol. Pada bahagian akhir laporan ini, beberapa perkara dibincangkan antaranya kesimpulan daripada projek dan juga penambahbaikan yang boleh dilakukan pada motosikal menggunakan bahan api LPG selain penambahbaikan dalam menjayakan projek ini agar mendapatkan keputusan dan data yang lebih baik dan tepat.

ABSTRACT

This research is based on developing a new LPG system component for motorcycle and conducted in order to fulfill the requirements of Graduation in Bachelor Degree of Mechanical Engineering (Automotive). In this project, two important parts are the literature review on vehicle that used LPG system meanwhile the other section is LPG system assembly to the motorcycle. The first part which is literature review is the discussion on the data and information gathered from several sources. To complete this research, the data and information gathered from books, journals, articles and from web site information. For the second part of the report, it discussed the assembly of motorcycle that using LPG as alternative fuel and experiment is conducted to measure the performance of LPG motorcycle engine which is needed to be compared to motorcycle that used gasoline as fuel source. In the last chapter of this report, it discussed the summary of project and recommendation on improving LPG motorcycle system besides improving the facility and equipments to achieve the project objective so that it will significantly improved the data precision.

KANDUNGAN

BAB	PERKARA	MUKA SURAT
	PENGESAHAN PENYELIA	
	JUDUL	
	PENGAKUAN	ii
	DEDIKASI	Iii
	PENGHARGAAN	iv
	ABSTRAK	v
	KANDUNGAN	vii
	SENARAI RAJAH	xi
	SENARAI JADUAL	xiii
	SENARAI SIMBOL/ SINGKATAN/ TATA NAMA/ ISTILAH	xiv
	SENARAI LAMPIRAN	xv
BAB 1	PENGENALAN	1
	1.1 Pendahuluan	1
	1.2 Analisa Masalah	2
	1.3 Carta Alir PSM	3
	1.4 Objektif Projek	4
	1.5 Skop Projek	4

BAB	PERKARA	MUKA SURAT
BAB 2	KAJIAN ILMIAH	5
	2.1 Gas Petroleum Cecair (LPG)	5
	2.1.1 Kelebihan Menggunakan LPG Sebagai Bahan Api	8
	2.1.2 Kekurangan Menggunakan LPG Sebagai Bahan Api	8
	2.2 Prinsip Enjin Empat Lejang	9
	2.2.1 Lejang Pengambilan	10
	2.2.2 Lejang Mampatan	10
	2.2.3 Lejang Kuasa	11
	2.2.4 Lejang Ekzos	12
	2.3 Operasi Enjin yang Menggunakan LPG	13
	2.4 Kajian Prestasi Kenderaan Menggunakan LPG	15
	2.4.1 Kecekapan Enjin LPG Empat Lejang	15
	2.4.2 Perbandingan Pengeluaran Gas Ekzos Antara Enjin LPG dan Petrol	16
	2.4.2.1 Pengeluaran Gas Ekzos Hasil Pembakaran Petrol	17
	2.4.2.2 Pengeluaran Gas Ekzos Hasil Pembakaran LPG	17
BAB 3	METODOLOGI	18
	3.1 Pengumpulan Maklumat	18
	3.2 Merekabentuk	19
	3.3 Pemilihan Komponen yang Sesuai	19

BAB	PERKARA	MUKA SURAT
	3.4 Aturan Pemasangan Komponen LPG	20
	3.4.1 Pemasangan Tangki LPG	21
	3.4.2 Pemasangan Injap Kawalan LPG	21
	3.4.3 Pemasangan Injap Kawalan Tekanan	
	3.4.4 Pemasangan Kabel Dua Lejang	23
	3.4.5 Pemasangan Pencampur	24
	3.4.6 Pemasangan Sistem Perpaipan LPG	24
	3.5 Ujikaji Yang Akan Dijalankan	24
	3.5.1 Pengumpulan Maklumat	25
	3.5.2 Pemilihan Radas Yang Sesuai	26
	3.5.3 Ujikaji Yang Dijalankan	26
	3.5.4 Ujikaji Penggunaan Bahan Api Petrol dan LPG	27
	3.5.4.1 Prosedur Ujikaji Bagi Bahan Api Petrol	27
	3.5.4.2 Prosedur Ujikaji Bagi Bahan Api LPG	29
	3.5.4.3 Pengiraan Kecekapan Termal Bagi Bahan Api LPG dan Petrol	32
BAB 4	DATA UJIKAJI DAN PERBINCANGAN	33
	4.1 Keputusan Hasil Ujikaji	34
	4.2 Analisa Keputusan Ujikaji	39

BAB	PERKARA	MUKA SURAT
BAB 5	KESIMPULAN DAN PENAMBAHBAIKAN	43
	5.1 Kesimpulan	43
	5.2 Cadangan Penambahbaikan	45
	5.2.1 Penambahbaikan Pada Motosikal LPG	45
	5.2.1.1 Merekabentuk Tangki LPG	45
	5.2.1.2 Merekabentuk Pencampur LPG	46
	5.2.1.3 Membangunkan Sistem Keselamatan Pada Motosikal LPG	47
	5.2.2 Penambahbaikan Pada Masalah Yang Timbul	48
	5.2.2.1 Penyediaan Fasiliti Dynometer	48
	5.2.2.2 Penyediaan Alat Analisis Gas	49

RUJUKAN

BIBLIOGRAPHY

LAMPIRAN A

LAMPIRAN B

LAMPIRAN C

LAMPIRAN D

LAMPIRAN E

LAMPIRAN F

LAMPIRAN G

LAMPIRAN H

LAMPIRAN I

LAMPIRAN J

SENARAI RAJAH

BIL	TAJUK	MUKA SURAT
1.1	Carta alir PSM	3
2.1	Ikatan Molekul Propana dan Butana	6
2.2	Gambar Skematik Enjin Empat Lejang	9
2.3	Lejang Pengambilan	10
2.4	Lejang Mampatan	11
2.5	Lejang Kuasa	12
2.6	Lejang Ekzos	13
2.7	Skematik Alat Pengawalan Pencampuran Enjin	14
2.8	Skematik Alat Pengawalan Dwi Bahan Api	14
3.1	Carta Alir Rekabentuk Sistem Motosikal LPG	19
3.2	Carta Alir Pemasangan Komponen LPG pada motosikal	20
3.3	Tangki Tekanan LPG	21
3.4	Injap Kawalan LPG	22
3.5	Injap kawalan Tekanan	23
3.6	Carta Alir Proses Ujikaji Sistem LPG	25
3.7	Alat Pengukur Kelajuan Udara dan Takometer	26

BIL	TAJUK	MUKA SURAT
3.8	Pemasangan Penentukur Isipadu Minyak Petrol	27
3.9	Tatacara Pusingan Pendikit Mengikut Senggatan	28
3.10	Pemasangan Kabel Dua Lejang	28
3.11	Pemasangan Pengantaran Petrol	28
3.12	Pemasangan Pengawal Tekanan Tangki LPG	
3.13	Pemasangan Injap Kawalan LPG	
3.14	Pemasangan Pencampur LPG	
4.1	Graf Jisim Bahan Api Petrol Melawan Pusingan Pendikit	36
4.2	Graf Isipadu Bahan Api Petrol Melawan Pusingan Pendikit	36
4.3	Graf Jisim Bahan Api LPG Melawan Pusingan Pendikit	37
4.4	Graf Isipadu Bahan Api LPG Melawan Pusingan Pendikit	37
4.5	Perbandingan Jisim Bahan Api Melawan Pusingan Pendikit	38
4.6	Perbandingan Isipadu Bahan Api Melawan Pusingan Pendikit	38
5.1	Pencampur LPG	46
5.2	Skematik Gambar Huraian Pencampur	47
5.3	Contoh Dynometer Bagi Kegunaan Motosikal	48
5.4	Contoh Alat Analisis Gas	49

SENARAI JADUAL

BIL	TAJUK		MUKA SURAT
2.1	Siri Nombor Oktana bagi Komponen Gas Petroleum Cecair dan Gasolin		6
2.2	Data Kandungan Hidrokarbon Propana dan Butana		7
3.1	Contoh Jadual Penggunaan Bahan Api Petrol		29
3.2	Contoh Jadual Penggunaan Bahan Api LPG		31
3.3	Ciri-Ciri LPG dan Petrol		32
3.4	Kecekapan Termal bagi bahan api petrol dan LPG		32
4.1	Spesifikasi Enjin yang Digunakan		33
4.2	Jadual Penggunaan Bahan Api Petrol		34
4.3	Jadual Penggunaan Bahan Api LPG		35
4.4	Jadual Kos Bahan Api Petrol dan LPG per 60 Saat		39
4.5	Penjimatan Kos Bahan Api LPG Terhadap Petrol		39

SENARAI SIMBOL

LPG	=	Liquified Petroleum Gas (Gas Petroleum Cecair)
ρ	=	Ketumpatan ($\frac{kg}{m^3}$)
V	=	Halaju ($\frac{m}{s}$)
Q	=	Kadar alir ($\frac{m^3}{s}$)
η_v	=	Kecekapan Isipadu (volumetrik Efficiency)
AFR	=	Nisbah Udara Bahan Api (Air Fuel Ratio)
V_d	=	Isipadu Sesaran (Volume Displacement) (m^3)
m_a	=	Kadar alir jisim udara ($\frac{kg}{s}$)
m_f	=	Kadar alir jisim bahan api ($\frac{kg}{s}$)
N	=	Kelajuan enjin (Pusingan sesaat)
η_t	=	Kecekapan termal (thermal Efficiency)
A	=	Luas Permukaan (m^2)

SENARAI LAMPIRAN

BIL	TAJUK		MUKA SURAT
A	Carta Gant PSM		52
B	Lukisan Penuh Injap Kawalan LPG		53
C	Lukisan Huraian Injap Kawalan LPG		54
D	Lukisan Badan Utama Injap Kawalan LPG		55
E	Lukisan Silinder Tekanan Rendah		56
F	Lukisan Pengawal Atur Tekanan		57
G	Lukisan Penutup Atas		58
H	Lukisan Penutup Bawah		59
I	Graf Suhu dan Tekanan Bagi Propana dan Butana		60
J	Aplikasi Bahan Api LPG Pada Enjin Berkapasiti Rendah		61

BAB 1

PENGENALAN

1.1 Pendahuluan

Gas Petroleum Cecair (lebih dikenali sebagai Liquefied Petroleum Gas – LPG) adalah gas hidro karbon yang mana komposisi utamanya ialah Propana (C_3H_8) dan Butana (C_4H_{10}). Pada keadaan normal dan dalam tekanan dan suhu atmosfera, LPG berada dalam bentuk gas. Oleh itu, tangki tekanan dan proses penyejukan dilakukan bagi menyimpan LPG dalam bentuk cecair.

Secara amnya, penggunaan LPG di Malaysia adalah sangat meluas. Antaranya ialah dalam peralatan seperti dapur masak, pemanas air dan juga ketuhar. Selain itu, LPG juga banyak digunakan pada industri berat seperti industri besi dan keluli, industri aerosol, pengeluaran kaca dan seramik. Pada hari ini, LPG telah mula digunakan sebagai bahan api alternatif menggantikan petroleum dalam sektor automotif bagi mengatasi kesan harga minyak petroleum yang semakin meningkat di pasaran.

Menyentuh kepada sektor automotif, sektor ini memberikan sumbangan yang besar dalam pencemaran udara di serata dunia. Oleh itu, banyak negara telah memilih LPG sebagai satu bahan alternatif dalam mengatasi masalah pencemaraan udara. Austria merupakan negara pertama yang menggunakan LPG dalam sektor pengangkutan. Pada hari ini, kebanyakan kajian yang dijalankan adalah untuk meningkatkan keupayaan dan

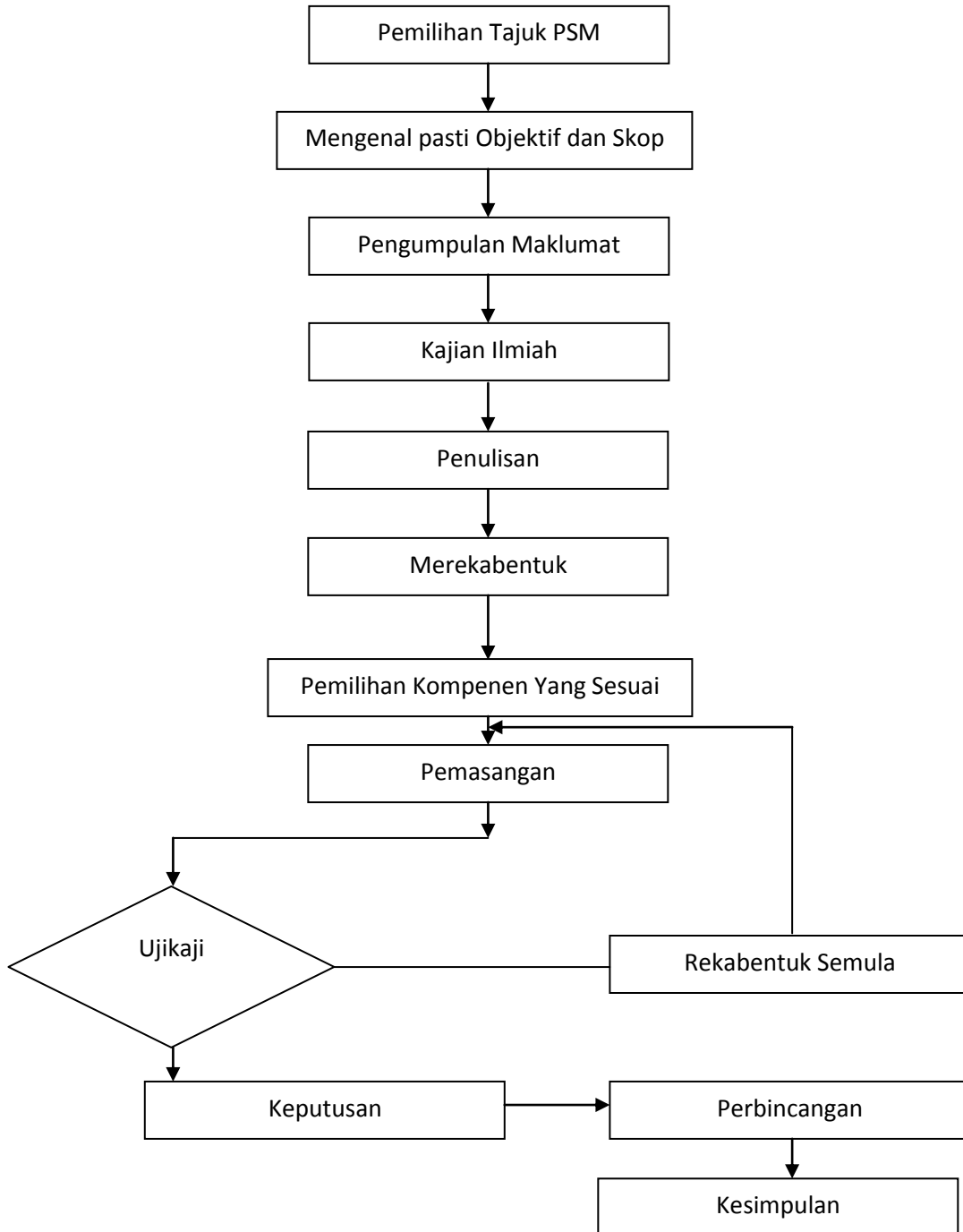
memperbaiki sistem LPG di dalam penggunaannya kepada bidang automotif. Hasil kajian daripada saintis telah mendapati bahawa bahan api yang paling sesuai digunakan dalam sektor automotif adalah gas asli (CNG) dan juga LPG. Namun begitu, lebih ramai yang mengesyorkan penggunaan LPG dalam kenderaan berbanding gas asli atau bahan alternatif yang lain. Punca utamanya ialah dari segi kos penghasilan LPG adalah lebih murah berbanding sistem yang digunakan untuk menyediakan gas asli. Selain itu, LPG juga lebih mudah digunakan kerana bahan api ini tidak memerlukan tangki tekanan yang sangat tinggi seperti yang digunakan pada tangki tekanan gas asli.

Daripada sudut ekonomi pula, penggunaan LPG sebagai bahan api juga bukan sahaja dapat mengurangkan masalah pencemaran malah boleh dijadikan modal yang baik bagi membangunkan ekonomi negara sejajar dengan sumbangan kita sebagai pengeluar gas yang terkemuka di dunia. Oleh itu, LPG telah dapat membuktikan bahawa penggunaannya dalam sektor automotif akan menjamin peningkatan ekonomi negara dan juga menjadi satu cabang industri yang mampu menghasilkan tenaga dan tidak mencemarkan udara.

1.2 Analisa Masalah

Gas Petroleum Cecair (LPG) merupakan bahan api alternatif yang telah digunakan sebagai bahan api dalam sektor automotif. Dalam sistem LPG pada kenderaan, penggunaannya memerlukan satu kit penukar yang boleh mengubah aplikasi kenderaan daripada menggunakan petroleum kepada LPG. Antara komponen utama yang terdapat dalam kit penukar ini adalah tangki tekanan, alat pencampur (mixer), pemeluap (vaporizer), talian sambungan tekanan tinggi dan beberapa lagi injap yang berkenaan. Namun begitu, sistem ini harus diubah aplikasinya pada penggunaan motosikal, prinsip asalnya perlu dikekalkan tetapi rekaannya perlu diubahsuai atas faktor ruang yang sempit pada motosikal.

1.3 Carta Alir PSM



Rajah 1.1: Carta alir PSM

1.4 **Objektif Projek**

Tujuan utama ini dijalankan adalah untuk:

- Mengkaji kesesuaian LPG sebagai bahan api alternatif untuk digunakan keatas enjin berkapasiti rendah.
- Menghasilkan kuasa yang sama yang dihasilkan apabila menggunakan petroleum sebagai bahan api tetapi meminimumkan pengubahsuaian pada sistem penghantaran bahan api.
- Mengkaji prestasi enjin yang menggunakan bahan api LPG.

1.5 **Skop Projek**

Skop utama projek ini adalah untuk mengkaji penggunaan LPG dalam enjin motosikal. Kajian ini akan merangkumi:

- Merekabentuk dan membangunkan sistem LPG berdasarkan ujikaji bagi penggunaan dalam enjin motosikal.
- Mengenal pasti peralatan yang akan digunakan dalam sistem LPG pada enjin motosikal.
- Mengenalpasti pengubahsuaian yang perlu dilakukan pada sistem bahan api asal bagi menyesuaikan dengan sistem LPG.
- Membuat perbandingan prestasi antara enjin yang menggunakan LPG dan juga enjin yang menggunakan petroleum.

BAB 2

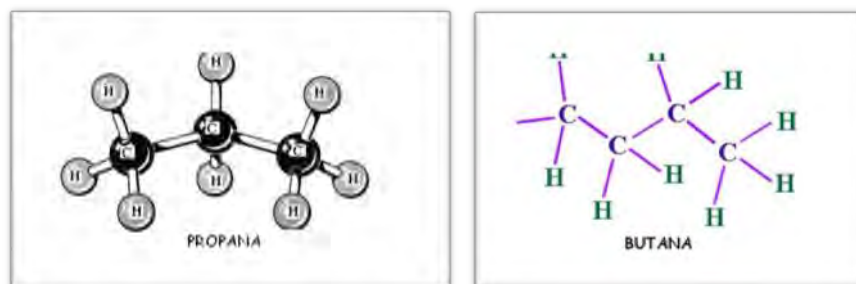
KAJIAN ILMIAH

2.1 Gas Petroleum Cecair (LPG)

Sejarah gas petroleum cecair bermula apabila ianya ditemui oleh Doktor Walter Snelling, pada tahun 1910. Penghasilan gas ini secara besar-besaran untuk tujuan komersial hanya bermula dua tahun selepas itu. Gas ini merupakan produk yang dihasilkan dari proses penapisan minyak petroleum. Selain itu, LPG juga boleh didapati hasil daripada pemprosesan gas asli. Komposisi utama daripada LPG adalah butana (C_4H_{10}) dan juga propana (C_3H_8). Spesifiknya, butana digunakan dalam industri pembuatan penyembur serangga dan juga digunakan sebagai bahan api untuk pemetik api. Sementara itu, propana digunakan sebagai bahan api dalam kenderaan.

Sifat yang terdapat pada Gas Petroleum cecair (LPG) mempunyai keunikan yang tersendiri. Ini kerana, jika gas ini diberikan tekanan pada tahap tertentu, ianya akan bertukar kepada bentuk cecair. Keadaan ini membolehkan lebih banyak kuantiti gas ini disimpan dalam bentuk cecair menggunakan bekas atau tangki yang bertekanan tinggi. Apabila dilepaskan kepada tekanan atmosfera, LPG dalam keadaan cecair akan mengembang hampir 250 kali daripada isipadunya dalam keadaan cecair apabila ianya berubah bentuk kepada gas. Bagi LPG yang digunakan dalam kenderaan iaitu dari jenis propana, takat didihnya adalah $-44^{\circ}F$. Ciri yang terdapat pada propana ini menunjukkan bahawa LPG jenis ini akan terus meruap kepada bentuk gas walaupun pada keadaan

sejuk. Ini adalah punca utama propana digunakan sebagai bahan api dalam kenderaan menggunakan bahan api alternatif. Faktor ini didorong oleh sifat butana yang mempunyai takat didih -0.6°C yang menunjukkan bahawa gas ini tidak akan meruap pada suhu sejuk.



Rajah 2.1: Ikatan molekul Propana dan ikatan molekul butana

Jadual 2.1: Siri Nombor Oktana bagi Komponen Gas Petroleum Cecair dan Gasolin

Komponen	Formula	Nombor Penyelidikan Oktana	Nombor Motor Oktana	Anggaran Maksimum Nisbah Pemampatan
Propana	C_3H_8	111.5	100	11:1
n-Butana	C_4H_{10}	95	92	8:1
Isobutana	C_4H_{10}	100.4	99	9:1
Propilena	C_3H_6	100.2	85	7.5:1
n-butana 1	C_4H_{10}	100	80	6.5:1
n-butana 2	C_4H_{10}	101	83	7:1
Gasolin	C_8H_{18}	92-95	83-86	9:1

Gas cecair yang digunakan dalam industri adalah dalam bentuk wap. Bentuk ini dapat diperolehi dengan mudah iaitu dengan hanya menaikkan suhu dan tekanannya kepada keadaan asal iaitu suhu dan tekanan atmosfera. Ini kerana, suhu dan tekanan atmosfera adalah lebih besar berbanding takat didih bagi gas petroleum cecair. Secara

umumnya, takat didih adalah suhu dimana sesuatu bahan itu berubah bentuk daripada keadaan cecair kepada keadaan gas. Dalam kes kajian ini, propana mempunyai takat didih $-44\text{ }^{\circ}\text{F}$ ($-6.67\text{ }^{\circ}\text{C}$) manakala butana pula mempunyai takat didih yang lebih tinggi iaitu $32\text{ }^{\circ}\text{F}$ pada tekanan atmosfera.

Jadual 2.2: Data Kandungan Hidrokarbon Propana dan Butana

Kandungan Hidrokarbon	Unit Pengiraan	Propana	Butan
Formula Kimia		C_3H_8	C_4H_{10}
Takat Didih (pada tekanan atmosfera)	$^{\circ}\text{F}$	-44	32
Graviti spesifik bagi wap		1.53	2.00
Graviti spesifik bagi cecair		0.51	0.58
Nilai kalori pada $60\text{ }^{\circ}\text{F}$	BTU/ kaki persegi	2516	3280
Haba pendam pengewapan	BTU/ Gallon	785.0	808.0
Berat cecair	Paun/Gallon	4.24	4.81
Isipadu wap pada $60\text{ }^{\circ}\text{F}$	Kaki persegi	36.39	31.26
Isipadu cecair pada $60\text{ }^{\circ}\text{F}$	Kaki persegi	8.547	6.506
Tahap pembakaran	% gas dalam udara	2.4-9.6	1.9-8.6
Pembakaran Udara	Kaki persegi	23.86	31.02
Suhu pembakaran dalam udara	$^{\circ}\text{F}$	920-1020	900-1000
Suhu nyalaan maksimum	$^{\circ}\text{F}$	3595	3616