

**MEREKABENTUK DAN MEMBANGUNKAN TANGKI LPG DILENGKAPI
DENGAN ALAT PEMANAS UNTUK KENDERAAN**

PROJEK SARJANA MUDA

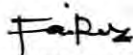
MOHD FAIRUZ BIN ROSLAN

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

Fakulti Kejuruteraan Mekanikal
Universiti Teknikal Malaysia Melaka

MEI 2007

“Saya mengesahkan bahawa tesis yang berjudul “Merekabentuk dan Membangunkan Tangki LPG Dilengkapi Dengan Alat Pemanas Untuk Kenderaan” adalah hasil usaha kajian kecuali petikan yang tiap- tiap satunya saya jelaskan sumbernya”

Tandatangan : 
Nama : Mohd Fairuz Bin Roslan
Tarikh : 14 April 2007

PENGHARGAAN

Alhamdulillah.....

Segala puji-pujian bagi Allah S.W.T., Tuhan pencipta alam. Selawat dan salam ke atas junjungan besar Nabi Muhammad s.a.w. Syukur ke hadrat Ilahi kerana dengan limpah kurnia-Nya, maka projek ini dapat disiapkan dalam tempoh yang telah ditetapkan.

Di sini, penulis ingin merakamkan jutaan terima kasih terutamanya kepada penyelia projek, En. Safarudin Gazali Herawan yang telah banyak memberi bimbingan, kerjasama serta galakan untuk meneruskan usaha projek ini.

Tidak lupa juga, setinggi-tinggi penghargaan dan jutaan terimakasih kepada kedua ibubapa yang banyak memberi inspirasi, dorongan dan bantuan untuk terus berjaya. Ucapan terima kasih ini juga ditujukan kepada juruteknik-juruteknik Fakulti Kejuruteraan Mekanikal, atas kerjasama memberi maklumat-maklumat yang berkaitan dalam usaha menyiapkan projek ini. Jutaan terima kasih juga diucapkan kepada rakan-rakan seperjuang yang banyak memberi maklumat dan pada sesiapa yang terlibat sama ada secara langsung atau tidak langsung dalam membantu menyiapkan projek ini. Semoga Allah S.W.T. membalas segala jasa baik kalian semua.

Assalamualaikum

Abstrsak

Merekabentuk dan membangunkan sebuah tangki gas petroleum cecair yang dilengkapi dengan alat pemanas adalah untuk mengkaji, mempelajari dan menambah kecekapan tangki tersebut yang bertindak sebagai bahagian yang menyimpan bahanapi sebelum disalurkan ke komponen yang lain. Dalam kajian ini, terdapat beberapa ujikaji yang dijalankan. Antaranya adalah ujian hidrostatik. Ujian hidrostatik adalah merupakan ujian ang dijalankan bagi memastikan bekas tekanan yang dibuat mampu menampung tekanan kerja. Selain itu, ia juga digunakan bagi mengenalpasti sekiranya terdapat kebocoran pada bahagian kimpalan ataupun pada bahagian pemasangan injap. Ini merupakan salah satu langkah keselamatan yang perlu diambil dalam mengendalikan sesebuah tangki gas petroleum cecair. Ujikaji lain yang telah dijalankan adalah pemindahan gas petroleum cecair dari tangki komersial ke tangki yang direkabentuk serta ujikaji tahap pemanasan alat pemanas.

Abstract

Development and designing a LPG tank that complete with a heater are for research , learning and to increase the efficiency of the tank that perform as a part to keep a fuel before it was send direct through the other component . In this research, there are many experiment have been done. There are hydrostatic tests. Hydrostatic test is a test for make sure that the vessel can work with their working pressure. At the other hand, it is to make sure that the no leakage at the welding section or at valve installment. It is one of the safety step that we need to follow in handle a LPG tank. Other experiments that have been done is test for transfer liquid petroleum gas from comercial tank and heating experiment.

ISI KANDUNGAN

BAB	PERKARA	MUKASURAT
	PENGHARGAAN	i
	ABSTRAK	ii
	ISI KANDUNGAN	iv
1	PENGENALAN	1
	1.1 Pengenalan LPG	1
	1.2 Perkembangan LPG di Malaysia	5
	1.3 Suhu dan tekanan gas	6
	1.4 Kelebihan menggunakan LPG sebagai bahan api	8
	1.5 Kekurangan menggunakan LPG	8
	1.6 Tangki gas petroleum cecair	9
	1.7 Analisa Masalah	11
	1.8 Objektif kajian	11
2	KAJIAN ILMIAH	
	2.1 Tangki	12
	2.1.1 Tangki LPG keluaran wap	13
	2.1.2 Tangki LPG keluaran cecair	14
	2.2 Jenis Tangki LPG yang berada dipasaran	15
	2.2.1 Tangki jenis silinder	15
	2.2.2 Tangki jenis toroidal	16
	2.2.3 Tangki jenis underslung	17
	2.3 Kenapa memilih LPG	18
	2.3.1 Mengisi tangki dengan LPG	18
	2.3.2 Faedah alam sekitar dan sosial	19
	2.3.3 Faedah kepada ekonomi	20
	2.4 Komponen asas yang terdapat pada tangki	21

2.4.1	Tolok bahanapi	22
2.4.2	Injap pelega tekanan	23
2.4.3	Gandingan pemutus cepat	23
2.4.4	Injap pembekal	24
2.4.5	Injap pengisi	25
2.5	Proses pembersihan dan pengisian semula LPG	26
2.6	Silinder penyimpanan LPG	26
2.7	Pengklasifikasian semula silinder bagi LPG	27
2.8	Prosedur pembersihan silinder LPG	29
2.9	Perbandingan tangki LPG dengan petrol	32
2.10	Alat Pemanas	33
2.11	Teori Pemindahan Haba	34
2.11.1	Pengkonduksian	34
2.11.2	Pengolakan	36
2.11.3	Huraian Persamaan haba	39
2.12	Jenis Alat Pemanas yang dicadangkan	40
2.13	Penggunaan Karbon	41
2.13.1	Kelebihan Menggunakan Karbon Penyerap	42
2.14	Ulasan Terhadap Ujikaji Yang Dijalankan	43
2.14.1	Ujian Serapan Karbon	43
2.14.2	Karbon Penyerap dari Kulit Kelapa Sawit	48
2.15	Komponen utama bagi sistem pengisian semula	50
2.15.1	Tangki/Silinder simpanan	50
2.15.2	Unit pam	50
2.15.3	Unit Meter	50
2.15.4	Alat Pengasingan Wap	51
2.15.5	Injap Perbezaan Tekanan	51

	2.15.6 Muncung Penghantaran	51
3	METODOLOGI	52
	3.1 Carta alir pelaksanaan	53
	3.2 Prosedur Dalam Merekabentuk Bekas Bertekanan	54
	3.3 Pemilihan Material Yang Akan Digunakan	55
	3.3.1 Pemasangan Injap Pengisi	55
	3.3.2 Pemasangan Tolok Tekanan	55
	3.4 Proses Kimpalan	56
	3.4.1 Tungsten Arc Welding (GTAW)	56
	3.4.2 Shielded Metal Arc Welding (SMAW)	56
	3.5 Jenis Sambungan Kimpalan Yang Digunakan	57
	3.6 Ujikaji yang dijalankan	56
	3.6.1 Ujian Hidrostatik	58
	3.6.2 Ujikaji Penentuan Isipadu	59
	3.6.3 Ujikaji Terhadap	60
4	DATA UJIKAJI	61
	4.1 Menentukan Isipadu Dalam Tangki	61
	4.2 Menentukan Ketegangan Lingkaran dan Ketegangan membujur	64
	4.3 Menentukan Tegasan Ricih Maksimum	67
	4.4 Menentukan Tekanan Rekabentuk	67
	4.5 Menentukan Tekanan Pada Silinder	68
	4.5.1 Material dan Keadaan Material	68
	4.5.2 Menentukan Nilai Ketebalan Minima	69
	4.5.3 Menentukan Tekanan Maksima	70
	4.6 Menentukan Tekanan Pada Bahagian Bujur	71

	Tangki	
4.7	Data Kajian Pemindahan LPG	74
4.8	Data Ujikaji Penggunaan Alat Pemanas	75
5	KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN	
5.1	Pengiraan Data	77
5.2	Menentukan Nilai Ketebalan Minima Dan Tekanan Selamat	80
5.3	Keputusan Ujian Hidrostatik	81
5.4	Ujikaji Pemindahan Cecair LPG	82
5.5	Kesan Penggunaan Alat Pemanas	84
6	KESIMPULAN DAN CADANGAN PEMBAIKAN	
6.1	Kesimpulan	86
6.2	Cadangan dan Pembaikan	88
	RUJUKAN	90
	LAMPIRAN	

SENARAI RAJAH

NO.RAJAH	PERKARA	MUKA SURAT
1.1	Ikatan molekul bagi propana dan butana	2
1.2	Graf Tekanan Melawan Suhu bagi Tangki LPG	10
2.1	Tangki Jenis Silinder	15
2.2	Tangki jenis toroidal	16
2.3	Tangki jenis underslung	17
2.4	Komponen asas yang terdapat pada tangki LPG	21
2.5	Injap pelega tekanan	23
2.6	Injap pembekal	24
2.7	Injap pengisi	25
2.8	Pengkonduksian Haba	35
2.9	Pemanas	40
2.10	Pemanas Jenis Jaket	40
2.11	Graf Arang Melawan Penyerapan Gas LPG	44
2.12	Garf Arang Pangaktifan Melawan Penyerapan Gas LPG	44
2.13	Graf Karbon Pengaktifan Melawan Penyahserapan Gas LPG	45
2.14	Sampel Keadaan Berat : Sebelum penyerapan, Penyerapan dan Penyahserapan	46
2.15	Perbandingan Antara Silinder Kosong, Silinder Dengan karbon Penyerap dan Silinder Komersial	49
3.1	Sambungan Kimpalan Jenis Butt	57

3.2	Pam Ujian Hidrostatik	58
3.3	Radas Ujikaji Penentuan Isipadu Silinder	59
3.4	Radas Ujikaji Perubahan Suhu	60
4.1	Keratan Rentas Tangki LPG	61
4.2	Diagram Tangki LPG	62
4.3	Ketegangan Lingkaran dan Membujur	65
4.4	Ketegangan Lingkaran	65
4.5	Ketegangan Membujur	66
4.6	Silinder	68
4.7	Bahagian Membujur Pada Tangki	71
4.8	Pemindahan Berat Cecair	75
4.9	Ujian Tahap Pemanasan	77
4.10	Graf Masa Melawan Suhu Pemanasan	77
5.1	Graf Ketinggian Dalam Tangki Melawan Isipadu	79
5.2	Tekanan Semasa Ujian Hidrostatik	81
5.3	Ujian Hidrostatik	81
5.4	Penambahan Berat Cecair	82
5.5	Ujikaji Pemindahan Cecair LPG	82
5.6	Graf Suhu Melawan Tekanan	84
5.7	Graf Masa Pemanasan Melawan Suhu	85

SENARAI JADUAL

NO.JADUAL	PERKARA	MUKASURAT
1.1	Nombor Siri Oktana Bagi Kompenen LPG dan Gasolin	4
1.2	Data bagi Kandungan Hidrokarbon Propana Dan Butana	4
2.1	Carta Pengisian LPG Dalam Silinder	31
2.2	Perbandingan Tangki LPG dengan Tangki Petrol	32
2.3	Perolakan Am (Paksaan dan Bebas)	37
2.4	Perolakan Dipaksa	37
2.5	Perolakan Bebas	38
3.1	Pemilihan Material	55
4.1	Isipadu Didalam Tangki Berdasarkan Ketinggian Dalam Tangki	63
4.2	Perubahan Berar Cecair	74
4.3	Data Ujikaji Penggunaan Alat Pemanas	75
5.1	Perbezaan antara data pengiraan dan ujikaji makmal bagi pengisian LPG ke dalam tangki kenderaan	80

SENARAI LAMPIRAN

LAMPIRAN	PERKARA	MUKASURAT
A	Lukisan Tangki	
B	Lukisan Pemanas	
C	Lukisan Valve	
D	Carta Gannt	
E	Carta Alir Pengendalian PSM 1	
F	Carta Alir Pengendalian PSM 2	
G	Jadual Umum Gas Petroleum Cecair (LPG)	

SENARAI SIMBOL

LPG	-	Liquified Petroleum Gas (Gas Petroleum Cecair)
C_p	-	Haba Spesifik Pada Tekanan Tetap $\left[\frac{kJ}{kg \cdot ^\circ C} \right]$
d	-	Diameter
g	-	Pecutan Graviti
h	-	Pekali Pemindahan Haba $\left[\frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C} \right]$
k	-	Kekonduksian Terma $\left[\frac{W}{mc \cdot ^\circ C} \right]$
\dot{Q}	-	Kadar Pemindahan Haba, kJ
r	-	Jejari
t, T	-	Suhu
u, V	-	Halaju
β	-	Pekali Isipadu Pengembangan
μ	-	Kelikatan Dinamik
ν	-	Kelikatan Kinematik $\left(\frac{m^2}{s} \right)$
ρ	-	Ketumpatan $\left(\frac{kg}{m^3} \right)$
w	-	Dinilai Pada Keadaan Dinding
∞	-	Penilaian pada Keadaan Bebas Berterusan

Rumus Tanpa Dimensi

$$Gr = \frac{g\beta(T_w - T_\infty)x^3}{\nu^2} \quad \text{Grashof Number}$$

$$Nu = \frac{hx}{k} \quad \text{Nusselt Number}$$

$$\bar{Pr} = \frac{C_p \mu}{k} \quad \text{Prandtl Number}$$

$$Ra = Gr \bar{Pr} \quad \text{Rayleigh Number}$$

$$Re = \frac{\rho u x}{\mu} \quad \text{Reynolds Number}$$

$$St = \frac{h}{\rho c_p u} \quad \text{Stanton Number}$$

BAB 1

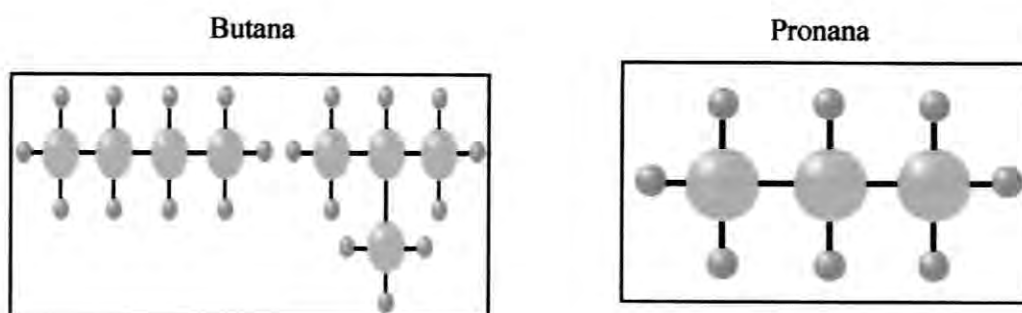
PENGENALAN

1.1 Gas Petroleum Cecair (LPG)

Gas petroleum cecair merupakan campuran gas hidrokarbon dan digunakan sebagai bahan api dalam memanaskan alatan dan kenderaan, dan semakin menggantikan kloroflourokarbon sebagai satu penggerak aerosol dan satu bahan penyejuk untuk mengurangkan kerosakan kepada lapisan ozon. Gas petroleum cecair (LPG) juga merupakan produk yang dihasilkan dari proses penapisan minyak petroleum. Ia juga boleh didapati hasil daripada pemprosesan gas asli. Terdapat dua jenis gas petroleum cecair (LPG) yang biasa digunakan iaitu butana (C_4H_{10}) dan propana (C_3H_8). Butana biasanya digunakan untuk gas pemetik api, pemanas dan gas ini juga digunakan di dalam industri pembuatan penyembur serangga. Propana pula biasanya digunakan untuk bahan api kenderaan. Propana dan butana juga biasanya dinyatakan dalam tumpuan yang kecil.

Gas petroleum cecair (LPG) mempunyai ciri-ciri yang unik. Jika gas ini diberikan tekanan tertentu, ia mudah untuk bertukar kepada bentuk cecair. Ini membolehkan jumlah gas petroleum cecair (LPG) yang banyak dimampatkan di dalam suatu bekas atau tangki kecil yang bertekanan tinggi. Cecair propana akan mengembang 250 kali daripada isipadunya bila berubah bentuk kepada gas dan begitu juga sebaliknya. Takat didih bagi gas propana ialah $-44^{\circ}C$. Ini bermakna walaupun ia berada di dalam keadaan suhu sejuk, gas propana akan menguap sebaik

sahaja ia dilepaskan dari tangki tekanan tinggi. Bagi gas butana pula, takat didihnya ialah -0.6°C . Ini bermakna gas butana tidak akan menguap dalam keadaan sejuk.



Rajah 1.1 Ikatan molekul Butana dan propane

Gas petroleum cecair (LPG) juga dikenali sebagai "bahan keluaran garis sempadan" memandangkan pada keadaan atmosfera hidrokarbon gas asli iaitu metana (ikatan formula CH_4) dan etana (ikatan formula C_2H_6) wujud dalam bentuk gas sementara semua hidrokarbon yang lebih tinggi wujud dalam bentuk cecair, sebagai contoh pentana, heksana dan sebatian hidrokarbon lain. Ini membolehkan gas petroleum cecair dijual dalam bentuk cecair kerana pada tekanan kerja yang sesuai, takat didihnya hampir sama dengan suhu bilik iaitu 27°C . Secara umumnya, gas petroleum cecair tersebut diesktrak daripada gas asli sebanyak 75 peratus manakala sebanyak 25 peratus lagi adalah operasi pemprosesan minyak mentah di pusat penapisan. Untuk penentuan sama ada gas petroleum cecair dapat dilakukan melalui ujikaji penentuan hidrokarbon tidak tepu. Sebagai contoh jika terdapat sebilangan kecil bahan propilena dalam gas cecair petroleum maka gas tersebut adalah daripada pusat penapisan minyak. Jika tiada hidrokarbon didapati dalam gas petroleum cecair maka sumber utama adalah daripada gas asli.

Secara relatifnya, kombinasi unik yang melibatkan kandungan fizikal menerangkan tentang kepentingan penggunaan gas petroleum cecair di pasaran. Salah satu kepentingan dan keunikan gas petroleum cecair adalah pada suhu dan tekanan atmosfera, gas petroleum cecair berkeadaan wap. Namun begitu, gas petroleum cecair boleh dicecairkan melalui melalui proses pemampatan pada suhu

sekeliling atau disejukkan pada tekanan atmosfera atau kombinasi antara pemampatan dan penyejukan. Sebagai contoh, propana, hidrokarbon yang merangkumi 90% penggunaan gas petroleum cecair komersial, memenuhi sebanyak 270 kali ganda kurang ruang yang diperlukan berbanding dalam keadaan gas. Dengan keluasan sebanyak 270 kaki persegi gas propana mampu dikondensasikan kepada 1 kaki persegi bagi cecair propana (pada suhu 15.55 °C). Butana mempunyai nisbah pengkondensasian yang lebih rendah akan tetapi dalam bentuk cecair butana boleh memenuhi kurang 0.5 peratus isipadu berbanding dalam keadaan gas juga pada suhu 15.5 °C.

Untuk menggunakan gas petroleum cecair dalam bidang komersial dan industri, gas tersebut perlu berada dalam keadaan wap. Proses ini dapat dilakukan dengan mudah, hanya perlu mengembalikan gas petroleum cecair kepada suhu dan tekanan atmosfera. Apabila memperkatakan berkenaan produk gas petroleum cecair “mudah dicecairkan”, isu yang perlu diketahui terlebih dahulu adalah penggunaan dalam istilah perbandingan. Proses pemampatan dan penyejukan melibatkan sebatian tersebut perlu dikekalkan pada suhu di bawah takat didih. Takat didih bagi sesuatu bahan adalah suhu di mana bahan tersebut akan mengalami perubahan daripada keadaan cecair kepada keadaan gas. Bagi memastikan proses transformasi daripada keadaan cecair kepada keadaan gas berlaku, muatan haba tertentu perlu disertakan pada takat didih tertentu bahan tersebut. Keadaan tersebut dinamakan haba pendam pengewapan. Propana, kandungan hidrokarbon utama bagi sebahagian besar penggunaan gas petroleum cecair mempunyai takat didih -44 °F (-6.67 °C) pada tekanan atmosfera, dalam unit 14.7 paun inci persegi (101.352 932 016 kiloPascal). Takat didih bagi butana pada tekanan atmosfera adalah lebih tinggi, 32 °F (0 °C).

Walaupun penggunaan suhu yang bersesuaian boleh dicapai bagi keadaan iklim tertentu, namun ia tidak praktikal untuk penyimpanan dan pemindahan produk cecair pada dan ketika perubahan suhu berkenaan berlaku secara semulajadi. Tambahan pula, suhu yang rendah bagi mengekalkan propana dalam keadaan cecair adalah tidak dapat dilakukan melalui proses penyejukan normal. Oleh yang demikian, produk gas petroleum cecair dicecairkan melalui proses penyejukan tetapi dikekalkan dalam keadaan cecair melalui proses pemampatan. Tekanan yang

diperlukan bagi mengekalkan produk dalam keadaan cecair kedap pada suhu tertentu adalah unik bagi sesebuah produk dan merukan satu fungsi bagi suhu. Tekanan tersebut dikenali sebagai tekanan wap bagi sesebuah cecair. Takat didih seperti air adalah berkadaran dengan tekanan, tekanan wap sesebuah produk gas petroleum cecair juga berkadaran dengan suhu.

Jadual 1.1 Siri nombor oktana bagi komponen Gas Petroleum Cecair dan gasolin

Komponen	Formula	Nombor Penyelidikan Oktana	Nombor Motor Oktana	Anggran Maksimum Nisbah Pemampatan
Propane	C ₃ H ₈	111.5	100	11:01
n-butana	C ₄ H ₁₀	95	92	8:01
Isobutana	C ₄ H ₁₀	100.4	99	9:01
propilena	C ₃ H ₆	100.2	85	7.5:1
n-butana-1	C ₄ H ₁₀	100	80	6.5:1
n-butana-2	C ₄ H ₁₀	101	83	7:01
gasolin	C ₈ H ₁₈	92-95	83-86	9:01

Jadual 1.2 Data bagi kandungan hidrokarbon propana dan butana [19]

Kandungan hidrokarbon		Propana	Butana
Formula kimia		C_3H_8	C_4H_{10}
Takat didih cecair (tekanan atmosfera)	$^{\circ}F$	-44	32
Graviti spesifik bagi wap (udara = 1)		1.53	2.00
Graviti spesifik bagi cecair (air = 1)		0.51	0.58
Nilai kalori @ 60 $^{\circ}F$	BTU/ kaki persegi	2516	3280
	BTU/ gallon	91,690	102,032
	BTU/ paun	21,591	21,221
Haba pendam pengewapan	BTU/ gallon	785.0	808.0
Berat cecair	Paun/ gallon	4.24	4.81
Isipadu wap pada 60 $^{\circ}F$ (1 gallon cecair)	Kaki persegi	36.39	31.26
Isipadu wap pada 60 $^{\circ}F$ (1 paun cecair)	Kaki persegi	8.547	6.506
Tahap pembakaran	% gas dalam udara	2.4-9.6	1.9-8.6
Pembakaran udara (1 kaki persegi)	Kaki persegi	23.86	31.02
Suhu pembakaran dalam udara	$^{\circ}F$	920-1020	900-1000
Suhu nyalaan maksimum dalam udara	$^{\circ}F$	3595	3616
Nombor oktana		Melebihi 100	92

1.2 Perkembangan Gas Petroleum Cecair (LPG) di Malaysia

Kelebihan hasil produk gas petroleum cecair berdasarkan fakta hidrokarbon tersebut dapat disimpan dalam keadaan cecair dan digunakan dalam keadaan gas. dalam keadaan termampat, gas petroleum cecair boleh disimpan dan dipindahkan dengan lebih efisien berbanding dalam keadaan gas. Ini merupakan satu keunikan yang akan mengurangkan kos penghantaran dan penyimpanan, di mana kos tersebut dapat menggantikan semula kos penyejukan dan pemampatan produk gas petroleum cecair serta menghasilkan keuntungan. Selain faktor tersebut serta nilai produk yang tinggi bagi pengguna, maka penghasilan produk gas petroleum cecair telah

berkembang dengan pesat sejak kali pertama diperkenalkan di pasaran lebih kurang setengah abad yang lalu.

Penggunaan gas petroleum cecair di Malaysia bermula dengan kawasan simpanan gas dijumpai berjumlah 72 trillion kaki padu yang mana dianggarkan dapat bertahan selama seratus tahun. Lebih 30 tahun yang lalu, penggunaan gas petroleum cecair telah berkembang di Miri, Sarawak di mana gas asli diagihkan ke sektor domestik dan komersil melalui rangkaian sistem perpaipann. Pada tahun 1985, penggunaan gas petroleum cecair telah berkembang secara mendadak. Bagaimanapun, perkembangannya agak perlahan dengan bermulanya pelancaran Projek Penggunaan Gas Semenanjung (gas asli) serta hanya terhad di kawasan yang tidak diliputi oleh laluan rangkaian sistem perpaipan tersebut sahaja.

Gas petroleum cecair yang dipasarkan kebanyakannya digunakan untuk tujuan masakan di rumah dan hotel atau restoran (penggunaan tong silinder), pemanasan atau pengeringan dalam industri pengilangan serta barangan pengguna seperti seramik, kereta, alat mainan, gelas dan sebagainya. Gas petroleum cecair juga boleh digunakan untuk mengawet makanan, logam dan daun. Gas petroleum cecair lebih popular sebagai bahan tenaga berbanding dengan bahan api cecair lain memandangkan faktor-faktor seperti mudah dikendalikan, kurang pencemaran, penjimatan ruang, penghasilan barangan yang berkualiti serta pengeluaran yang baik dan sebagainya.

1.3 Suhu dan Tekanan Gas

Suhu pada 15.55 °C adalah dalam julat suhu normal bagi keadaan iklim bukan ekstrem. Anggaran tekanan gas bagi 2 produk utama gas petroleum cecair iaitu butana dan propane pada suhu 15.55 °C adalah :

Propana - 100 paun per inci persegi (psig)

Butana - 12 paun per inci persegi (psig)

Sebagai contoh, pada suhu 60 °F (15.55 °C), tekanan gas sebanyak 100 paun per inci persegi (psig) diperlukan untuk mengekalkan gas petroleum cecair pada keadaan cecairnya. Jika suhu bagi hidrokarbon tersebut dinaikkan sehingga 100 °F (37.78 °C), jumlah tekanan gas yang diperlukan untuk mengekalkannya dalam keadaan cecair adalah sebanyak 172 paun per inci persegi (psig). Oleh yang demikian, tekanan gas yang begitu tinggi diperlukan bagi mengekalkan propana dalam keadaan cecair pada 100 °F berbanding pada suhu 60 °F (15.55 °C). Pada suhu tinggi, tekanan gas yang lebih tinggi diperlukan bagi mengekalkan produk tersebut dalam keadaan cecair. Pada suhu 100 °F tekanan gas bagi butana adalah lebih kurang 38 paun per inci persegi (psig) melebihi 3 kali ganda tekanan gas sepatutnya pada suhu 60 °F (15.55 °C) walaupun pada perbandingannya lebih rendah berbanding tekanan gas propana pada suhu tersebut.

Suhu yang diperlukan bagi menukarkan produk-produk tersebut kepada keadaan cecair adalah mudah dilakukan menggunakan peralatan penyejukan dan tong silinder boleh difabrikasi bagi membolehkan ia menahan dan mengekalkan tekanan wap propana dalam julat suhu normal. Oleh yang demikian, produk gas petroleum cecair dapat disimpan dan dikendalikan dalam bekas tertutup. Gas petroleum cecair diseliah menggunakan tolok tekanan pada balang silinder pada suhu 'ambient' (di mana ia merupakan suhu persekitaran apabila satu ujikaji dijalankan) tetapi pada tekanan lebih tinggi daripada tekanan atmosfera. Kebiasaannya keperluan bagi sesebuah sistem penukaran dan penghantaran bagi produk gas petroleum cecair adalah dalam sistem tertutup. Ini membolehkan produk tersebut dapat mengekalkan tekanan yang mencukupi untuk berada dalam bentuk cecair. Diketahui bahawa

produk tersebut disimpan dalam keadaan cecair oleh pengguna sehingga digunakan, maka bekas simpanan juga turut ditutup dan hanya disambungkan kepada sistem penyaluran menjadikannya berfungsi sebagai satu sistem tertutup.

Kandungan bahan yang dinyatakan di atas berkaitan secara langsung dengan keperluan pengukuran produk gas petroleum cecair. Oleh kerana produk tersebut diukur dan dipasarkan dalam keadaan isipadu cecair, maka penting memastikan bahawa gas petroleum cecair berada dalam keadaan cecair apabila disalurkan melalui tolok pengukuran. Alasan mengambil kira kepentingan keadaan cecair berdasarkan berat sesuatu produk akan lebih banyak memenuhi ruang dalam dalam keadaan cecair berbanding keadaan gas. Sebelum ini telah dinyatakan bahawa gas propana dapat memenuhi sebanyak 270 kali ganda ruang berbanding keadaan cecair.

1.4 Kelebihan Menggunakan LPG Sebagai Bahan Api

1. Bahan api LPG boleh dihidupkan semasa enjin dalam keadaan sejuk kerana sifat gasnya yang mudah terbakar.
2. LPG menghasilkan tekanan puncak yang rendah semasa berada di dalam kebuk pembakaran yang mana ia akan mengurangkan bunyi dan ketahanan enjin yang tinggi. Enjin yang menggunakan LPG akan mengurangkan bunyi sebanyak 50% berbanding dengan enjin diesel.
3. Sistem LPG ditebat dan ini akan mengurangkan gas yang akan hilang
4. Kenderaan LPG tidak memerlukan pemangkin
5. LPG tidak mempunyai bahan toksik.
6. Hasil keluaran LPG mengandungi kekotoran yang kurang jika dibandingkan dengan enjin diesel.

1.5 Kekurangan Menggunakan LPG Sebagai Bahan Api

1. Walaupun LPG mempunyai kandungan tenaga yang tinggi jika dibandingkan dengan diesel, kenderaan yang menggunakan LPG memerlukan tangki tekanan yang lebih besar daripada tangki diesel. Tangki tekanan tinggi LPG adalah lebih berat daripada tangki diesel.
2. Sifat LPG yang lebih berat daripada udara menyebabkan ianya memerlukan pengendalian yang teratur dan sesuai.
3. LPG senang terbakar apabila terdedah kepada sumber api.
4. LPG merupakan gas yang mudah untuk mengembang, oleh itu tangki tekanan tingginya hanya dapat menampung 80% kandungan LPG cecair.
5. Semasa berada dalam keadaan cecair, ia boleh mengakibatkan kebakaran sejuk (cold burn) akibat pengendalian yang tidak selamat.