

”Saya akui saya telah membaca karya ini dan pada pandangan saya karya ini adalah memadai dari segi skop dan kuanliti untuk tujuan penganugerahan Ijazah Sarjana Muda Kejuruteraan Mekanikal (Automotif)”

Tandatangan :
Nama Penyelia : En. Safarudin Gazali Herawan
Tarikh : 9 Mei 2008

MENCIPTA DAN MEMAJUKAN ALAT PENGHANTARAN DAN PENGISIAN
MUDAH LPG DARI TANGKI KOMERSIAL KE TANGKI KENDERAAN

MOHD ASRAF BIN ABD SAMAD

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

Fakulti Kejuruteraan Mekanikal
Universiti Teknikal Malaysia Melaka (UTeM)

MARCH 2008

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

Tandatangan :

Nama Penulis : Mohd Asraf Bin Abd Samad

Tarikh : 9 Mei 2008

PENGHARGAAN

Alhamdulillah, Segala puji bagi Allah Tuhan Sekalian Alam kerana dengan izinNya memberikan saya kemampuan dan inspirasi untuk menyiapkan laporan Projek Sarjan Muda (PSM) BMCU 4973.

Pertama sekali saya ingin mengucapkan ucapan terima kasih kepada penyelia projek ini, En. Safarudin Gazali Herawan. Dengan bimbingan, galakan, inspirasi serta sokongan beliau kepada saya dalam proses menyiapkan laporan ini. Selain itu, banyak tunjuk ajar dan bimbingan diberikan untuk meningkatkan lagi kefahaman dan pengetahuan untuk dipraktikkan. Kerjasama yang beliau tunjukkan amat dihargai. Selain itu sokongan moral dan kerjasama oleh rakan-rakan amat dihargai serta dialu-alukan.

Akhir sekali, tidak lupa sekalung penghargaan dan terima kasih kepada mereka yang terlibat secara langsung atau tidak langsung dalam proses menyiapkan laporan ini. Semoga Allah merahmati dan memberkati mereka semua.

ABSTRAK

Gas Petroleum Cecair (LPG) boleh dianggap sebagai gas unik yang merupakan gas pada suhu dan tekanan atmosfera yang boleh dicecairkan dan dimampatkan dalam fasa cecair untuk proses penghantaran dan penyimpanan. Berdasarkan projek ini, kajian berkenaan pemilihan kaedah dan ujikaji untuk mencipta alat mudah yang untuk perpindahan LPG dari tangki komersil ke tangki LPG pada kenderaan. Bagi tujuan itu, penggunaan peralatan yang efisien akan memaksimumkan pengisian LPG serta mengoptimumkan penghantaran produk LPG. Selain itu, kajian dilakukan berdasarkan sifat-sifat kritikal produk LPG seperti suhu, tekanan serta isipadu silinder sebagai parameter kajian. Daripada analisa yang telah dibuat, ternyata penggunaan alat alternatif lain seperti pam dapat memindah dan mengisi LPG dengan jayanya.

ABSTRACT

Liquid Petroleum Gas (LPG) has the unique and relative combination which is that LPG products are gases at atmospheric temperatures and pressures, but it can liquified and maintained in its liquid position for easy storage and transfer. Based on this project, the study mainly about choosing the best way and used the best product to transfer and fill from commercial tank to car tank which is using LPG as a fuel. For this purpose, using the suitable and efficient tools can maximized the transferring and refilling LPG product. Besides that, the study are based on the critical behaviour of LPG such as temperature, pressure and the volume as a parameter. Based on the analysis done, LPG can be transfered more and faster using water pump concept.

KANDUNGAN

BAB	PERKARA	HALAMAN
	PENGESAHAN PENYELIA	
	HALAMAN JUDUL	
	HALAMAN PENGAKUAN	
	PENGHARGAAN	
	ABSTRAK	
	SENARAI ISI KANDUNGAN	
	SENARAI JADUAL	
	SENARAI SIMBOL	
1	Pengenalan	
	1.1 Objektif	2
	1.2 Skop	2
	1.3 Pernyataan Masalah	3
	1.4 Analisis Permasalahan	3
2	Kajian Ilmiah	
	2.1 Pengenalan Kepada Gas Petroleum Cecair	
	2.1.1 Sejarah Perkembangan LPG Di Malaysia	4
	2.1.2 Kandungan serta sifat-sifat gas petroleum cecair	5
	2.1.3 Suhu dan Tekanan Gas Petroleum Cecair	9
	2.1.4 Perubahan isipadu dan Suhu Gas Petroleum Cecair (LPG)	11

2.2	Komponen utama sistem penghantaran LPG	
2.2.1	Tangki Simpanan	12
2.2.2	Pam	12
2.2.3	Pengukur/Meter	12
2.2.4	Alat pengasingan wap	13
2.2.5	Injap Perbezaan Tekanan	13
2.2.6	Muncung Penghantaran	13
2.3	Komponen Asas Tangki LPG	14
2.3.1	Tangki Keluaran Wap LPG	15
2.3.2	Tangki LPG keluaran cecair	16
2.4	Jenis-jenis Tangki LPG yang berada di pasaran	
2.4.1	Silinder biasa	16
2.4.2	Underslung	17
2.4.3	Torodial	18
2.5	Sifat-sifat umum bagi gas	
2.5.1	Persamaan Fasa	
2.5.1.1	Konsep Gas Ideal	18
2.5.1.2	Persamaan Ideal bagi Fasa	19
2.5.1.3	Gas Sebenar	19
2.5.3.4	Graf Fasa	20
2.5.3.5	Faktor Pemampatan	21
2.5.2	Fungsi termodinamik	21
2.5.2.1	Hukum pertama termodinamik	21
2.5.3	Sifat-sifat Kritikal Gas	
2.5.3.1	Gerakan Molekul	23
2.5.3.2	Fasa Cecair	24
2.5.3.3	Tekanan Wap	24

2.5.3.4	Suhu, Tekanan dan isipadu kritikal	24
2.5.4	Aplikasi termodinamik berkaitan pengisian silinder dan pengeluaran produk.	25
2.6	Kompresor (Pemampat Udara)	
2.6.1	Pengenalan	27
2.6.2	Hukum Gas Asas	27
2.7	Pemindahan Gas Petroleum Cecair (LPG) Menggunakan Kompresor	
2.7.1	Konsep Pemindahan melalui Kompresor	
2.7.1.1	Pemindahan cecair	28
2.7.1.2	Pemulihan wap	29
2.8	Pam	
2.8.1	Pengenalan	30
2.8.2	Jenis-jenis Pam	
2.8.2.1	Positif displacement pam	31
2.8.2.2	Reciprocating-type pumps	32
2.8.3	Cara kerja 'Water Pump'	33
3	METODOLOGI	
3.1	Pengenalan	34
3.2	Carta Alir Prosedur	35
3.2.1	Mengumpul Maklumat	36
3.2.2	Menentukan Peralatan dan Membina Sistem	36
3.2.1.1	Pam	37
3.2.1.2	'Valve dan Nipple'	37
3.2.1.3	Silinder LPG komersial dan silinder kenderaan	38

3.2.3	Menentukan Ujikaji	38
3.2.3.1	Pemilihan Radas	39
3.2.4	Pelaksanaan Ujikaji	
3.2.4.1	Prosedur Ujikaji	40
3.2.5	Penyelasaan berkaitan Masalah	48
3.2.6	Pembaikan dan Pengubahsuaian	48
4	DATA UJIKAJI DAN ANALISIS	
4.1	Pengenalan	49
4.1.1	Pelaksanaan Data Ujikaji	49
4.1.2	Analisa Data Ujikaji	50
4.1.3	Pengiraan Jumlah Data	62
4.2	Kesimpulan Data Ujikaji	69
5	KESIMPULAN	71
	RUJUKAN	72
	LAMPIRAN A-F	73-78

SENARAI JADUAL

BIL.	TAJUK	HALAMAN
2.1	Data kandungan Hidrokarbon utama propana dan butana dalam LPG	6
2.2	Siri nombor oktana bagi komponen hidrokarbon Gas Petroleum Cecair (LPG)	7
2.3	Isipadu lawan masa bagi pemindahan melalui hos	50
2.4	Isipadu lawan masa bagi pemindahan melalui pam	51
2.5	Halaju lawan masa bagi pemindahan melalui hos	53
2.6	Halaju lawan masa bagi pemindahan melalui pam	53
2.7	Tekanan lawan masa bagi pemindahan melalui hos	56
2.8	Tekanan lawan masa bagi pemindahan melalui pam	57
2.9	Berat LPG lawan masa bagi pemindahan melalui hos	59
3.0	Berat LPG lawan masa bagi pemindahan melalui pam	59
3.1	Perbandingan data ujikaji pemindahan LPG	70

SENARAI RAJAH

BIL.	TAJUK	HALAMAN
2.1	Komponen asas pada tangki Gas Petroleum Cecair	14
2.2	Tangki jenis silinder	17
2.3	Tangki jenis underslung	17
2.4	Tangki jenis Torodial	18
2.5	Graf fasa bagi satu gas sebenar	20
2.6	Graf Lennard Jones bagi satu molekul gas	23
2.7	Graf fasa antara tekanan lawan suhu bagi gas	25
2.8	Sistem Pemindahan Cecair	28
2.9	Sistem pemulihan wap (vapor recovery)	29
2.10	Gambar Pam Jenis Lobe	31
2.11	Gambar Pam Jenis Piston	32
2.12	Gambar 'Water Pump'	32
2.13	Gambarajah diagram cara kerja pam	33
3.1	Carta alir proses pengisian dan pemindahan LPG ke dalam tangki kenderaan	32
3.2	Gambar 'Water Pump' yang dipasang 'nipple' dan 'valve'	37
3.3	Gambar ceraian 'nipple' dan 'valve'	37
3.4	Gambar sistem pam	38
3.5	Gambar ujikaji pemindahan menggunakan hos	39
3.6	Gambar ujikaji pemindahan menggunakan pam	
3.7	Ujikaji perbezaan pengeluaran isipadu LPG	41

3.8	Ujikaji perbezaan pengeluaran isipadu LPG menggunakan Pam	41
3.9	Ujikaji perubahan tekanan silinder LPG	43
3.10	Ujikaji perubahan tekanan silinder LPG menggunakan Pam	43
3.11	Ujikaji perubahan halaju silinder LPG	45
3.12	Ujikaji perubahan halaju silinder LPG menggunakan Pam	45
3.13	Ujikaji perubahan berat LPG (pemindahan ke tangki kenderaaan)	47
3.14	Ujikaji perubahan berat LPG (pemindahan ke tangki kenderaaan) menggunakan Pam	47
4.1	Graf Isipadu lawan masa bagi pemindahan LPG	51
4.2	Graf halaju lawan masa bagi pemindahan LPG	54
4.3	Graf tekanan lawan masa bagi pemindahan LPG	57
4.4	Graf Berat LPG lawan masa bagi pemindahan LPG	60
4.5	Gambar tangki silinder LPG	62
4.6	Gambarajah diagram tangki silinder LPG	62
4.7	Gambarajah diagram silinder bagi tangki LPG	64
4.8	Gambarajah diagram elips bagi tangki LPG	66

SENARAI SIMBOL

T	=	Suhu , °C atau °F
P	=	Tekanan, P
v	=	Isipadu, m ³ /kg
R _i	=	Pemalar Gas, kPa·m ³ /kg·k
Z	=	Faktor pemampatan
ΔT	=	Perubahan suhu, °C atau °F
ΔQ	=	Kuantiti haba diluar, kJ
Δv	=	Perubahan Isipadu
s	=	Entropi, kJ/ kg·k
r	=	Rdius, m
ρ	=	Ketumpatan, kg/ m ³
E	=	Tenaga, kj
ε	=	Emissivity
Σ	=	Pemalar Stefan-Boltzman, 5.66961 x 10 ⁻⁸ W/m ² ·K ⁴

SENARAI LAMPIRAN

NO. LAMPIRAN	TAJUK	HALAMAN
LAMPIRAN A	Carta alir pengendalian PSM 1	73
LAMPIRAN B	Carta alir pengendalian PSM 2	74
LAMPIRAN C	Carta Gantt bagi PSM 1	75
LAMPIRAN D	Carta Gantt bagi PSM 2	76
LAMPIRAN E	Jadual Data LPG	77
LAMPIRAN F	Spesifikasi Motor dan Pump	78

BAB 1

PENGENALAN

Projek sarjana muda (PSM) merupakan salah satu pelajaran yang ditawarkan oleh fakulti kejuruteraan mekanikal (FKM) semasa pelajar FKM berada di tahun akhir pengajian ijazah sarjana muda. Ia adalah salah satu syarat yang perlu dipenuhi dan ditetapkan oleh pihak Universiti Teknikal Malaysia Melaka sebelum seseorang pelajar tersebut dianugerahkan ijazah sarjana muda. Projek sarjana muda merupakan satu aktiviti akademik yang dilakukan secara individu dan diselia oleh pensyarah FKM.

Tujuan pelaksanaan Projek Sarjana Muda adalah meningkatkan keupayaan serta kemahiran pelajar terutamanya dalam aspek menyelidik, menganalisa dan menyelesaikan masalah berkenaan tajuk yang telah dipersetujui dan diperolehi melalui kajian ilmiah mahupun saintifik.

Berdasarkan penerangan tersebut, tajuk Membina dan Memajukan Alat Mudah Untuk Memindahkan Gas Petroleum Cecair (LPG) untuk kenderaan berbahan api LPG. merupakan tajuk yang telah dipersetujui dan diluluskan bagi projek sarjana muda. Pengendalian serta pelaksanaan projek sarjana muda merangkumi aktiviti bermula dari pangesahan tajuk hingga penghantaran projek sarjana muda berjilid.

1.1 Objektif

Objektif Projek Sarjana muda bagi tajuk Membina dan Memajukan Alat Mudah Untuk Memindahkan Gas Petroleum Cecair (LPG) untuk kenderaan berbahan api LPG. merangkumi perkara-perkara berikut:

- a) Mencipta dan membangunkan Alat Mudah Untuk Memindahkan Produk Gas Petroleum Cecair (LPG) Daripada Tangki Komersial Kepada Tangki Kenderaan
- b) Memahami dan menentukan kandungan Gas Petroleum Cecair (LPG) serta sifat-sifatnya dalam tangki silinder.
- c) Menganalisa kaedah pengoptimuman Gas Petroleum Cecair ke dalam tangki kenderaan.
- d) Menentukan kaedah terbaik bagi memaksimumkan pengisian dan penghantaran Gas Petroleum Cecair dari tangki komersial kepada tangki kenderaan.

1.2 Skop

Skop kajian merangkumi perkara-perkara berikut:

- a) Menggunakan dan membangunkan alat mudah untuk memindahkan produk gas petroleum cecair (LPG) daripada tangki komersial kepada tangki kenderaan.
- b) Mengadakan eksperimen untuk menguji alat tersebut.
- c) Menentukan prestasi alat tersebut..
- d) Membandingkan data proses pengisian LPG bagi pengesahan pemilihan kaedah terbaik.

1.3 Penyataan Masalah

Seperti yang dinyatakan sebelum ini, tujuan utama kajian adalah untuk mendapatkan kaedah terbaik bagi pemindahan dan pengisian Gas Petroleum Cecair (LPG) daripada tangki komersial ke tangki kenderaan dengan cara memajukan satu alat pemindahan yang mudahalih. Pemahaman mendalam berkenaan teori gas, persamaan fasa dan sifat-sifat umum perlu diteliti dalam melakukan kajian. Selain itu, permasalahan berkaitan seperti suhu, tekanan, isipadu dan faktor pemampatan perlu diambil kira.

1.4 Analisa Permasalahan

Beberapa kaedah telah dikenalpasti dan diambil kira untuk mengatasi pernyataan masalah yang diterangkan sebelum ini. Antaranya adalah:

- a) Mengenal pasti semua masalah berkaitan dan mendapatkan penyelesaian terbaik.
- b) Mengkaji dan memahami kandungan, sifat-sifat serta kuantiti relatif bagi gas sebenar.
- c) Membuat kajian berkenaan kandungan Gas Petroleum Cecair (LPG) serta sifat-sifatnya.
- d) Membiasakan diri dengan persamaan, konsep dan hipotesis berkaitan permasalahan kajian.
- e) Mengkaji jenis-jenis peralatan yang boleh digunakan dalam menjayakan projek ini.
- f) Menggunakan konsep sistem sedia ada di pasaran
- g) Melaksanakan eksperimen dan menganalisis kaedah atau parameter yang digunakan.
- h) Pemilihan kaedah terbaik bagi pemindahan LPG daripada tangki komersial ke tangki kenderaan.

BAB 2

KAJIAN ILMIAH

2.1 Pengenalan Kepada Gas Petroleum Cecair

2.1.1 Sejarah Perkembangan LPG Di Malaysia

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

Kelebihan hasil produk Gas Petroleum Cecair (LPG) adalah berdasarkan fakta hidrokarbon tersebut dapat disimpan dalam keadaan cecair dan digunakan dalam keadaan gas. Dalam keadaan termampat, LPG boleh disimpan dan dipindahkan dengan lebih efektif berbanding dalam keadaan gas. Ini merupakan satu keunikan yang akan mengurangkan kos serta menghasilkan keuntungan. Selain itu, nilai produk yang tinggi bagi pengguna, maka penghasilan produk LPG telah berkembang pesat sejak kali pertama diperkenalkan di pasaran lebih kurang setengah abad yang lalu.

Dengan penggunaan tong silinder, LPG dipasarkan di rumah, hotel atau restoran untuk tujuan masakan, pemanasan dan pengeringan dalam industri pengilangan serta barangan pengguna seperti seramik, kereta, alat mainan, gelas dan sebagainya LPG lebih digunakan sebagai bahan tenaga berbanding dengan bahanapi cecair lain memandangkan faktor-faktor seperti mudah dikendalikan, kurang pencemaran, penjimatan ruang, penghasilan barangan berkualiti dan sebagainya.

2.1.2 Kandungan serta sifat-sifat gas petroleum cecair

Gas petroleum cecair (LPG) ditakrifkan sebagai hasil petroleum berasaskan sifat kimia dan tindakbalasnya di mana sebatian hidrokarbon tersebut terdiri daripada ikatan hidrokarbon ataupun campuran kimia seperti propana, propilena, butana (isobutana atau butana) dan butilena. Hidrokarbn propana mempunyai ikatan formula C_3H_8 dan ikatan formula C_4H_{10} bagi butana. Hidrokarbon isomer bagi butana, isobutana mempunyai formula kimia yang sama tetapi ikatan kimianya berbeza. Bagi propana, hidrokarbon tersebut digunakan secara meluas dalam bidang masakan sebagai bahan bakar disebabkan takat didihnya yang rendah iaitu $-44^{\circ}F$ ($-42.2^{\circ}C$). Ini bermaksud walaupun pada suhutang begitu rendah ada propana akan meruap sebaik sahaja terbebas daripada tong silinder. Ini akan menghasilkan pembakaran bersih dan tidak memerlukan pelbagai peralatan, cukup dengan menggunakan nozel.

Hidrokarbon butana mempunyai takat didih $32^{\circ}F$ ($0.56^{\circ}C$) bermakna butana tidak mudah dicecairkan walaupun pada takat suhu yang rendah. Ini merupakan salah satu sebab penggunaan butana tidak meluas dan perlu dicampurkan bersama propana. Berikut merupakan data bagi kandungan hidrokarbon utama propana dan butana dalam LPG serta senarai siri no oktana bagi komponen Gas Petroleum Cecair (LPG).

Jadual 2.1: Data kandungan Hidrokarbon utama propana dan butana dalam LPG
(Scoot Hersey, 2006)

Kandungan Hidrokarbon		Propana	Butana
Formula kimia		C ₃ H ₈	C ₄ H ₁₀
Takat didih cecair (tekanan atmosfera)	°F(°C)		32(0.0)
Graviti spesifik bagi wap (udara = 1)		1.53	2
Graviti spesifik bagi cecair (air = 1)		0.51	0.58
Nilai Kalori @ 60° F	BTU/Kaki Persegi	2516	3280
	BTU/galon	91,690	102,032
	BTU/galon	21,591	21,221
Haba Pendam Pengewapan	BTU/galon	785	808
Berat Cecair	Paun/galon	4.24	4.81
Isipadu wap pada 60° F (1 galon cecair)	Kaki Persegi	36.39	31.26
Isipadu wap pada 60° 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
		900-1020	900-1000
Suhu pembakaran dalam udara	°F(°C)	(493.33- 548.88)	(482.2- 537.77)
Suhu nyalaan maksimum dalam udara	°F(°C)	3595 (1979.4)	3616 (199.1)
Nombor Oktana		Melebihi 100	92

Jadual 2.2 : Siri nombor oktana bagi komponen hidrokarbon Gas Petroleum Cecair (LPG)

Komponen	Formula	Nombor Penyelidikan Oktana	Nombor Motor Oktana	Anggaran Maksimum Nisbah Pemampatan
Propana	C_3H_8	111.5	100	11:01
n-butana	C_4H_{10}	95	92	8:01
Isobutana	C_4H_{10}	100.4	99	9:01
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	7:01

Gas Petroleum Cecair (LPG) dalam keadaan atmosfera hidrokarbon gas asli iaitu metana (CH_4) dan etana (C_2H_6) wujud dalam bentuk cecair, gas sementara semua hidrokarbon yang lebih tinggi wujud dalam bentuk cecair, sebagai contoh pentana, heksana, dan sebatian hidrokarbon lain. Ini membolehkan LPG dijual dalam bentuk cecair kerana padat tekanan kerja yang sesuai. Takat didihnya hampir sama pada suhu bilik iaitu $27^\circ C$. Secara umumnya, LPG tersebut diekstrak daripada gas asli sebanyak 75 peratus manakala sebanyak 25 peratus lagi adalah operasi pemprosesan minyak mentah di pusat penapisan. Untuk penentuan samaad dari mana datangnya sesuatu sumber LPG tersebut dapat dilakukan dengan ujian penentuan hidrokarbon tak tepu. Sebagai contoh jika terdapat sebilangan kecil bahan propilena dalam LPG maka gas tersebut adalah daripada pusat penapisan minyak. Jika tiada hidrokarbon didapati dalam LPG maka sumber utama adalah daripada gas asli.

Secara relatifnya, kombinasi unik yang melibatkan kandungan fizikal hidrokarbon menerangkan mengenai kepentingan penggunaan LPG di pasaran. Salah satu kepentingan dan keunikan LPG adalah pada suhu dan tekanan atmosfera.,LPG dalam keadaan wap. Namun begitu, LPG boleh dicecairkan melalui proses pemampatan pada suhu sekeliling atau disejukkan pada tekanan atmosfera atau kombinasi antara pemampatan dan penyejukan. Sebagai contoh propana, hidrokarbon yang merangkumi 90 peratus penggunaan LPG komersial, memenuhi sebanyak 270 kali ganda kurang ruangyang diperlukan berbanding dalam keadaan gas. Dengan keluasan sebanyak 270 kaki persegi gas propana mampu dikondensasikan kepada 1 kaki persegi bagi cecair propana (suhu 60°F (15.5°C)). Butana mempunyai nisbah pengkondesasian yang lebih rendah akan tetapi dalam bentuk cecair butana boleh memenuhi kurang 0.5 peratus isipadu berbanding dalam keadaan gas juga pada suhu (suhu 60°F (15.5°C))

Penggunaan LPG dalam bidang komersial dan industri melibatkan bahan api LPG perlu berada dalam keadaan wap. Proses ini dapat dilakukan dengan mudah, hanya perlu mengembalikan LPG kepada suhu dan tekanan atmosfera. Produk LPG ini mudah dicecairkan. Proses pemampatan dan penyejukan melibatkan sebatian tersebut perlu dikekalkan pada suhu di bawah takat didih. Takat didih bagi suatu bahan adalah suhu di mana bahan tersebut akan mengalamiperubahan dari keadaan cecair kepada keadaan gas. Bagi memastikan proses transgormasi daripada cecair kepada keadaan gas berlaku, muatan haba tertentu perlu disertakan pada takat didih teretntubahan tersebut. Keadaan tersebut dinamakan 'haba pendam pengewapan'. Propana, kandungan hidrokarbon utama bagi sebahagian besar penggunaan LPG mempunyai takat didih -44°F (-42.2°C) pada tekanan atmosfera,dalam unit 14.7 paun inci persegi (101.353 kPa). Takat didih bagi butana pada tekanan atmosfera adalah lebih tinggi, 32°F (15.5°C)

Walaupun penggunaan suhu yang bersesuaian boleh dicapai bagi keadaan 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 tidak dapat dilakukan melalui proses penyejukan normal. Oleh yang demikian, produk LPG dicecairkan melalui proses penyejukan tetapi dikekalkan dalam keadaan cecair melalui proses mampatan. Tekanan yang diperlukan bagi mengekalkan produk dalam keadaan cecair pada suhu tertentu adalah unik bagi sesebuah produk dan merupakan 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 LPG juga berkadaran dengan suhu.

2.1.3 Suhu dan Tekanan Gas Petroleum Cecair

Suhu pada 60°F (15.5°C) adalah dalam julat suhu normal bagi keadaan iklim bukan ekstrem. Anggaran tekanan gas bagi 2 produk utama Gas Petroleum Cecair (LPG) iaitu butana dan propana pada suhu 60°F (15.5°C):

- Propana - 100 psig atau 689.5 kPa
- Butana – 12 psig atau 82.74 kPa

Sebagai contoh pada suhu 60°F (15.5°C), tekanan gas sebanyak 100 psig (689.5kpa) diperlukan untuk mengekalkan LPG pada tekanan cecairnya. Jika suhu bagi hidrokarbon tersebut dinaikkan sehingga 100°F (37.8°C), jumlah tekanan gas yang diperlukan untuk mengekalkannya, dalam keadaan cecair adalah sebanyak 172 psig (1185.9 kpa). Oleh yang demikian, tekanan gas yang begitu tinggi diperlukan bagi mengekalkan propana dalam keadaan cecair pada 100°F (37.8°C), berbanding pada suhu 60°F (15.5°C). Pada suhu tinggi, tekanan gas yang lebih tinggi diperlukan bagi mengekalkan produk tersebut dalam keadaan cecair. Pada suhu 100°F (37.8°C), tekanan