

TS
97

MEMBANGUNKAN SEBUAH SISTEM PENYAMANAN UDARA
MENGUNAKAN AIR SEBAGAI BAHAN PENDINGIN

MOHD HATTA BIN MOHD HASSAN @ MD KAYAT

UNIVERSITI TUN HUSSEIN ONN MALAYSIA

UNIVERSITI TUN HUSSIEN ONN MALAYSIA

BORANG PENGESAHAN STATUS TESIS *

JUDUL: MEMBANGUNKAN SEBUAH SISTEM PENYAMANAN UDARA
MENGUNAKAN AIR SEBAGAI BAHAN PENDINGIN

SESI PENGAJIAN: 2008/2009

Saya MOHD HATTA BIN MOHD HASSAN @ MD KAYAT (DD050040)

mengaku membenarkan tesis (PSM/Sarjana/Doktor Falsafah)* ini disimpan di Perpustakaan dengan syarat-syarat kegunaan seperti berikut:

1. Tesis adalah hakmilik Universiti Tun Hussien Onn Malaysia.
2. Perpustakaan dibenarkan membuat salinan untuk tujuan pengajian sahaja.
3. Perpustakaan dibenarkan membuat salinan tesis ini sebagai bahan pertukaran antara institusi pengajian tinggi.
4. **Sila tandakan(✓)

SULIT

(Mengandungi maklumat yang berdarjah keselamatan atau kepentingan Malaysia seperti yang termaktub di dalam AKTA RAHSIA RASMI 1972)

TERHAD

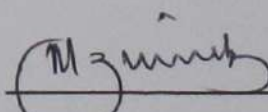
(Mengandungi maklumat TERHAD yang telah ditentukan oleh organisasi/badan di mana penyelidikan dijalankan)

TIDAK TERHAD



(TANDATANGAN PENULIS)

Disahkan oleh



(TANDATANGAN PENYELIA)

Alamat Tetap:

NO 4, JALAN IMPIAN EMAS 15,
TAMAN IMPIAN EMAS,
81300 SKUDAI,
JOHOR DARUL TAKZIM.

EN. MD. ZIN BIN IBRAHIM
Nama Penyelia

Tarikh:

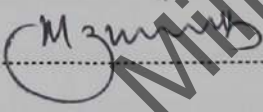
4/12/2008

Tarikh:

4.12.08

- CATATAN: *
- * Potong yang tidak berkenaan.
 - ** Jika tesis ini SULIT atau TERHAD, sila lampirkan surat daripada pihak berkuasa/organisasi berkenaan dengan menyatakan sekali sebab dan tempoh tesis ini perlu dikelaskan sebagai SULIT atau TERHAD.
 - ♦ Tesis dimaksudkan sebagai tesis bagi Ijazah Doktor Falsafah dan Sarjana secara penyelidikan, atau disertai bagi pengajian secara kerja kursus dan penyelidikan, atau Laporan Projek Sarjana Muda (PSM).

"Saya akui bahawa 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"

Tandatangan : 

Nama Penyelia : EN. MD. ZIN BIN IBRAHIM

Tarikh : 4.12.08

**MEMBANGUNKAN SEBUAH SISTEM PENYAMANAN UDARA
MENGUNAKAN AIR SEBAGAI BAHAN PENDINGIN**

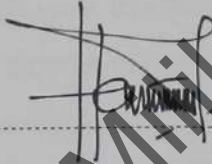
MOHD HATTA BIN MOHD HASSAN @ MD KAYAT

Laporan projek ini dikemukakan
sebagai memenuhi sebahagian daripada syarat
penganugerahan Ijazah Sarjana Muda Kejuruteraan Mekanikal

Fakulti Kejuruteraan Mekanikal dan Pembuatan
Universiti Tun Hussein Onn Malaysia

DISEMBER, 2008

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

Tandatangan : 

Nama Penulis : MOHD HATTA B. MOHD HASSAN @ MD KAYAT

Tarikh : 4/12/2008

Teramat istimewa buat isteri, anak-anak, adik beradik dan insan yang amat kusayangi, kukasihi dan kusanjungi, abah dan emak, Mohd Hassan Bin Karmain & Shapiah Bte Budin ...

Tiada ucapan yang terindah didunia ini mampu untuk dilafazkan bagi menilai pengorbanan dan kasih sayang mu padaku...

Kau semangatku, kau sumber ilhamku dan kau jua nyawaku...

Seikhlasnya dari jauh sudut hatiku...

Ingin ku nyatakan betapa ku amat menyintai abah dan emak, isteri dan anak-anak.....

PENGHARGAAN

Bersyukur ke hadrat Allah S.W.T kerana dengan limpah kurnianya serta kekuatan yang diberikan akhirnya tesis ini dapat disiapkan didalam waktu yang ditetapkan dengan sempurna dan jayanya.

Setinggi-tinggi penghargaan ingin dirakamkan kepada En. Md.Zin Bin Ibrahim selaku penyelia projek ini di atas bimbingan, tunjuk ajar, teguran dan dorongan yang tidak pernah jemu diberikan sepanjang tempoh penyelidikan tesis ini. Jutaan terima kasih juga ditunjukkan kepada En. Wan Sabri Bin Wan Ismail dan En. Marzuki bin Mahamad Radzi yang menyokong kelulusan menggunakan Bengkel Penyejuk Bekuan dan Penyamanan Udara IKMJB. Tidak dilupakan juga kepada En. Wan Abd Malik dan staf-staf Bengkel Penyejuk Bekuan dan Penyamanan Udara IKMJB yang membantu mendapatkan alatan dan bahan kajian serta bimbingan yang diberikan sepanjang proses penyelidikan ini berjalan.

Setinggi penghargaan juga buat keluarga tercinta iaitu abah Mohd Hassan Bin Karmain, emak Shapiah Bte Budin, isteri Norhaslin Bte Eskan, anak-anak Nuramirrah, Nuraqilah, Muhammad Hanafi, Muhammad Hafiz, Nuraisyah, sahabat-sahabat, kawan-kawan dan semua yang terlibat sama ada secara langsung atau tidak langsung dalam membantu menjayakan projek penyelidikan ini. Terima kasih yang tidak terhingga di atas segala-galanya.

ABSTRAK

Kajian ini adalah mengenai penghasilan Model Kajian R718 iaitu sebuah sistem penyamanan udara yang menggunakan air sebagai bahan pendingin. Tujuan kajian dilakukan adalah untuk menilai keberkesanan air sebagai bahan pendingin. Model Kajian R718 dibina dengan menyediakan sempal air yang melalui proses penapisan dan pengujian kealkalian serta mengenalpasti komponen bagi Model Kajian R718. Antara ujian yang dijalankan ialah pengujian prestasi, penentuan terminal, penebatan, dan pendawaian. Di dalam kajian ini beberapa parameter seperti Jumlah Haba yang dibebaskan oleh pemeluwap, Kesan Penyejukan, Kerja Pemampat dan Pekali Prestasi digunakan. Berdasarkan kepada keputusan yang diperolehi, perbandingan dibuat dengan menerusi simulasi perisian komputer *coolpack software* bagi R718 dan data piawaian model sebenar R22. Hasil daripada perbandingan tersebut menjelaskan bahawa peningkatan dan penurunan suhu akan mempengaruhi nilai Pekali Prestasi. Keputusan kajian ini menunjukkan Model Kajian R718 mempunyai nilai Pekali Prestasi yang tinggi iaitu 6.736 berbanding model sebenar R22 ialah 4.667. Ini juga menunjukkan bahawa Model Kajian R718 masih lagi berada didalam proses penyejukan yang ideal dan baik. Walau bagaimana pun Model kajian R718 tidak dapat menghasilkan tahap kesejukan sebagaimana model sebenar R22 yang mencapai tahap kesejukan suhu bilik sehingga 18°C.

ABSTRACT

This research is about Research Model R718 producing that is an air conditioning system using water as refrigerant. The research would be purpose to evaluate water effectiveness as refrigerant. Research Model R718 builds by providing sample water had been through with refining process and alkalinity testing and also identifies the component of Research Model R718. List of testing was performance testing, determination terminal, insulation and wiring. In this study a few parameters such as Total Heat rejected by Condenser, Refrigeration Effect, Work Done by Compressor and Coefficient of Performance to be used. Based on decision has been achieved make a comparison with simulation through the computer *Cool Pack Software* for R718 and standard data model R22. Result of that comparison explains that increase and decrease of temperature will affect Coefficient of Performance value. This research show that Research Model R718 has a high value Coefficient of Performance namely 6.736 compare with R22 real model value 4.667. This also indicated that Research Model R718 still in ideal refrigeration process and good Coefficient of Performance value. However even that Research Model R718 makes an unable like R22 real model to attained room temperature level coldness till 18 °C.

SENARAI KANDUNGAN

BAB	PERKARA	MUKA SURAT
	DEDIKASI	iii
	PENGHARGAAN	iv
	ABSTRAK	v
	ABSTRACT	vi
	SENARAI KANDUNGAN	vii
	SENARAI JADUAL	xi
	SENARAI RAJAH	xiii
	SENARAI SIMBOL	xvi
	SENARAI LAMPIRAN	xviii
BAB I	PENDAHULUAN	1
	1.1 Pengenalan	1
	1.2 Latar Belakang kajian	2
	1.3 Objektif Kajian	3
	1.4 Skop Kajian	3
	1.5 Rasional Kajian	4

BAB II	TEORI DAN KAJIAN LITERATUR	5
2.1	Pengenalan	5
2.2	Bahan Penyejuk Yang Unggul	6
2.3	Air Sebagai Bahan Pendingin	7
2.4	Model Teoritik	10
2.5	Pemampat	16
2.6	Penukar Haba	19
BAB III	METODOLOGI KAJIAN	20
3.1	Pengenalan	20
3.2	Instrumentasi	22
3.3	Lokasi Ujikaji Dijalankan	22
3.4	Prosedur Kajian	23
3.4.1	Penyediaan Bahan Pendingin	25
3.4.2	Mengenalpasti Komponen-Komponen Model	28
3.4.3	Model Kajian R718	31
3.4.4	Pengujian Model Kajian R718	32
3.4.4.1	Ujian Menentukan Terminal	32
3.4.4.2	Ujian Penebatan	34
3.4.4.3	Ujian Pendawaian	36
3.4.4.4	Ujian Prestasi	37
3.4.4.5	Membuat Perbandingan Data Antara Model Kajian R718 Dengan Simulasi Komputer Cool pack Software Bagi R718 Dan Data Piawaian Model Sebenar R22	39

BAB IV	KEPUTUSAN	42
4.1	Pengenalan	42
4.2	Keputusan Ujian Sampel Air	43
4.3	Keputusan Ujian Menentukan Terminal	45
4.3.1	Ujian Keats Motor Pemampat	45
4.3.2	Ujian Keatas Motor Kipas	46
4.3.3	Ujian Keatas Motor Pam Air	47
4.4	Keputusan Ujian Penebatan	49
4.4.1	Ujian Keats Motor Pemampat	49
4.4.2	Ujian Keatas Motor Kipas	50
4.4.3	Ujian Keatas Motor Pam Air	51
4.4.4	Analisa Ujian	51
4.5	Keputusan Ujian Pendawaian	52
4.6	Keputusan Ujian Prestasi	53
4.6.1	Data Model Kajian R718	53
4.6.2	Data Simulasi R718	57
4.7	Perbandingan Keputusan Ujian Antara Model Kajian R718 Dengan Simulasi R718 dan Data Piawaian Model Sebenar R22	60
4.8	Perbandingan Keputusan Ujian Tahap Kesejukan Antara Model Kajian R718 Dengan Model Sebenar R22.	63
BAB V	KESIMPULAN	64
5.1	Cadangan Kajian Masa Akan Datang Dan Lanjutan	65

RUJUKAN 67

LAMPIRAN 69

Hak Milik MARA

SENARAI JADUAL

NO. JADUAL	PERKARA	MUKA SURAT
2.1	Sifat-Sifat Bahan Penyejuk Berkait Rapat Pada Alam Sekitar, Keselamatan dan Kitaran Penyejukan Berdasarkan $T_e = 10^\circ\text{C}$, $T_c = 50^\circ\text{C}$ dan $\eta_s = 1$.	8
2.2	Ciri-Ciri Bagi Air Lawan Bahan Pendingin R12	15
2.3	Parameter Pemampat Empar	18
2.4	Perbandingan Model Pemampat Dalam Situasi Sebenar	19
4.1	Keputusan Bagi Sample Air Yang Diuji Menggunakan pH Solution	44
4.2	Keputusan Ujian Menentukan Terminal Keatas Motor Pemampat Berdasarkan Pada Suhu Sekeliling 20°C	45
4.3	Keputusan Ujian Menentukan Terminal Keatas Motor Kipas Berdasarkan Suhu Sekeliling 20°C	46
4.4	Keputusan Ujian Menentukan Terminal Keatas Motor Pam Air Berdasarkan Pada Suhu Sekeliling 20°C	47
4.5	Keputusan Ujian Penebatan Keatas Motor Pemampat Berdasarkan Suhu Sekeliling 20°C	49

4.6	Keputusan Ujian Penebatan Keatas Motor Kipas Berdasarkan Pada Suhu Sekeliling 20°C	50
4.7	Keputusan Ujian Penebatan Keatas Motor Kipas Berdasarkan Suhu Sekeliling 20°C	51
4.8	Keputusan Ujian Pendawaian Keatas Model Berdasarkan Pada Suhu Sekeliling 20°C	52
4.9	Keputusan Ujian Prestasi Bagi Model Kajian R718	54
4.10	Keputusan Ujian Prestasi Bagi Simulasi R718	57
4.11	Perbandingan Keputusan Ujian Prestasi Antara Model Kajian R718 Dengan Simulasi R718 Dan Data Piawaian Model Sebenar R22	60

Hak Milik MARA

SENARAI RAJAH

NO. RAJAH	PERKARA	MUKA SURAT
2.1	Haba Pendam Melawan Suhu Bagi Pelbagai Bahan Pendingin	7
2.2	Kitaran Penyejukan Mampatan Wap Satu Peringkat (a) Skematik Kitaran (b) Gambarajah Kitaran P-h	11
2.3	Gambarajah Kitaran Sistem Mampatan Wap Konvensional	14
2.4	Gambarajah Tekanan Melawan Isipadu Tentu Yang Ideal Bagi Sistem Kitaran Air dan R22	14
2.5	Gambaran Rajah Komponen Pemampat Empar	18
3.1	Carta Alir Kajian	24
3.2	Carta Aliran Proses Penapisan Air	27
3.3	pH Test Solution Yang Digunakan	27
3.4	Pemeluwap Sentuhan Secara Langsung	28
3.5	Pencairwap Sentuhan Secara langsung	29
3.6	Tiub Tembaga Yang Dibentuk Sebagai Penukar Haba	29
3.7	Pembentukan Badan Penukar Haba	30
3.8	Penukar Haba Yang Telah Siap Dimasukkan Kedalam Badanya	30
3.9	Penukar Haba Yang Sudah Siap Dipasang Dengan Armoflex	31

3.10	Model Kajian Yang Telah Siap Sepenuhnya Untuk Proses Pengujian	31
3.11	Ujian Menentukan Terminal Pada Motor Pemampat Sedang Dijalankan	33
3.12	Ujian Penentuan Terminal Pada Motor Kipas Sedang Dijalankan	33
3.13	Ujian Penentuan Terminal Pada Motor Pam Air Sedang Dijalankan	34
3.14	Ujian Penebatan Pada Motor Pemampat Sedang Dijalankan	35
3.15	Ujian Penebatan Pada Motor Kipas Sedang Dijalankan	35
3.16	Ujian Penebatan Pada Motor Pam Air Sedang Dijalankan	35
3.17	Ujian Pendawaian Pada Model Sedang Dijalankan	36
3.18	Ujian Prestasi Model Sedang Dijalankan	37
3.19	Ujian Prestasi Model Bagi Suhu Pemeluwap dan Suhu Penyejat Sedang Dijalankan	38
3.20	Proses Kitaran Penyejukan Sepertimana Data Yang Diperolehi Melalui Model Kajian R718	38
3.21	Spesifikasi Kitaran Proses Penyejukan	39
3.22	Analisa Proses Kitaran Penyejukan	40
3.23	Nilai Bacaan Pada Kedudukan Titik Analisa Proses Kitaran Penyejukan	41
3.24	Data-Data Tambahan Analisa Proses Kitaran Penyejukan	41
4.1	Hasil Ujian Keatas Sampel Air	43
4.2	Perbezaan Hasil Ujian Keatas Sampel Air	43
4.3	Rintangan Lawan Suhu Sekeliling Bagi Terminal Motor Pemampat, Motor Kipas dan Motor Pam Air	48

4.4	Pekali Prestasi Lawan Suhu Bagi Model Kajian R718	55
4.5	Suhu Penyejat Lawan Pekali Prestasi Bagi Model Kajian R718	56
4.6	Pekali Prestasi Lawan Suhu Bagi Simulasi R718	58
4.7	Suhu Penyejat Lawan Pekali Prestasi Bagi Simulasi R718	59
4.8	Perbandingan Keputusan Ujian Prestasi Antara Model Kajian R718 Dengan Simulasi R718 Dan Data Piawaian Model Sebenar R22	62
4.9	Masa Pengujian Lawan Kesejukan Suhu	63

Hak Milik MARA

SENARAI SIMBOL

R	-	Bahan Pendingin
R718	-	Air
R22	-	<i>Chlorodifluoromethane</i>
COP	-	Pekali Prestasi
GWP	-	Kesan Pemanasan Global
ODP	-	Penipisan Lapisan Ozon
P - h	-	<i>Pressure – Enthalpy</i>
T - s	-	<i>Temperature – Saturated</i>
CO ₂	-	Karbon Dioksida
Te	-	Suhu Penyejat
Tc	-	Suhu Pemeluwap
max	-	Maksimum
min	-	Minimum
%	-	Peratusan
°C	-	Darjah <i>Celcius</i>
°F	-	Darjah <i>Fahrenheit</i>
K	-	Kelvin
kJ/kg	-	Kilojoule/Kilogramm
g	-	Gram
kg	-	Kilogram
cm	-	Sentimeter
mm	-	Milimeter
m	-	Meter
m ³	-	Meter Padu

Ω	-	Ohm
$M\Omega$	-	Mega Ohm
∞	-	Infiniti
s	-	Saat
ρ	-	Ketumpatan
V	-	Isipadu
kJ	-	Kilo Joule
MJ	-	Mega Joule
MPa	-	Mega Pascal
J	-	Joule
ΔT	-	Perubahan Suhu
IEE	-	<i>Institute Of Electrical Engineering</i>
UTHM	-	Universiti Tun Hussein Onn Malaysia
IKMJB	-	Institut Kemahiran MARA Johor Bahru

Hak Milik MARA

SENARAI LAMPIRAN

LAMPIRAN	PERKARA	MUKA SURAT
A	Jadual Perancangan (PSM 1 dan PSM 2)	69
B	P-h Diagram Bagi R718	72
C	T-s Diagram Bagi R718	74
D	Jadual Sifat Bagi R718	76
E	Senarai Instrumentasi	83
F	Surat Kebenaran	85
G	pH Water Chart	87
H	Lukisan Gegelung Penukar Haba	89
I	Lukisan Badan Penukar Haba	91
J	Data Sheet	93
K	Data Simulasi R718	95

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Pengenalan

Air adalah merupakan satu unsur yang banyak terdapat di muka bumi ini dan kegunaannya mampu menembusi semua aspek dalam bidang perindustrian. Selain itu air adalah mesra alam, kos rendah, sifat-sifat termodinamik yang baik dan merupakan bahan yang tidak beracun. Dari aspek thermo pula ia adalah konsisten terhadap sistem kitaran penyejukan mampatan wap dan berpotensi untuk mencapai Pekali Prestasi *Coefficient of Performance* atau singkatannya C.O.P yang tinggi.

Air digunakan dengan meluasnya dalam proses mampatan wap terutamanya dalam proses pemanasan, pendinginan air, pengeluaran ais vakum, pengeringan dan pemisahan. Air juga digunakan dalam proses-proses pemindahan haba atau tenaga penyimpanan kedua contohnya dalam sistem berpusat atau sistem daerah pemanasan dan penyejukan, tangki penyejukan air berlapis dan sistem-sistem penyimpanan air batu serta sistem penyejukan turbin gas dan sistem penyejukan di industri-industri. Selain itu ianya juga digunakan dalam proses-proses menghasilkan kuasa dimana air digunakan sebagai bendalir untuk kerja-kerja dalam kitar kuasa yang terdapat dalam sistem penjanaan kuasa kitaran *Rankine* oleh Elovic dan Holmes (1996).

1.2 Latar Belakang Kajian

Dalam aplikasi penyejukan, penggunaan air sebagai satu bahan penyejuk adalah terhad pada sistem penyerapan *absorption system* yang dibina dengan mencampurkan kedua-dua bahan yang terdiri daripada *lithium bromide* dan air. Sistem penyerapan pendinginan ini mewakili hanya 1% sahaja jumlah sistem penyamanan udara yang dipasarkan. Sistem penyamanan udara yang berada adalah didominasi oleh sistem mampatan wap yang beroperasi dengan menggunakan bahan penyejuk sintetik. Hal ini menjadikan faktor daya penarik bagi air untuk digunakan sebagai bahan penyejuk bagi sistem kitaran penyejukan mampatan wap. Satu faktor permasalahan penting yang menyebabkan penggunaan air sebagai satu bahan penyejuk sangat mencabar ialah proses memampatkannya kepada tekanan rendah, isipadu wap tertentu yang tinggi untuk menukarkannya kepada tekanan terutamanya suhu yang tinggi diperlukan membenarkan proses penolakan haba berlaku daripada sistem tersebut.

Selain daripada itu, penggunaan air sebagai bahan penyejuk dalam sistem penyejukan mampatan wap juga boleh memberikan manfaat penting terhadap alam sekitar, yang mana air adalah satu bahan penyejuk yang secara ekologi adalah kukuh dengan tidak menimbulkan masalah kepada penipisan lapisan ozone *ozone depletion potential ODP* dan keupayaan pemanasan globalnya *global warming potential GWP_{100yr}* kurang daripada 1, berbanding dengan R-134a, *GWP_{100yr}* adalah bersamaan dengan 1300 (Devotta, 2000).

Daripada hasil kajian ini nanti, diharap sistem penyejukan yang cuba dihasilkan daripada sumber air sebagai bahan pendingin dapat dijadikan sebagai model untuk kajian akan datang dan perluaskan lagi penghasilannya serta di komersialkan.

1.3 Objektif Kajian

- i. Membangunkan sebuah sistem penyamanan udara menggunakan air sebagai bahan pendingin.

1.4 Skop Kajian

- i. Mendapatkan maklumat ciri-ciri sistem penyamanan udara yang menggunakan air sebagai bahan pendingin dan kajian literatur yang berkaitan.
- ii. Mengenalpasti ciri-ciri air sebagai bahan pendingin.
- iii. Membina model kitaran sistem penyejukan.
- iv. Membina dan mensimulasikan model menggunakan perisian *Coolpack Software*.
- v. Membangunkan dan membina sistem penyamanan udara yang menggunakan air sebagai bahan pendingin.

1.5 Rasional Kajian

Rasional kajian yang dijalankan ini adalah untuk melihat tahap kemampuan air sebagai bahan pendingin dan digunakan dalam sistem penyamanan udara. Selain itu, kosnya juga murah kerana sumber utamanya adalah terdiri daripada bahan yang mudah didapati dimuka bumi ini dan menepati syarat-syarat sebagai bahan pendingin.

Selain itu faktor yang paling penting terhadap kajian ini adalah menggunakan bahan yang sedia ada terdapat di muka bumi ini dan bahan tersebut tidak menimbulkan masalah kepada penipisan lapisan ozone (*ozone depletion potential*) atau singkatannya *ODP* dan tidak memberi kesan kepada pemanasan global *global warming potential* atau singkatannya *GWP* seperti yang terdapat pada kebanyakan bahan pendingin yang menggunakan kimia seperti yang sedia ada sekarang ini. Atas kelemahan-kelemahan bahan pendingin sedia ada inilah yang mendorong kajian dibuat terhadap bahan lain bagi digunakan sebagai bahan pendingin dan kaedah sistem yang akan digunakan kelak.

Oleh yang demikian, kajian yang akan dijalankan ini diharap dapat menjadikan air sebagai bahan pendingin kepada sistem penyejukan yang ada kini dan menjadi pemangkin dalam pengeluaran bahan pendingin berasaskan bahan yang mudah didapati dan dapat memenuhi pasaran sedia ada. Melalui kajian ini juga, kita akan dapat mengetahui tahap kemampuan air sebagai bahan pendingin serta membangunkan sistem yang sesuai digunakan dimana adakah ianya setanding dengan bahan pendingin yang menggunakan kimia ataupun bahan pendinginan tradisional melalui sistem sedia ada.



BAB II

TEORI DAN KAJIAN LITERATUR

2.1 Pengenalan

Kajian literatur merupakan suatu olahan yang dilakukan keatas kajian yang telah dibuat sebelum ini oleh para pengkaji terdahulu dan ia juga merupakan satu kajian ilmiah yang dilakukan ke atas tajuk yang akan dilaksanakan. Ia merupakan satu bahagian yang lebih memfokuskan kepada keputusan dan analisis untuk meningkatkan pemahaman terhadap kajian yang akan dilakukan. Selain itu, ia juga bertujuan untuk memberi garis panduan dan parameter yang berkaitan dengan kajian yang akan dilakukan. Didalam bab ini, perkara yang akan diterangkan dan dibincangkan adalah mengenai ciri-ciri air sebagai bahan pendingin, perbandingan keupayaan air dengan bahan pendingin yang lain, penggunaan air sebagai bahan pendingin di dalam sistem kitaran mampatan wap ataupun dikenali sebagai *vapor compression cycle* dan analisa kitaran.

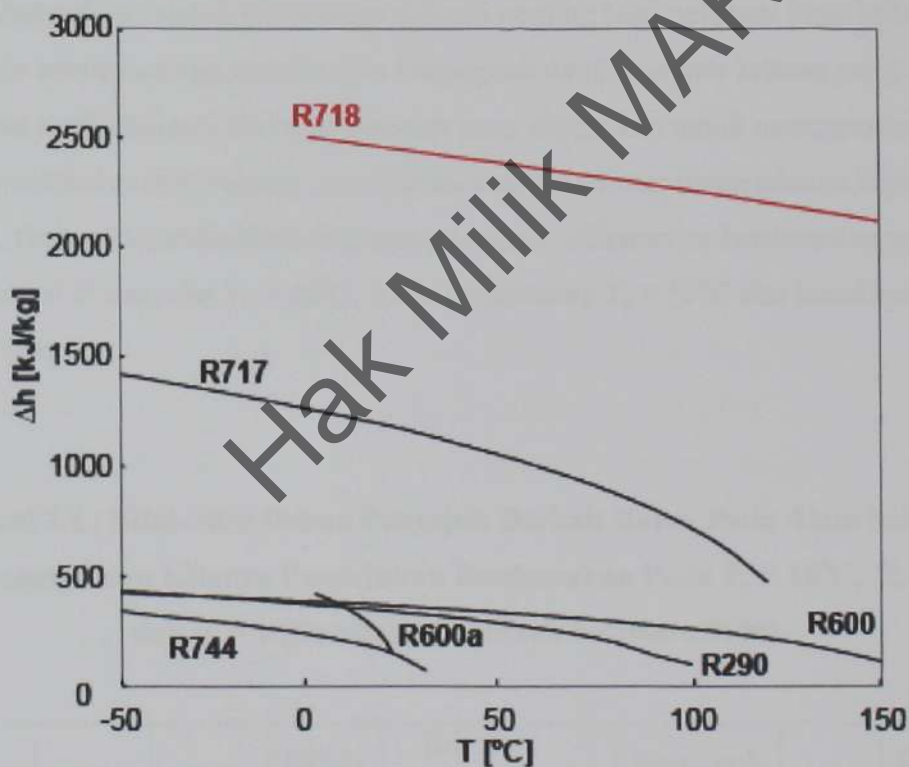
2.2 Bahan Penyejuk Yang Unggul

Bahan penyejuk yang unggul akan menghasilkan kapasiti penyejukan maksimum untuk kuasa masukan yang minima. Bahan penyejuk yang baik juga haruslah selamat kepada keadaan persekitaran, kos rendah, sifat-sifat thermodinamik yang baik dan merupakan bahan yang tidak beracun. Selain daripada itu ciri-ciri lain untuk menjadikan sesuatu bahan itu boleh digunakan sebagai bahan pendingin ialah :

- i. Boleh menghasilkan haba pendam pengewapan yang tinggi.
- ii. Mempunyai tekanan kerja yang munasabah.
- iii. Bahan yang stabil.
- iv. Tidak mudah terbakar.
- v. Tidak memberi kesan kepada alam sekitar dimana bahan itu tidak memberi kesan terhadap lapisan ozon ataupun memberi kesan terhadap pemanasan global.
- vi. Boleh menghasilkan pekali prestasi yang tinggi.
- vii. Mempunyai kekonduksian yang tinggi.
- viii. Kelikatan yang rendah.
- ix. Haba mampatan yang rendah.
- x. Boleh larut dengan minyak supaya sistem pelinciran berkesan.
- xi. Tidak berbahaya apabila bertindak balas dengan minyak walaupun dengan kehadiran kelembapan.

2.3 Air Sebagai Bahan Pendingin.

Menurut McLinden (1987), pula air memenuhi semua syarat-syarat asas untuk di jadikan sebagai bahan penyejuk kerana ia adalah stabil, tidak beracun, tidak mudah terbakar, tidak mendatangkan kesan terhadap penipisan lapisan ozone, kesan terhadap pemanasan global, sebarang masalah selepas digunakan dan kelebihan yang lain berbanding bahan pendinginan yang lain, dimana ia boleh bekerja pada tekanan rendah tanpa melibatkan keselamatan, menghasilkan pekali prestasi yang tinggi jika dibandingkan dengan bahan pendingin yang lain serta suhu enthalpinya yang tinggi yang terdapat pada **Rajah 2.1** untuk melihat perbezaannya.



Rajah 2.1 : Haba Pendam Melawan Suhu Bagi Pelbagai Jenis Bahan Pendingin
(Sumber : American Institute of Aeronautics and Astronautics)

Air telah dikelaskan didalam kumpulan pertama iaitu terdiri daripada kumpulan gas yang paling selamat sekali dan telah dikodkan sebagai R718 yang membawa maksud *Refrigerant 718* oleh simulasi perisian *Coolpack Software*, (2000).

Selain itu gambarajah tekanan entalpi iaitu *P-H diagram* rujuk **Lampiran B**, gambarajah suhu iaitu *T-S diagram* rujuk **Lampiran C** dan jadual sifat (rujuk lampiran D) berkenaan air telah dihasilkan oleh simulasi perisian *Coolpack Software*, (2000). "Penjadualan piawai berkenaan air sebagai bahan pendingin juga telah dihasilkan oleh Wagner dan Krause, (1998)"

Jadual 2.1 adalah merupakan ciri-ciri penting bagi pelbagai jenis bahan pendingin bersama-sama dengan data keupayaan dan parameter kitaran yang diperolehi hasil daripada simulasi perisian yang digunakan untuk menggambarkan secara teoritik sebuah kitaran penyejukan mampatan wap tanpa adanya kejatuhan tekanan, tiada sub-pendinginan dan panas lampau. Kitaran ini berdasarkan pada suhu operasi di penyejat $T_c = 10^\circ\text{C}$, suhu pemeluwap $T_c = 50^\circ\text{C}$ dan kecekapan isentropik $\eta_s = 1$.

Jadual 2.1 : Sifat-Sifat Bahan Penyejuk Berkait Rapat Pada Alam Sekitar, Keselamatan dan Kitaran Penyejukan Berdasarkan Pada $T_c = 10^\circ\text{C}$, $T_c = 50^\circ\text{C}$ dan $\eta_s = 1$ (Sumber : CoolPack Software 2000).

Type	ODP	GWP	Safety Group	Ref. Cap. (kj/kg ⁻¹)	COP	Spec. vol. (m ³ kg ⁻¹)	π	Comp. out temp (°C)
R718	0 [†]	0 [†]	A1*	2309	5.70	106.4	10.0	223
R717	0 [†]	0 [†]	B2*	102.9	5.96	0.205	3.03	99
R12	1 [‡]	8500 [‡]	A1*	106.5	5.70	0.0409	2.88	55
R22	0.034 [‡]	1900 [‡]	A1*	145.6	5.60	0.0347	2.85	67
R290	0 [‡]	20 [‡]	A3*	250.1	5.42	0.0725	2.66	54
R717	0 [‡]	1600 [‡]	A1*	131.9	5.54	0.0491	3.18	62
R152a	0 [‡]	190 [‡]	A2*	228.0	5.88	0.0865	3.15	52

Maklumat dari **Jadual 2.1** menunjukkan bahawa bahan pendingin *R718* adalah merupakan bahan pendingin yang terbaik diantara bahan pendingin yang lain dari segi *ODP*, *GWP*, keselamatannya dan spesifik jisim penyejukannya. Apabila nilai pekali prestasinya dibuat perbandingan ia menunjukkan bahawa *R718* ini adalah yang ketiga terbaik di antara bahan pendingin yang lain. Selain itu juga ia menunjukkan bahawa perhubungan di antara suhu penyejat, suhu pemeluwap dan kecekapan isentropik akan memberikan keupayaan pekali prestasi *COP* yang baik.

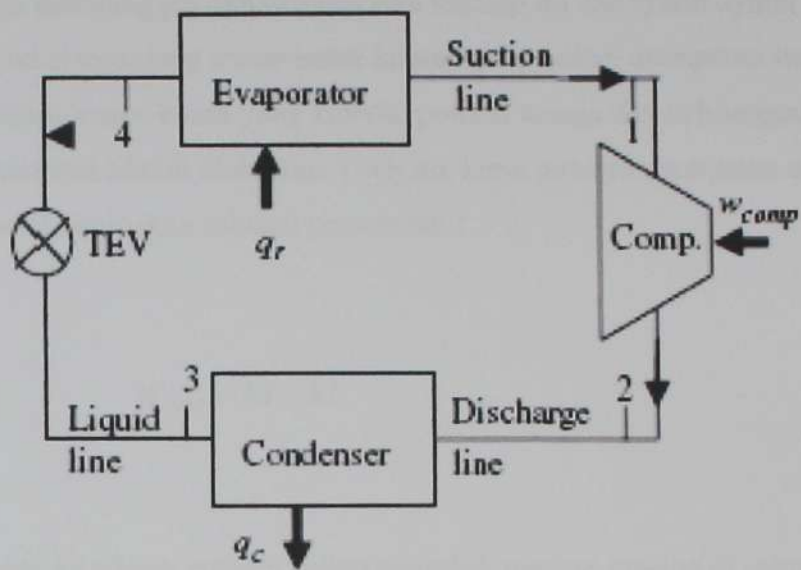
Menurut Ophir & Koren, (1999) mengatakan bahawa penyejukan wap air menggunakan tenaga yang rendah, penyenggaraan yang rendah dan kos operasi rendah berbanding dengan bahan penyejuk yang lain.

Walaupun air mempunyai ciri-ciri dan sifat-sifat bahan pendingin yang baik seperti yang dinyatakan awal tadi terdapat juga halangan yang terpaksa ditempuhi untuk digunakan sebagai bahan pendingin dimana ia memerlukan spesifik pengaliran yang besar dan nisbah tekanan yang tinggi untuk memberi kesan pada suhu penyejat dan pemeluwap, ini memerlukan pemampat yang terlalu besar berkelajuan tinggi untuk bekerja bagi mendapatkan tekanan dibawah vakum dan halangan yang kedua pula ialah mengambil ruang yang terlalu banyak untuk menempatkan pemampat berperingkat, ini menjadikan unit tersebut mahal harganya.

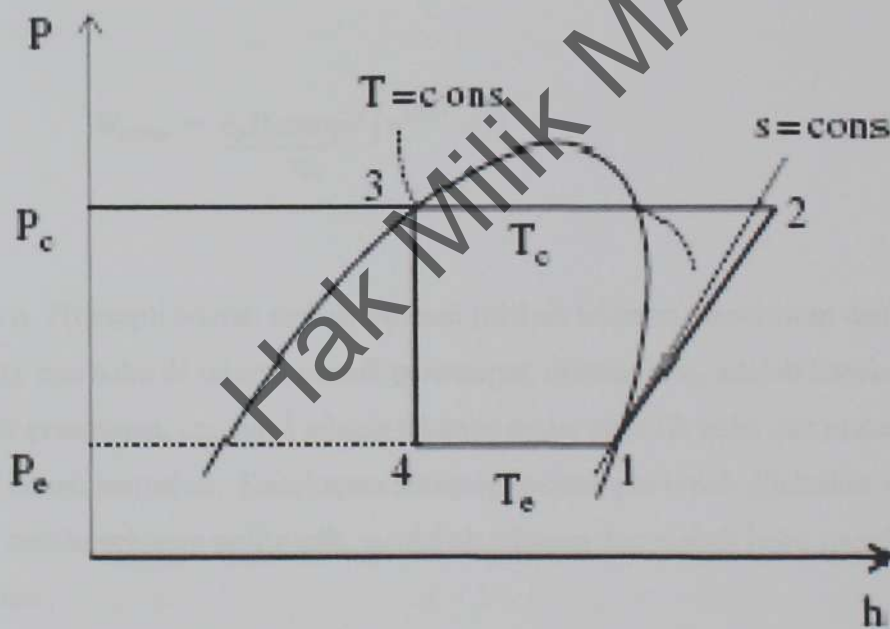
2.3 Model Teoritikal

“Chen and Parasad (1999), menggunakan pendekatan model satu peringkat kitaran mampatan wap yang menggunakan komponen-komponen asas kitaran iaitu pemampat, pemeluwap, injap pengembangan dan penyejat dengan menggunakan air sebagai bahan pendingin. **Rajah 2.2** menunjukkan gambarajah skematik berkenaan komponen-komponen sistem serta gambarajah tekanan entalpi (*pressure-enthalpy*) yang menunjukkan keadaan kitaran sistem tersebut.

Dalam teori kitaran mampatan wap yang terdapat pada **Rajah 2.2**, bahan penyejuk memasuki pemampat di kedudukan 1 dalam keadaan tekanan rendah, suhu rendah, dan wap tepu. Daripada keadaan 1 hingga 2, bahan penyejuk adalah dimampat oleh pemampat dan diluahkan di kedudukan 2 dalam keadaan tekanan tinggi, suhu tinggi dan keadaan wap panas lampau. Selepas itu di kedudukan 2, ia memasuki pemeluwap di mana haba akan dibebaskan ke persekitaran sekeliling. Bahan pendingin akan keluar dari pemeluwap pada kedudukan 3 dalam keadaan tekanan tinggi, suhu tinggi dan cecair tepu. Seterusnya daripada kedudukan 3, bahan penyejuk akan memasuki pula injap pengembangan di mana proses semburan berlaku disini yang menyebabkan cecair bahan pendingin yang bertekanan tinggi dan bersuhu tinggi tadi bertukar kepada cecair yang bertekanan rendah dan bersuhu rendah. Bahan pendingin ini memasuki pula kedudukan 4 di mana berlakunya proses penyerapan haba dan penukaran cecair yang bertekanan rendah dan bersuhu rendah itu tadi bertukar kepada wap yang bertekanan rendah dan bersuhu rendah. Dalam kitaran teori ini kita menganggap bahawa tiada berlakunya pelampau panasan dalam saluran sedutan, tiada sub-pendinginan berlaku dalam saluran cecair dan tidak berlakunya susutan tekanan sepanjang kitaran.



(a)



(b)

Rajah 2.2 : Kitaran Penyejukan Mampatan Wap Satu Peringkat (a) Skematik Kitaran (b) Gambarajah Kitaran $P-h$

Ia juga menganggap bahawa keadaan mantap itu dan syarat-syarat aliran seragam wujud disepanjang unsur-unsur kitaran penyejukan mampatan wap dan perubahan dalam kuasa-kuasa yang kinetik, potensi tenaga dan kehilangan haba daripada pemampat adalah diabaikan. Oleh itu, kerja tertentu mampatan w_{comp} untuk pemampat boleh dituliskan sebagai persamaan :

$$W_{comp} = h_2 - h_1 \quad (3.1)$$

di mana h_1 dan h_2 adalah enthalpi bahan penyejuk masing-masing di saluran masuk pemampat dan keluar pemampat, bahan pendingin yang dibuat terdiri daripada gas unggul disepanjang proses pemampatan. Oleh itu kerja mampatan tertentu oleh mampatan juga dijelaskan seperti persamaan :

$$W_{comp} = \frac{c_p T(\text{comp})^i [\pi^{(k-1)} - 1]}{\eta_{is}} \quad (3.2)$$

di mana π , $T(\text{comp})^i$ adalah nisbah tekanan (nisbah tekanan pemeluwap dan tekanan penyejat), dan suhu di saluran masuk pemampat, manakala η_{is} adalah kecekapan seentropi pemampat, c_p , dan k adalah tekanan malar spesifik haba dan nisbah haba spesifik bahan penyejuk. Kecekapan seentropi pemampat boleh dijelaskan dalam terma-terma kecekapan politropik, η_{is} nisbah tekanan dan nisbah haba spesifik seperti persamaan :

$$\eta_{is} = \frac{\pi^{(k-1)/k}}{[\pi^{(k-1)/k} \eta_p - 1]} \quad (3.3)$$

Sepanjang proses semburan dalam injap pengembangan, ia adalah dianggap bahawa tiada pemindahan haba berlaku pada udara sekeliling yang mengakibatkan persamaan berikut

$$h_3 = h_4 \quad (3.4)$$

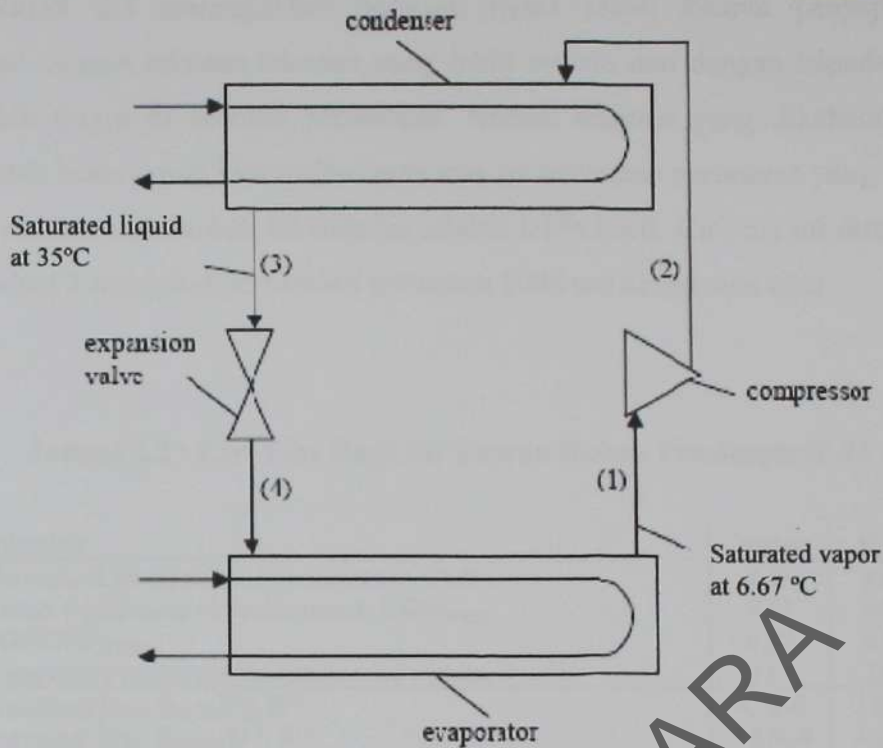
Kemampuan penyejukan kitaran boleh dihitung daripada kadar perubahan entalpi dalam penyejat mengikut persamaan :

$$q_r = (h_1 - h_4) \quad (3.5)$$

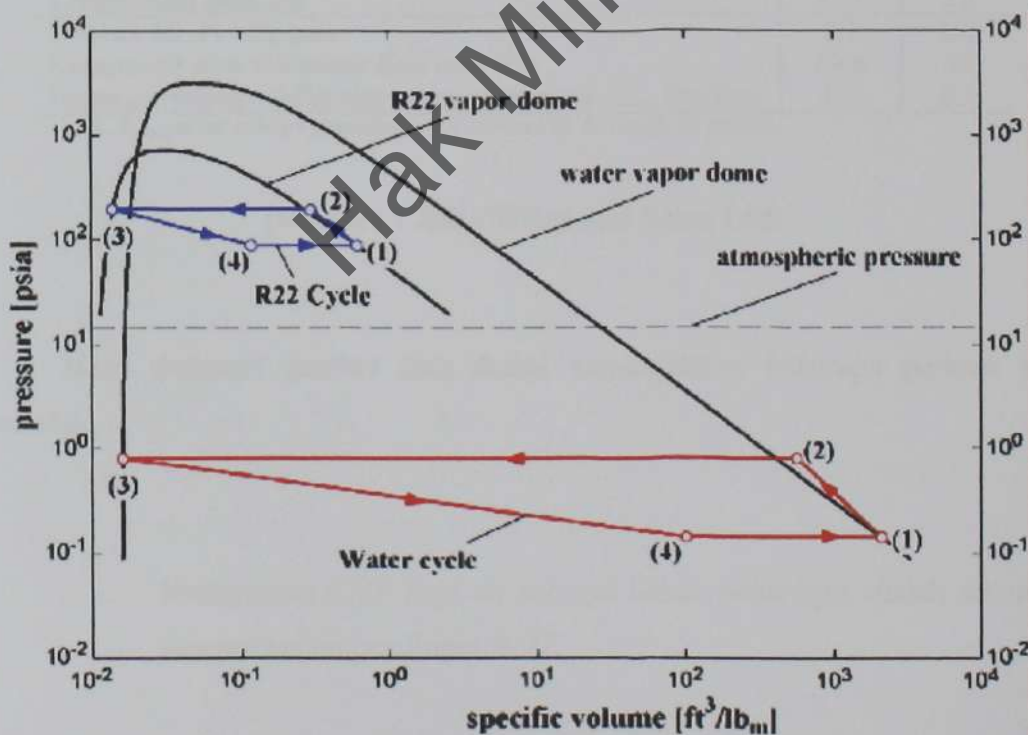
di mana q_r adalah beban penyejukan yang terdapat pada kitaran penyejukan. Pekali prestasi (*COP*) kitaran penyejukan kemudian terkira seperti persamaan :

$$COP = \frac{q_r}{W_{comp}} \quad (3.6)$$

Rajah 2.3 menunjukkan satu kitaran penyejukan mampatan wap konvensional yang beroperasi di antara suhu penyejat yang normal 6.67 °C dan suhu pemeluwap 35 °C, manakala **Rajah 2.4** pula menunjukkan gambarajah *P-V* kitaran unggul air sebagai bahan pendingin dan bahan pendingin R-22.



Rajah 2.3 : Gambarajah Kitaran Sistem Mampatan Wap Konvensional.



Rajah 2.4 : Gambarajah Tekanan Melawan Isipadu Tentu Yang Ideal Bagi Sistem Kitaran Air dan R22.

(Sumber : John Wiley and Sons, Ltd)

Rajah 2.3 menunjukkan bahawa, nyata sekali kitaran penyejukan air beroperasi dengan tekanan-tekanan yang lebih rendah dan dengan isipadu tertentu yang lebih tinggi di sedutan pemampat. Nisbah tekanan yang dikehendaki juga adalah lebih besar untuk kitaran berlandaskan air walaupun perbezaan yang mewakili tekanan mutlak oleh nisbah tekanan ini adalah lebih kecil. Ciri-ciri ini diringkaskan dalam jadual 2 mengikut persamaan perkiraan 1000 tan keupayaan kitar.

Jadual 2.2 : Ciri-Ciri Bagi Air Lawan Bahan Pendingin R-22

Quantity	Water	R-22
Theoretical coefficient of performance, COP	8.39	8.48
Carnot Coefficient of Performance, COP_{Carnot}^P	9.88	9.88
COP/COP_{Carnot}^P	0.85	0.86
Compressor isentropic discharge temperature, T_{2s} , °F	313	118
Throttling loss, $(s_4-s_3)/Q$, R^{-1}	$4.7e-6$	$2.8e-5$
Superheat loss, $S_{gen,sh}/Q$, R^{-1}	$2.83e-4$	$3.5e-5$
Compressor inlet specific volume, v_1 , ft^3/lbm	2111	0.61
Compressor suction pressure, P_1 , psia	0.14	89
Compressor saturated suction temperature, $T_{1,sat}$, °F	44	44
Compressor discharge pressure, P_2 , psia	0.82	196
Compressor saturated discharge temperature, $T_{2,sat}$, °F	95	95
Compression ratio, PR	5.75	2.2
Pressure lift, $P_2 - P_1$, psia	0.7	107
Compressor inlet volumetric flow rate, ft^3/s	6900	29
Isentropic enthalpy difference across compressor, Δh_s , Btu/lbm	121	8.3

1. $S_{gen,sh}$ is the entropy generated by the irreversible de-superheat process

(Sumber : John Wiley and Sons, Ltd)

Hasil daripada sumber data diatas menunjukkan beberapa perkara telah diperolehi :

- i. keunggulan *COP* bagi air sebagai bahan pendingin adalah setanding dengan bahan pendingin R-22.
- ii. Manakala isipadu tertentu bendalir yang memasuki pemampat adalah lebih tinggi bagi kitaran air iaitu 3500 kali. Oleh itu, kadar aliran isipadu melalui pemampat pula adalah lebih tinggi 240 kali walaupun kadar aliran jisim diperlukan adalah lebih kecil.

- iii. Selain daripada itu Nisbah tekanan yang diperlukan oleh kitaran air adalah lebih tinggi daripada kitaran untuk R-22 kitar iaitu 2.6 kali ganda.
- iv. Berdasarkan teori pemampat suhu keluaran adalah lebih tinggi untuk kitaran air dan kehilangan panas lampau lebih besar daripada kitaran bahan pendingin R-22 iaitu 8 kali ganda. Hasilnya, sebarang usaha bertujuan untuk mengurang panas lampau melalui konfigurasi-konfigurasi kitaran adalah diharapkan untuk memberikan kesan yang besar ke atas kecekapan kitaran.
- v. Entropi dihasilkan oleh proses pendikitan seperti ditunjukkan untuk air adalah lebih rendah daripada yang dihasilkan oleh proses nyah panas lampau iaitu 1/60 kali ganda. Hasilnya, sebarang usaha bertujuan untuk menggantikan pendikit dengan peralatan isentropik yang lebih, diibaratkan sebagai satu kerja mengeluarkan pengembang akan mengakibatkan prestasi yang minimum.

2.4 Pemampat

Halangan terbesar bagi membangun sistem kitaran penyejukan berlandaskan air adalah tertumpu kepada pemampat. Ini kerana keperluan pemampat mestilah memuakan syarat-syaratnya iaitu nisbah tekanan yang tinggi, keupayaan aliran yang tinggi, kecekapan yang tinggi, dan tidak akan diperolehi dalam kos modal yang rendah. Untuk memenuhi ciri-ciri tersebut dengan menggunakan model-model simulasi perlu dilakukan terhadap perkakasan pemampat supaya menjadikannya lebih fizikal realistik dan dapat menjelaskan isu-isu berkenaan aspek-aspek mekanikal pemampat.

Menurut Cohen, *et al*, (1987), satu alternatif yang baik untuk mampatan wap air adalah dengan menggunakan pemampat dinamik, yang mana paksi dan mesin-mesin pemampat empur boleh digunakan dengan cekap untuk mencapai kedua-dua nisbah tekanan besar dan luas isipadu kadar aliran. Dalam pemampat dinamik, kerja yang dihantar oleh bendalir adalah dalam jisim perunit adalah sesuai dengan perubahan dalam momentum melalui sudut aliran pendesak

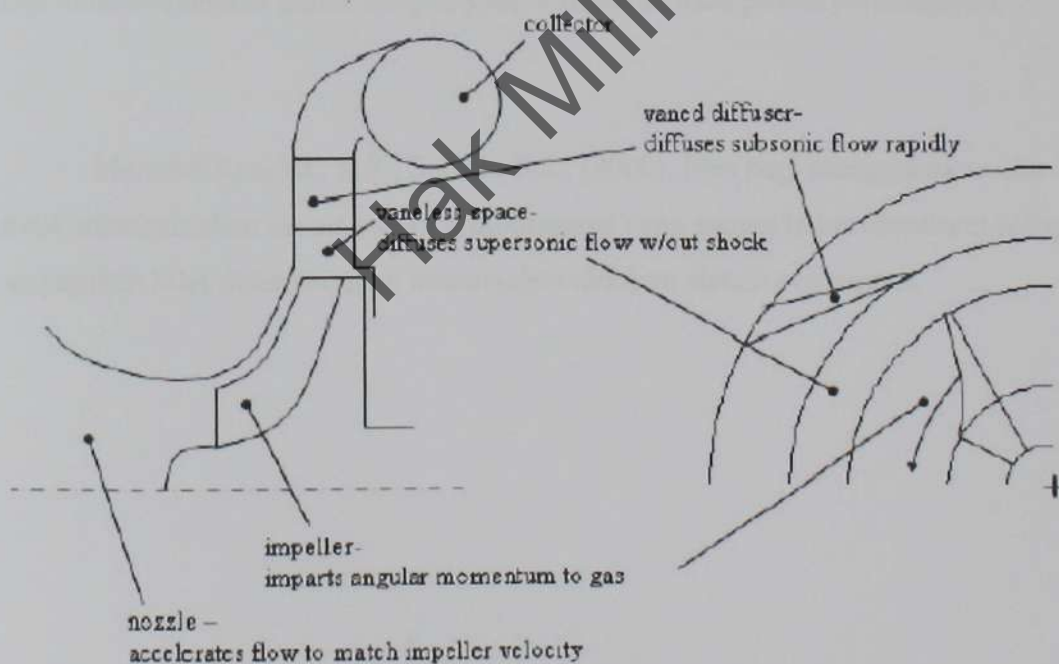
Menurut Wight *et. al*, (2000), melalui kajian menentukan konfigurasi-konfigurasi pemampat terbaik yang sesuai untuk sistem penyejukan berlandaskan wap air merumuskan bahawa pemampat yang mempunyai pendesak yang besar akan menghasilkan kecekapan yang sederhana.

Menurut Kauffeld, M. Minds, G., Madsboll, H., (1996), menerusi kajian yang dijalankan di *LEGO Systems plant* berkenaan beban penyejukan di kilang tersebut yang berada di antara 1300 kW dan 1700 kW, mampatan keseluruhan dapat dicapai melalui penggunaan pemampat empur dua peringkat. Ia juga mengakibatkan pendesak *impeller* beroperasi menghampiri kelajuan 400 m/s, dimana ianya menghampiri 80% – 90% daripada kelajuan bunyi.

Model pemampat empur adalah merupakan model pemampat yang sesuai digunakan untuk sistem penyejukan mampatan wap air ini berdasarkan parameter-parameter yang diperolehi melalui kajian terdahulu dengan menggunakan perisian seperti dalam **Jadual 2.3**. Model ini dibina dengan menggabungkan beberapa sub-sub komponen pemampat empur seperti pendesak (*impeller*), sumpitan (*nozzle*), ruangan bilah kipas (*vaneless space*), bilah kipas penyebar (*vaned diffuser*) dan pemungut (*the collector*) bagi memperolehi keupayaan pada injap masukan dan keluaran pemampat. Makala **Rajah 2.5** menunjukkan gambaran komponen-komponen yang terdapat di dalam pemampat empur tersebut yang mengandungi sumpitan (*nozzle*), mata bilah pendesak (*impeller blade*), ruangan bilah kipas (*vaneless space*), bilah kipas penyebar (*vaned diffuser*), sesiput (*volute*) dan keluaran pemampat (*compressor exit*) .

Jadual 2.3 : Parameter Pemampat Empar

Parameter	Symbol	Default value*
Slip factor	σ	0.9
Nozzle efficiency	η_{nozzle}	0.95
Hub-to-tip ratio	$r_{\text{hub-to-tip}}$	0.2
Impeller blade diffusion	Diffusion	0.8
Impeller blade total-to-total efficiency	$\eta_{\text{TT, imp}}$	0.9
Vaneless space efficiency	η_{vs}	0.95
Mach number at vaneless space exit	Ma_4	0.8
Diffuser coefficient of pressure recovery	C_{pr}	0.7
Diffuser inlet-to-exit velocity ratio	c_5/c_4	0.25
Specific Speed	n_s	0.58



Rajah 2.5 : Gambaran Rajah Komponen Pemampat Empar

Jadual 2.4 : Perbandingan Model Pemampat Dalam Situasi Sebenar

Inlet Parameters	Refrigerant	Water		CCl ₂ F (R-11)		CCl ₂ F ₂ (R-12)		R500	
	Inlet temp		5.6°C		2.0°C		2.0°C		11.4°C
Inlet pressure		0.90 kPa		40.2 kPa		319.8 kPa		418.5 kPa	
Pressure ratio		6.60		4.47		3.00		2.10	
Mass flow rate		1.41 kg/s		6.89 kg/s		10.23 kg/s		42.24 kg/s	
Capacity		1000 ton		300 ton		300 ton		1810 ton	
Model Outputs	Source	Concepts ETP ¹	UW - Madison	Wiesner, Caswell ²	UW - Madison	Wiesner, Caswell ²	UW - Madison	Braun, D/FW ³	UW - Madison
	Rotation speed	4800 rpm	5381 rpm	7610 rpm	6920 rpm	11870 rpm	10600 rpm	3900 rpm	3762 rpm
Efficiency (isen)		0.747	0.764	0.766	0.763	0.780	0.749	0.697	0.708
Tip radius		1.33 m	1.23 m	0.24 m	0.26 m	0.09 m	0.15 m	0.36 m	0.41 m
Tip velocity		670 m/s	670 m/s	195 m/s	190 m/s	173 m/s	171 m/s	146 m/s	160 m/s

(Sumber : Orsi, LeDrew, Wight, Yoshinaka, (2000), Wiesner, Caswell, (1960), and Braun, (1988).

Menurut Blaise, J.C., Yuan, Q.S, (1988), kitaran penyejukan mampatan wap air ini menimbangkan penggunaan semburan air secara langsung didalam pemampat bagi meminimumkan panas lampau yang terhasil semasa proses pemampatan.

Menurut Knasiak, K.F., Schick, R.J., (2000), idea bagi menggunakan alat untuk memancutkan cecair secara semburannya yang sangat halus *atomizers* sebagai penyejukan kilat dalaman *flash intercoolers* didalam sistem pemampat.

2.5 Penukar Haba

Penggunaan air sebagai satu bahan pendingin membenarkan untuk memilih sama ada perlu menggunakan sentuhan hubungan langsung atau sentuhan tak langsung terhadap penukar haba. Pertukaran haba hubungan langsung ialah satu opsiyen kerana air adalah berkesan dan mudah untuk membawa bendalir haba dan kerana ia adalah bukan beracun. Tanpa menghiraukan jenis penukar haba yang terpilih, tekanan-tekanan rendah pada mana satu kitar air beroperasi menjadikan kehilangan tekanan dan susutan kadar aliran tekanan penting yang mesti ada dipertimbangkan apabila menaksir kebolehlaksanaan menggunakan air sebagai satu bahan penyejuk.

Menurut Blaise, J.C., Yuan, Q.S, (1988), penukar haba adalah dianggap dua sentuhan secara langsung diantara kelompang dengan geometri tiub. Injap pengembangan digandingkan dengan aras pengesanan cecair bagi mengekalkan satu tahap tertentu didalam takungan-takungan air penukar haba dan ia juga menyatakan bahawa air merupakan bendalir yang sangat baik apabila bekerja didalam pam haba, walaupun terdapatnya ruang bagi pembaikan dalam proses pemampatan serta dalam proses sejukan dalaman (*intercooling*).

BAB III

METODOLOGI KAJIAN

Dalam bab ini, akan diterangkan tentang kaedah ataupun metodologi kajian yang digunakan dalam mencapai objektif yang telah dinyatakan. Metodologi kajian yang akan dijalankan ini adalah berdasarkan skop kajian yang telah ditetapkan bagi ujikaji ini. Dalam bab ini juga akan diterangkan tentang prosedur - prosedur dan langkah - langkah kerja yang akan dijalankan.

3.1 Pengenalan

Dalam bab ini, ia lebih memfokuskan kepada proses membangunkan sebuah model sistem penyamanan udara menggunakan air sebagai bahan pendingin melalui sistem penyejukan wap air. Pada peringkat permulaan, kajian awal atau metodologi kajian dilakukan dengan mendapatkan pengetahuan asas dan juga latar belakang berkenaan air sebagai bahan pendingin serta sistem yang sesuai untuk digunakan. Kajian awal ini juga diharapkan dapat membantu dan memudahkan proses menghasilkan evolusi baru bagi sistem penyamanan udara dengan menggunakan air sebagai bahan pendingin.

Aktiviti ini merangkumi aspek mencari maklumat berkenaan air sebagai bahan pendingin, membuat analisa kitaran dengan menggunakan perisian dan membangunkan model. Menghasilkan ataupun membangunkan sesuatu konsep idea terdahulu di mana beberapa konsep idea yang difikirkan atau dicadangkan berlandaskan kepada penyelesaian terhadap masalah yang telah didefinisikan.

3.2 Instrumentasi.

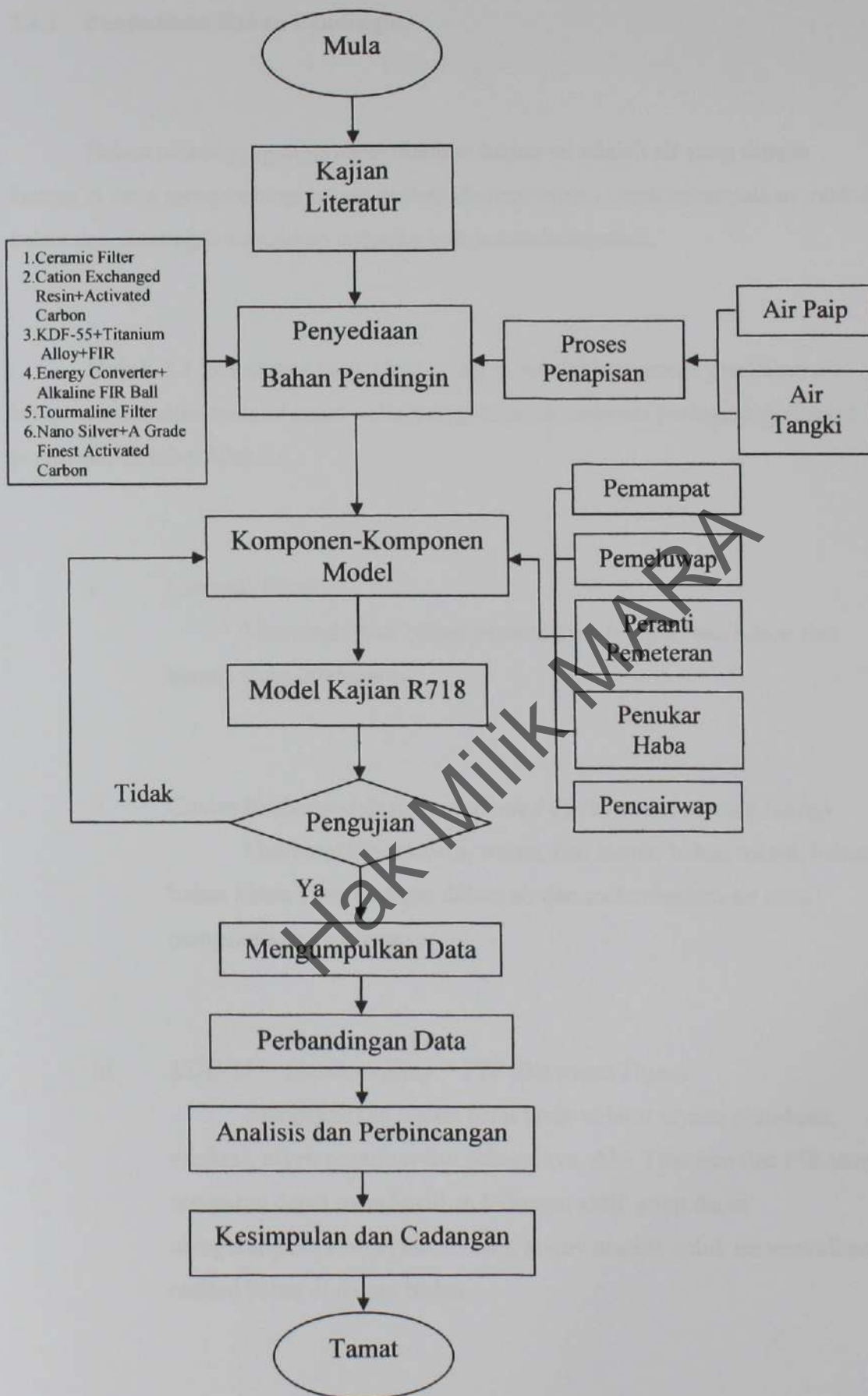
Instrumentasi atau peralatan yang akan digunakan adalah peralatan yang berkaitan dengan kerja-kerja sistem penyamanan udara adalah sebagaimana yang terdapat didalam **Lampiran E**. Kesemua peralatan ini adalah menepati piawaian ISO 13849-1 keselamatan bagi peralatan dan mesin-mesin.

3.3 Lokasi Ujikaji Dijalankan.

Lokasi ujikaji yang akan dijalankan ini telah mendapat kerjasama daripada pihak Institut Kemahiran Mara Johor Bahru iaitu di bengkel penyejukan dan penyamanan udara seperti mana surat didalam **Lampiran F**. Pemilihan lokasi ini adalah kerana ia mempunyai kemudahan-kemudahan yang mencukupi untuk ujikaji ini serta bantuan daripada pihak terbabit amat diperlukan. Sistem ini akan diukur kemampuannya mengikut keupayaannya unit. Dimana 1 kuasakuda bersamaan ukuran luas sesebuah bilik secara *Rule Of Thumb* dengan ukuran bilik 13 – 15 m² ataupun keluasan bilik 12 x 12 m.

3.4 Prosedur Kajian

Rajah 3.1 menunjukkan carta alir bagi metodologi kajian yang akan dijalankan berkenaan dengan prosedur-prosedur dan langkah-langkah kerja. Ringkasan kaedah dan gambaran meliputi kajian literature, penyediaan bahan pendingin yang mana ianya melibatkan proses penapisan air dari sumber bekalan, menentukan komponen model yang akan digunakan seperti pemampat, pemeluwap, alat pemeteran, penukar haba serta pencairwap. Seterusnya komponen-komponen tersebut dipasang untuk menjadikannya sebuah model ujikaji yang lengkap serta dibuat pengujian terhadap model tersebut. Jikalau model ini berjaya melalui berbagai pengujian ianya akan dianalisa dan dibuat cadangan bagi membuat pengubah baikan dimasa-masa hadapan.



Rajah 3.1 : Carta Alir Kajian

3.4.1 Penyediaan Bahan Pendingin.

Bahan utama yang digunakan didalam kajian ini adalah air yang ditapis kerana ia yang mengandungi bahan *antioksid*a bagi tujuan untuk menutralkan radikal bebas dan mencegah kerosakan terhadap komponen-komponen.

Rajah 3.2 merupakan carta aliran yang menunjukkan proses penapisan air ini, proses ini akan melalui enam peringkat penapisan, diantara peringkat-peringkat penapisan tersebut ialah:

- i. *Ceramic Filter*
Menyingkirkan bahan pencemaran, lumpur, bau busuk dan kuman yang merbahaya.
- ii. *Cation Exchanged Resin + Activated Carbon* (Berwarna Kuning)
Menyingkirkan klorin, warna, bau busuk, bahan toksid, bahan-bahan kimia yang terdapat dalam air dan melembutkan air serta mengekalkan keasliannya.
- iii. *KDF-55 + Titanium Alloy + FIR* (Berwarna Hijau)
Mengeluarkan logam berat yang terlarut seperti plumbum, merkuri, nikel, cromium dan sebagainya. Aloi Titanium dan FIR yang sempurna dapat menghasilkan hidrogen aktif yang dapat mengurangkan keupayaan elektrik ke mv negatif untuk meneutralkan radikal bebas di dalam badan.

iv. *Energy Converter + Alkaline FIR Ball* (Berwarna Merah)

Mengekalkan kealkalian air dan meningkatkan kandungan kalsium serta menyekat perkembangan virus dan bakteria. Menyusun semula kelompok-kelompok air menjadi lebih kecil, meningkatkan paras oksigen dan merangsang metabolisme.

v. *Tourmaline Filter* (Berwarna Biru)

Adalah hasil semulajadi bagi ion negatif. Ia juga diketahui dapat membantu untuk melancarkan peredaran dan memantapkan sistem imun.

vi. *Nano Silver + "A" Grade Finest Activated Carbon* (Berwarna Ungu)

Menyaring sehalus 2NM (2 billion meter) membunuh bakteria, virus dan lain-lain mikro-organisma supaya menjadi air selamat dan sihat untuk diminum. Menyingkirkan lebih 650 jenis kuman yang terdapat dalam air. Mempunyai sifat anti-bakteria semulajadi dan menyegarkan kualiti air.

Hak Milik MARA



Rajah 3.2 : Carta Aliran Proses Penapisan Air

Setelah air tersebut ditapis, ia akan diuji untuk memastikan nilai alkalinnya dengan menggunakan sejenis cecair pengujian yang dikenali dengan nama *pH Solution* seperti **Rajah 3.3** prosedur penggunaannya ialah dengan menitiskan sebanyak 2 hingga 3 titisan keatas air yang telah ditapis dan membiarkan seketika untuk melihat tindak balas perubahan warnanya. Hasil warna yang diperolehi akan dipadankan dengan *pH Water Chart* seperti **LAMPIRAN G** bagi mengetahui nilai pH.

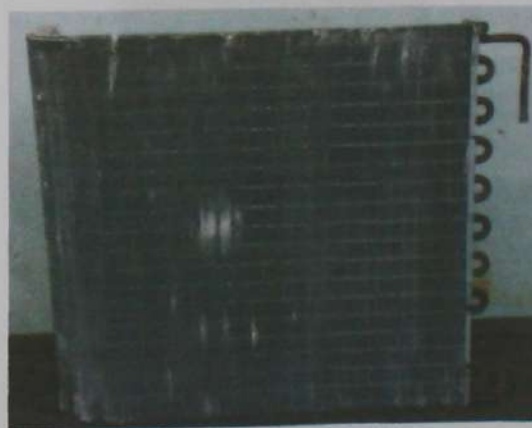


Rajah 3.3 : *pH Test Solution* Yang Digunakan

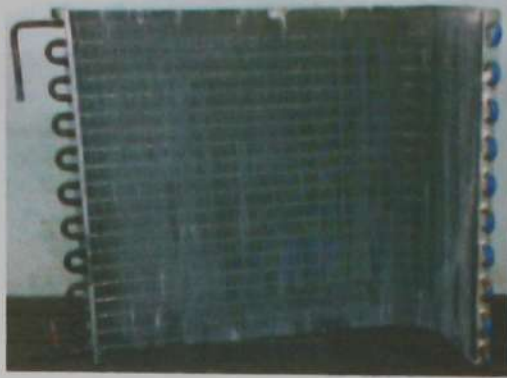
3.4.2 Mengenalpasti Komponen-Komponen Model.

Menetapkan had keupayaan model kajian R718 ini amat diperlukan. Oleh itu sebagai pengukurannya, model kajian R718 ini ditetapkan dengan keupayaan 1 kuasakuda (*horsepower*) ataupun bersamaan dengan 0.746 kW. Melalui penetapan ini adalah diharapkan bahawa model kajian R718 yang akan dapat dihasilkan dan beroperasi dengan sempurnanya.

Setelah penetapan keupayaan ditentukan pemilihan komponen yang sesuai adalah diperlukan untuk menghasilkan model kajian R718. Ini penting supaya sistem itu nanti dapat mencapai sepertimana keupayaan yang telah ditetapkan. Komponen yang diperlukan adalah terdiri daripada Pemampat, Pemeluwap, Peranti Pemetaran, Penukar Haba dan Penyejat. Model ini memerlukan pemampat yang berkeupayaan 0.746 kW dan dari jenis pemampat empur seperti mana yang telah diterangkan sebelum ini. Selain daripada itu pemampat dari jenis ini juga dapat menepati keupayaan yang maksimum. Bagi komponen pemeluwap dan pencairwap ianya menggunakan pemeluwap yang telah tersedia ada bagi model sistem penyamanan udara *ASCAN AXB 100Y* seperti **Rajah 3.4** bagi pemeluwap dan **Rajah 3.5** bagi penyejat. Kedua-duanya komponen ini menggunakan kaedah pembebasan haba sentuhan secara langsung.



Rajah 3.4 : Pemeluwap Sentuhan Secara Langsung



Rajah 3.5 : Pencairwap Sentuhan Secara Langsung

Bagi komponen penukar haba ianya diperbuat dengan menggunakan tiub tembaga bersaiz diameter 6.35 mm berbentuk gegelung dengan ketinggian 215.9 mm, diameter 50.8 mm dan lebar kedua-dua gegelung 120.7 mm seperti yang tunjukkan dalam **Rajah 3.6** dan lukisan skematik bagi komponen rujuk dalam **LAMPIRAN H**. Manakala bagi badannya ia diperbuat dengan menggunakan *Acrylic Sheet* setebal 6.35 mm berukuran penjangnya 165.1 mm, lebar 120.7 mm dan tinggi 330.2 mm seperti dalam **Rajah 3.7** dan lukisan skematik yang terdapat didalam **LAMPIRAN I**.



Rajah 3.6 : Tiub Tembaga Yang Dibentuk Sebagai Penukar Haba



Jadual 3.9 : Penukar Haba Yang Sudah Siap Dipasang Dengan *ArmoFlex*

3.4.3 Model Kajian R718.

Setelah kerja-kerja menyambungkan kesemua komponen-komponen selesai dilakukan. Maka terbentuklah model kajian R718 dan kerja-kerja pengujian pula perlu dilakukan. **Rajah 3.10** menunjukkan model kajian R718 yang telah siap serta kerja-kerja memasukkan air kedalam sistem dilakukan sebelum model kajian R718 ini diuji prestasinya.



Rajah 3.10 : Model Kajian Yang Telah Siap Sepenuhnya Untuk Proses Pengujian.

3.4.4 Pengujian Model Kajian R718.

Di dalam menjalankan pengujian keupayaan terhadap model kajian R718 yang dihasilkan, sebanyak lima pengujian yang perlu dilaksanakan bagi memastikan tahap keupayaan model tersebut di antaranya ialah:

- i. Ujian menentukan terminal (*terminal test*)
- ii. Ujian penebatan (*insulation test*).
- iii. Ujian pendawaian (*wiring test*).
- iv. Ujian prestasi (*performance test*).
- v. Membuat perbandingan data antara model kajian R718 dengan data simulasi perisian komputer *coolpack software* bagi R718 dan data piawaian model sebenar R22.

3.4.4.1 Ujian Menentukan Terminal (*Terminal Test*).

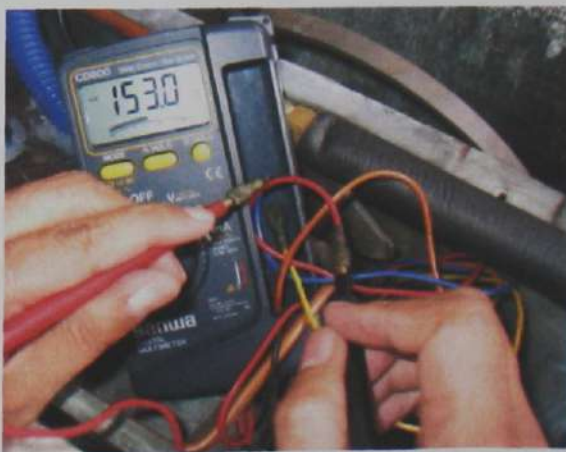
Ujian ini perlu dilakukan terhadap komponen-komponen seperti motor pemampat, motor kipas, dan motor pam air sebelum ujian yang lain dijalankan bertujuan untuk memastikan bahawa segala penyambungan terminal yang akan dilakukan pada komponen adalah betul. Ujian ini juga dikenali dengan ujian rintangan gegelung motor yang diukur dengan menggunakan peralatan *Multimeter*.

Rajah 3.11 menunjukkan ujian penentuan terminal motor pemampat sedang dijalankan, pertama sekali terminal perlulah ditandakan dengan abjad huruf A, B, C supaya mudah untuk dikenalpasti nilai rintangannya. Melalui nilai bacaan rintangan yang diukur, penentuan terminal dapat ditentukan dengan mengambil kira nilai bacaan rintangan yang paling tinggi sekali dan bertentangan menunjukkan terminal umum (*common terminal*), nilai bacaan rintangan yang kedua tinggi ialah terminal permulaan (*starting terminal*) dan nilai bacaan yang ketiga tinggi ialah terminal larian (*running terminal*).



Rajah 3.11 : Ujian Menentukan Terminal (*Terminal Test*) Pada Motor Pemampat Sedang Dijalankan

Rajah 3.12 pula menunjukkan ujian yang sedang dijalankan keatas komponen motor kipas dengan berpandukan pada warna kabel sepertimana yang terdapat pada motor kipas. Penentuan terminal dapat ditentukan dengan mengambil kira nilai bacaan rintangan yang paling tinggi sebagai terminal permulaan, nilai bacaan rintangan kedua tinggi sebagai terminal larian, nilai bacaan ketiga tinggi sebagai terminal kelajuan rendah dan nilai bacaan rintangan yang paling rendah sekali sebagai kelajuan tinggi.



Rajah 3.12 : Ujian Penentuan Terminal (*Terminal Test*) Pada Motor Kipas Sedang Dijalankan.

Rajah 3.13 menunjukkan ujian yang sedang dijalankan keatas komponen motor pam air dengan berpandukan warna kabel yang terdapat pada motor tersebut. Penentuan terminal dapat ditentukan dengan mengambil kira nilai bacaan rintangan yang paling tinggi sebagai terminal hidup dan nilai bacaan rintangan kedua tinggi sebagai terminal neutral.



Rajah 3.13 : Ujian Penentuan Terminal (*Terminal Test*) Pada Motor Pam Air Sedang Dijalankan

3.4.4.2 Ujian Penebatan (*Insulation Test*)

Ujian ini juga perlu dilakukan terhadap komponen-komponen model seperti motor pemampat, motor kipas dan motor pam air kerana melalui ujian ini kita akan dapat memastikan bahawa tiada kebocoran arus kebumi (*earth leakage*) yang akan berlaku pada komponen-komponen. Ujian ini juga dapat menentukan bahawa komponen-komponen model kajian berada didalam keadaan selamat terhadap pengguna. **Rajah 3.14, Rajah 3.15 dan Rajah 3.16** menunjukkan ujian yang sedang dijalankan keatas komponen pemampat, motor kipas dan motor pam air dengan menggunakan peralatan *Insulation Tester*.



**Rajah 3.14 : Ujian Penebatan (*Insulation Test*) Pada Motor Pemampat Sedang
Dijalankan**



**Rajah 3.15 : Ujian Penebatan (*Insulation Test*) Pada Motor Kipas Sedang
Dijalankan**



**Rajah 3.16 : Ujian Penebatan (*Insulation Test*) Pada Motor Pam Air Sedang
Dijalankan**

3.4.4.3 Ujian Pendawaian (*Wiring Test*)

Ujian ini dilakukan adalah bertujuan bagi memastikan bahawa pendawaian yang dibuat terhadap komponen-komponen model seperti motor pemampat, motor kipas dan motor pam air berada didalam keadaan sempurna. Kesalahan membuat penyambungan pendawaian boleh menyebabkan terjadinya litar pintas (*short circuit*) oleh itu, ujian pendawaian perlu dilakukan terlebih dahulu sebelum ujikaji seterusnya dijalankan terhadap model kajian ini. Dalam melakukan ujian ini peralatan *multimeter* adalah diperlukan sepertimana dalam **Rajah 3.17** dibawah.



Rajah 3.17 : Ujian Pendawaian (*Wiring Test*) Pada Model Sedang Dijalankan

3.4.4.4 Ujian Prestasi (*Performance Test*)

Ujian prestasi model adalah merupakan ujian yang penting mesti dilakukan kerana melalui ujian ini kita akan dapat mengetahui prestasi ataupun keupayaan model kajian ini. Ujian ini dilakukan dengan mengoperasikan Model Kajian R718 selama 2 jam bagi setiap kali ujikaji, ia adalah bertujuan untuk menstabilkan perjalanan sistem dan mendapatkan bacaan yang sempurna. Bacaan data-data yang perlu dicatatkan adalah sepertimana dalam LAMPIRAN J.

Diantara ujian yang dijalankan adalah sepertimana **Rajah 3.18** iaitu ujian prestasi terhadap tekanan-tekanan yang terdapat didalam sistem seperti tekanan pada saluran sedutan, tekanan pada saluran luahan, tekanan pada saluran masukan pemeluwap, tekanan pada saluran keluaran pemeluwap, tekanan pada saluran masukan penyejat dan tekanan pada saluran keluaran penyejat dengan menggunakan peralatan yang dipanggil tolok pancarongga. **Rajah 3.19** pula menunjukkan bagaimana suhu pada komponen pemeluwap dan penyejat diukur ataupun di ukur dengan menggunakan peralatan jangkastuhu.

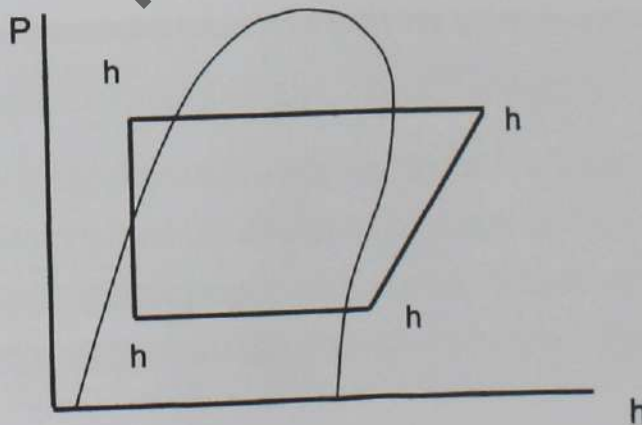


Rajah 3.18 : Ujian Prestasi Model (*Discharge Pressure, Suction Pressure, Condenser Inlet & Outlet Pressure, Evaporator Inlet & Outlet Pressure*) Sedang Dijalankan



Rajah 3.19 : Ujian Prestasi Model Bagi Suhu Pemeluwap Dan Suhu Penyejat Sedang Dijalankan

Daripada data-data yang diperolehi itu kita akan gunakan untuk melakarkah kitaran penyejukan sebagaimana **RAJAH 3.20** dan membuat pengiraan prestasi model, seperti pengiraan nilai Jumlah Haba Yang Dibeibaskan (*Total Heat Rejected*), Kesan Penyejukan (*Refrigeration Effect*), Pekali Prestasi (*Coefficient Of Performance*) dan Kerja Pemampat (*Work Done*). Selain itu peralatan-peralatan lain yang digunakan adalah seperti *amp probe meter* bagi mengukur arus mulaan dan arus larian dan *velocity meter* bagi mengukur kelajuan angin.



Rajah 3.20 : Kitaran Penyejukan Sepertimana Data Yang Diperolehi Melalui Model Kajian

3.4.4.5 Membuat Perbandingan Data Antara Model Kajian R718 Dengan Data Simulasi Perisian Komputer *Coolpack Software* Bagi R718 Dan Data Piawaian Model Sebenar R22.

Berpandukkan pada penetapan keupayaan yang telah ditetapkan dan suhu penyejat serta pemeluwap yang sama bagi setiap kali ujikaji Model Kajian R718. Menganalisa Model Kajian R718 perlulah dilakukan. Dalam membuat penganalisaan, perbandingan perlulah dilakukan adalah antara Model Kajian R718 dengan menggunakan simulasi perisian komputer *Coolpack Software* Bagi R718 dan data piawaian model sebenar R22. Perbandingan ini perlu dilakukan supaya kita dapat mengetahui yang mana satu lebih produktif ataupun efisien diantara satu sama lain.

Jadual 3.21 menunjukkan data-data spesifikasi kitaran proses penyejukan yang dimasukkan kedalam perisian komputer bagi simulasi R718. Data-data ini adalah berpandukkan suhu penyejat yang didapati pada setiap kali ujikaji pada Model Kajian R718 dan penetapan keupayaan Model Kajian R718 iaitu 0.746 kW. Penyelarasan data ini penting bagi membuat pengukuran prestasi model dan membuat analisa.

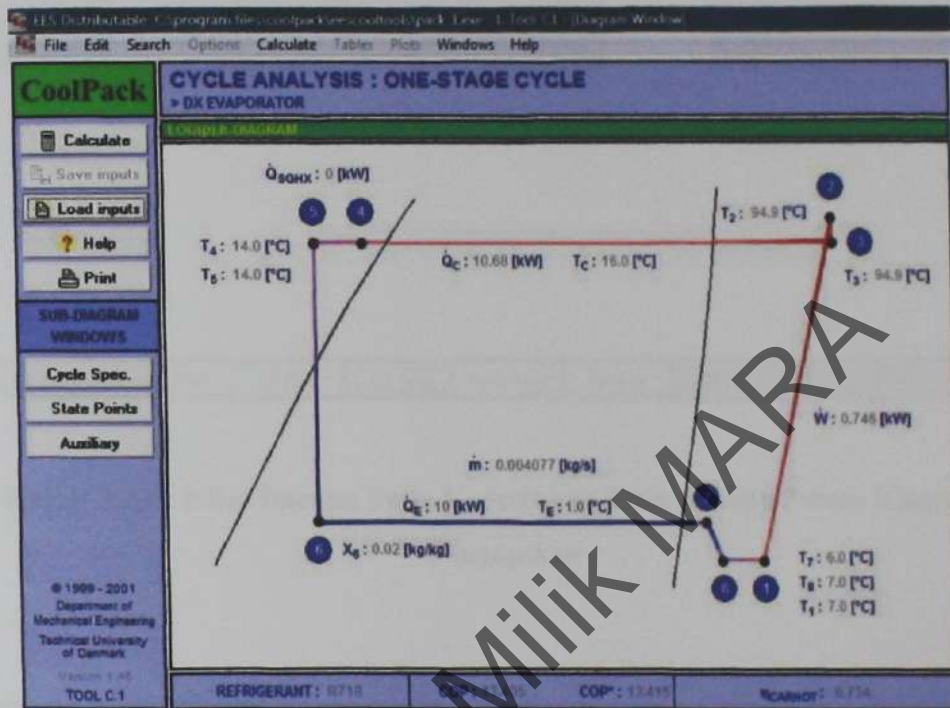
The screenshot shows the 'CYCLE SPECIFICATION' window in the Coolpack software. The window is divided into several sections with input fields and calculated values:

TEMPERATURE LEVELS		PRESSURE LOSSES		REFRIGERANT PROPERTIES	
T_E [°C]:	1.0	ΔT_{SH} [kPa]:	0	Refrigerant:	R718
T_C [°C]:	18.0	ΔP_{CL} [kPa]:	0.5	Evaporator:	0.30
		ΔP_{CO} [kPa]:	0.5		
CYCLE CAPACITY					
Cooling capacity \dot{Q}_e [kW]:	10	\dot{Q}_e : 10 [kW]	\dot{Q}_c : 10.60 [kW]	\dot{m} : 0.004077 [kg/s]	\dot{V}_g : 2992.41 [m³/h]
REFRIGERANT'S SPECIFICATIONS					
Power consumption \dot{W} [kW]:	0.746	η_{is} : 0.880 [-]	\dot{W} : 0.746 [kW]		
CONDENSER'S SUPERHEAT LOSS					
Heat loss factor f_s [%]:	10	f_s : 10.0 [%]	T_2 : 34.0 [°C]	\dot{Q}_{LOSS} : 0.8746 [kW]	
EVAPORATOR'S SUPERHEAT					
Unsubleat superheat $\Delta T_{SH,SL}$ [K]:	1.0	\dot{Q}_{SL} : 0 [W]	T_3 : 7.0 [°C]	$\Delta T_{SH,SL}$: 1.0 [K]	

At the bottom of the window, there are buttons for 'Calculate', 'Print', 'Help', 'Home', 'Auxiliary', 'State Points', 'COP: 13.400', and 'COP: 11.016'.

Rajah 3.21 : Spesifikasi Kitaran Proses Penyejukan

Rajah 3.22 menunjukkan analisa proses kitaran penyejukan yang terhasil setelah data-data tersebut dimasukkan didalam perisian tersebut. Melalui proses kitaran ini kita akan dapati beberapa data-data penting yang diperlukan bagi memastikan model ujikaji beroperasi dengan sempurna atau sebaliknya.



Rajah 3.22 : Analisa Proses Kitaran Penyejukan

Manakala **Jadual 3.23** pula adalah merupakan nilai bacaan sifat termodinamik yang terhasil pada setiap titik kedudukan yang bernombor 1 hingga 8 sepertimana yang terdapat dalam analisa proses kitaran penyejukan. **Jadual 3.24** pula adalah merupakan data-data tambahan dihasilkan.

REF Distributable: C:\program files\coolpack\ref\cooltool\pack\ref\1 Tool C1 - State Point

File Edit Search Options Calculate Tables Plots Windows Help

STATE POINTS					Additional information
STATE POINT	TEMPERATURE [°C]	PRESSURE [kPa]	ENTHALPY [kJ/kg]	DENSITY [kg/m ³]	
1	7.0	0.6	2513.6	0.0	Pressure ratio (p ₂ / p ₁): 2.962
2	94.9	1.9	2678.3	0.0	
3	94.9	1.8	2678.3	0.0	T _{2,18} : 92.9 [°C] T _{2,18} is the temperature of the discharge gas assuming reversible and adiabatic compression
4	14.0	1.8	58.7	999.2	
5	14.0	1.8	58.7	999.2	T _{2,W} : 104.6 [°C] T _{2,W} is the temperature of the discharge gas assuming real and adiabatic compression
6	1.0	0.7	58.7	---	
7	6.0	0.7	2511.7	0.0	
8	7.0	0.6	2513.6	0.0	

Calculate Print Help Home Cycle Spec. Auxiliary COP: 13.405 COP^{*}: 13.415

Rajah 3.23 : Nilai Bacaan Pada Kedudukan Titik Analisa Proses Kitaran Penyejukan

REF Distributable: C:\program files\coolpack\ref\cooltool\pack\ref\1 Tool C1 - Auxiliary calculation

File Edit Search Options Calculate Tables Plots Windows Help

AUXILIARY			
VOLUMETRIC EFFICIENCY			
Volumetric efficiency η_{VOL} [-]	0.8	η_{VOL} : 0.800 [-]	\dot{V}_S : 2992.41 [m ³ /h] \dot{V}_D : 3741 [m ³ /h]
<small>\dot{V}_S can be chosen as input in the cycle specification window.</small>			
UTILIZATION OF DISCHARGE GAS SUPERHEAT FOR HEATING OF WATER			
Temperature increase ΔT_{WATER} [K]	20	ΔT_{WATER} : 20 [K] \dot{V}_{WATER} : 0.02601 [m ³ /h] \dot{Q}_{DBH} : 0.605 [kW]	$T_{DL,OUT}$: 94.9 [°C] T_C : 16.0 [°C]
<small>Water in the desuperheating heat exchanger can only be heated to discharge temperature $T_{DL,OUT}$. \dot{Q}_C in the main diagram window includes both the heat load for both desuperheating and condensing of the refrigerant.</small>			
ENERGY CONSUMPTION			
Hours of operation [h]	8760	Energy consumption: 8535 [kWh]	
PIPE DIMENSIONS			
PIPE SECTION	VELOCITY [m/s]	PIPE DIAMETER (Internat) [mm]	Condition corresponds to
Suction line	10.0	325.3	State Point #1
Discharge line	12.0	197.8	State Point #2
Liquid line	0.6	2.9	State Point #5

Calculate Print Help Home Cycle Spec. State Points COP: 13.405 COP^{*}: 13.415

Jadual 3.24 : Data-Data Tambahan Analisa Proses Kitaran Penyejukan

BAB IV

KEPUTUSAN

4.1 Pengenalan

Di dalam bab 4 ini akan diterangkan dan dinyatakan segala keputusan, data dan pemerhatian yang diperolehi didalam kajian yang telah dijalankan. Bermula daripada keputusan ujian sampel air, keputusan ujian penentuan terminal dan keputusan ujian penebatan ke atas komponen-komponen model seperti motor pemampat, motor kipas dan motor pam air. Mencatat dan mengumpulkan data-data pada Model Kajian R718 semasa pengujian juga turut dilakukan untuk tujuan analisa dan membuat kesimpulan. Selain itu data hasil daripada simulasi R718 turut dicatat dan dikumpulkan bagi tujuan yang sama. Selepas itu perbandingan dilakukan diantara data Model Kajian R718 dengan data simulasi R718 dan data piawaian model sebenar R22 yang bertujuan untuk mengukur kemampuannya melalui parameter seperti jumlah haba yang dibebaskan oleh Pemeluwap, Kesan Penyejukan, Kerja Pemampat dan Pekali Prestasi.

BAB IV

KEPUTUSAN

4.1 Pengenalan

Di dalam bab 4 ini akan diterangkan dan dinyatakan segala keputusan, data dan pemerhatian yang diperolehi didalam kajian yang telah dijalankan. Bermula daripada keputusan ujian sampel air, keputusan ujian penentuan terminal dan keputusan ujian penebatan ke atas komponen-komponen model seperti motor pemampat, motor kipas dan motor pam air. Mencatat dan mengumpulkan data-data pada Model Kajian R718 semasa pengujian juga turut dilakukan untuk tujuan analisa dan membuat kesimpulan. Selain itu data hasil daripada simulasi R718 turut dicatat dan dikumpulkan bagi tujuan yang sama. Selepas itu perbandingan dilakukan diantara data Model Kajian R718 dengan data simulasi R718 dan data piawaian model sebenar R22 yang bertujuan untuk mengukur kemampuannya melalui parameter seperti jumlah haba yang dibebaskan oleh Pemeluwap, Kesan Penyejukan, Kerja Pemampat dan Pekali Prestasi.

4.2 Keputusan Ujian Sampel Air

Setelah pengujian dilakukan keatas sampel air yang telah ditapis dengan menggunakan cecair *pH Solution*, didapati air tersebut bertukar kepada warna torquise sepertimana **Rajah 4.1** dibawah. Kemudian apabila dipadankan dengan *pH Water Chart*, warna tersebut menunjukkan nilai 8.0 iaitu berada didalam kelompok *Alkaline*. Sila lihat **LAMPIRAN G**.



Rajah 4.1 : Hasil Ujian Keatas Sampel Air



Rajah 4.2 : Perbezaan Hasil Ujian Keatas Sampel Air

Jadual 4.1 menunjukkan hasil yang diperolehi daripada ujian-ujian yang telah dijalankan terhadap sampel air. Daripada ujian-ujian yang telah dilakukan kesemuanya bertukar kepada warna torquise iaitu bersamaan dengan nilai 8.0 didalam kelompok *Alkaline*.

Jadual 4.1 : Keputusan Bagi Sampel Air Yang Diuji Menggunakan pH Solution

Bil	Ujian Kali	Sampel air yang diambil (ml)	Keputusan warna air selepas ia dititiskan dengan cecair pH Solution
1	Pertama	150	Berubah kepada warna torquise
2	Kedua	150	Berubah kepada warna torquise
3	Ketiga	150	Berubah kepada warna torquise
4	Keempat	150	Berubah kepada warna torquise
5	Kelima	150	Berubah kepada warna torquise

Hak Milik MIRA

4.3 Keputusan Ujian Menentukan Terminal (*Terminal Test*) Keatas Motor Pemampat Dan Motor Kipas.

4.3.1 Ujian Keatas Motor Pemampat

Berdasarkan **Jadual 4.2** dibawah, menunjukkan bacaan rintangan yang diperolehi daripada terminal bertanda A, B dan C pada motor pemampat. Hasil daripada bacaan tersebut barulah penentuan terminal dapat diperolehi sepertimana yang terdapat pada ruangan penentuan terminal.

Jadual 4.2 : Keputusan Ujian Menentukan Terminal Keatas Motor Pemampat Berdasarkan Pada Suhu Sekeliling 20°C

Terminal	Bacaan	Penentuan Terminal
A & B	1.2 Ω	B adalah terminal Permulaan (<i>Starting</i>)
A & C	0.8 Ω	C adalah terminal Larian (<i>Running</i>)
B & C	2.0 Ω	A adalah terminal Umum (<i>Common</i>)

4.3.2 Ujian Keatas Motor Kipas

Jadual 4.3 menunjukkan bacaan yang diperolehi daripada terminal mengikut warna kabel yang terdapat pada motor kipas. Hasil daripada jumlah nilai bacaan menunjukkan bahawa penentuan terminal dapat ditentukan dengan mengambil nilai bacaan rintangan yang paling tinggi sebagai terminal mulaan, nilai bacaan rintangan yang kedua tinggi sebagai terminal larian, nilai bacaan rintangan yang ketiga tinggi sebagai terminal kelajuan rendah dan nilai bacaan rintangan yang paling rendah sekali sebagai terminal kelajuan tinggi.

Jadual 4.3 : Keputusan Ujian Menentukan Terminal Keatas Motor Kipas
Berdasarkan Suhu Sekeliling 20 °C

Terminal (Mengikut Warna Kabel)	Oren	Kuning	Biru	Merah
Oren		40 Ω	45 Ω	52 Ω
Kuning	40 Ω		35 Ω	38 Ω
Biru	45 Ω	35 Ω		42 Ω
Merah	52 Ω	38 Ω	42 Ω	
Jumlah	137 Ω	113 Ω	122 Ω	132 Ω

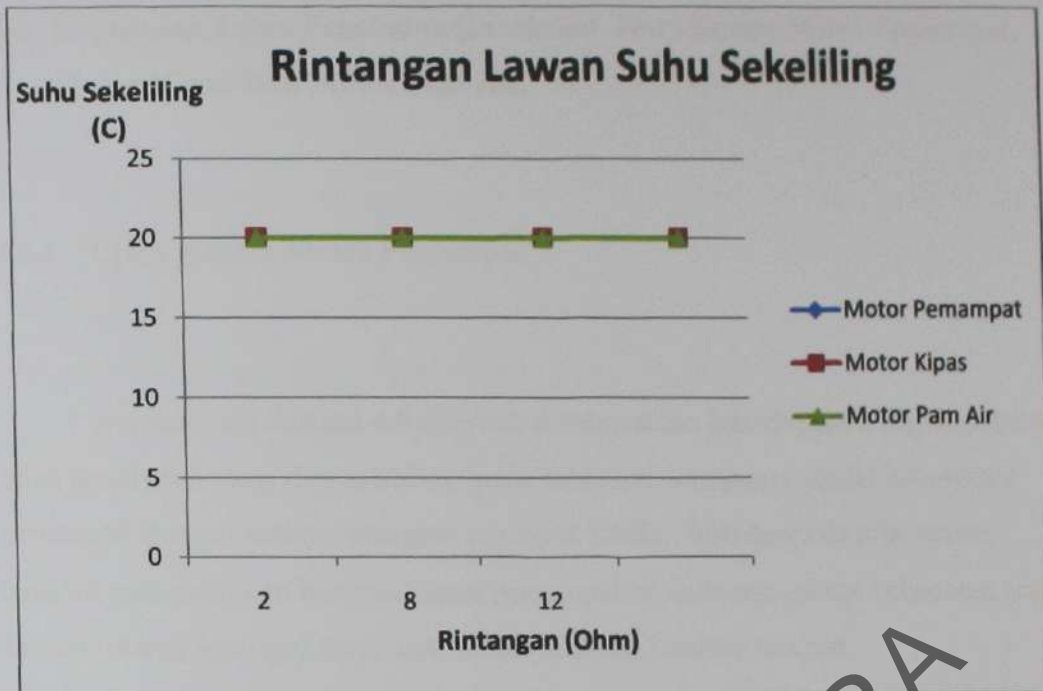
4.3.3 Ujian Keatas Motor Pam Air

Melalui **Jadual 4.4** dibawah menunjukkan bacaan yang diperolehi daripada terminal mengikut warna kabel yang terdapat pada motor pam air. Hasil daripada jumlah bacaan diatas menunjukkan bahawa penentuan terminal dapat ditentukan dengan mengambil kira bahawa kabel yang berwarna coklat dan biru adalah merupakan terminal bagi sambungan terminal hidup (*live terminal*) dan terminal neutral (*neutral terminal*) kerana ia merupakan arus ulangalik (*alternating current*).

Jadual 4.4 : Keputusan Ujian Menentukan Terminal Keatas Motor Pam Air Berdasarkan Pada Suhu Sekeliling 20 °C

Terminal (Mengikut Warna Kabel)	Coklat	Biru	Hijau Kuning
Coklat		140 Ω	∞ Ω
Biru	140 Ω		∞ Ω
Hijau Kuning	∞ Ω	∞ Ω	
Jumlah	140 Ω	140 Ω	∞ Ω

Rajah 4.3 adalah merupakan graf ujian rintangan melawan suhu bagi penentuan terminal yang telah dilakukan ke atas motor pemampat, motor kipas dan motor pam air. Hasil daripada graf yang didapati menunjukkan bahawa rintangan setiap gegelung adalah berbeza-beza mengikut setiap fungsi gegelung tersebut walaupun ia diukur pada suhu sekeliling yang sama iaitu 20 °C. Rintangan yang tinggi sekali adalah digunakan untuk menghasilkan *Electromotive Force* yang tinggi oleh itu gegelung ini ditugaskan untuk menjalankan motor diperingkat permulaan pergerakan rotor ataupun ianya dikenali dengan nama *Starting Winding*.



Rajah 4.3 : Rintangan Lawan Suhu Sekeliling Bagi Terminal Motor Pemampat, Motor Kipas Dan Motor Pam Air

Hak Milik MARA

4.4 Keputusan Ujian Penebatan (*Insulation Test*) Keatas Motor Pemampat, Motor Kipas Dan Motor Pam Air.

4.4.1 Ujian Keatas Motor Pemampat

Berdasarkan **Jadual 4.5** dibawah menunjukkan jumlah purata bagi keputusan ujian penebatan yang diperolehi daripada salah satu komponen model iaitu motor pemampat dengan menyelaraskan arus sebanyak $2\text{ M}\Omega$. Hasil daripada nilai purata tersebut menunjukkan bahawa motor pemampat ini tiada mengalami kebocoran arus kebumi (*earth leakage*) dan ianya berada didalam keadaan selamat.

Jadual 4.5 : Keputusan Ujian Penebatan Keatas Motor Pemampat Berdasarkan Suhu Sekeliling 20°C

Terminal (Mengikut Huruf)	Ujikaji	Ujikaji	Ujikaji	Purata
	1	2	3	
A & Bumi	∞	∞	∞	∞
B & Bumi	∞	∞	∞	∞
C & Bumi	∞	∞	∞	∞

4.4.2 Ujian Keatas Motor Kipas

Jadual 4.6 menunjukkan jumlah purata bagi keputusan ujian penebatan yang diperolehi daripada salah satu komponen model iaitu motor kipas dengan menyelaraskan arus sebanyak $2\text{ M}\Omega$. Hasil daripada nilai purata tersebut menunjukkan bahawa motor kipas ini juga tidak mengalami kebocoran arus kebumi (*earth leakage*).

Jadual 4.6 : Keputusan Ujian Penebatan Keatas Motor Kipas Berdasarkan Pada Suhu Sekeliling 20°C

Terminal (Mengikut Warna Kabel)	Ujikaji	Ujikaji	Ujikaji	Bacaan Purata
	1	2	3	
Oren & Bumi	∞	∞	∞	∞
Kuning & Bumi	∞	∞	∞	∞
Biru & Bumi	∞	∞	∞	∞
Merah & Bumi	∞	∞	∞	∞

4.4.3 Ujian Keatas Motor Pam Air

Jadual 4.7 menunjukkan jumlah purata bagi keputusan ujian penebatan yang diperolehi daripada salah satu komponen model iaitu motor pam air dengan menyelaras arus sebanyak $2\text{ M}\Omega$. Hasil daripada nilai purata tersebut menunjukkan bahawa motor pam ini juga tidak mengalami kebocoran arus kebumi (*earth leakage*).

Jadual 4.7 : Keputusan Ujian Penebatan Keatas Motor Kipas Berdasarkan Suhu Sekeliling 20°C

Terminal (Mengikut Warna Kabel)	Ujikaji	Ujikaji	Ujikaji	Purata
	1	2	3	
Coklat & Bumi	∞	∞	∞	∞
Biru & Bumi	∞	∞	∞	∞

4.4.4 Analisa Ujian

Setelah ketiga-tiga komponen selesai dinilai serta di buat analisa, ia menunjukkan bahawa komponen-komponen tersebut berada didalam keadaan selamat yang mana nilai penebatannya adalah tidak terhingga ataupun ∞ . Mengikut peraturan IEE edisi ke 16 menerangkan bahawa segala mesin-mesin ataupun peralatan-peralatan elektrik mestilah mempunyai nilai penebatan melebihi $1\text{ M}\Omega$. Jikalau kita perhatikan nilai ketiga-tiga komponen tersebut melebihi daripada yang telah ditetapkan. Oleh itu \$daripada analisa ini dapat kita simpulkan bahawa ketiga-tiga mesin tersebut adalah berada didalam keadaan selamat dan bebas daripada mengalami kebocoran arus kebumi (*earth leakage*).

4.5 Keputusan Ujian Pendawaian (*Circuit Test*).

Jadual 4.8 dibawah menunjukkan keputusan ujian pendawaian (*circuit test*) yang dilakukan keatas model. Daripada pemerhatian yang didapati bahawa ianya menunjukkan keputusan baik kerana sistem pendawaian tersebut tidak mengalami keterusan diantara satu sama lain. Keterusan disini bermaksud pendawaian mempunyai nilai rintangan iaitu pada terminal hidup dan terminal neutral bernilai 150Ω , manakala bagi terminal hidup, neutral dan bumi nilai rintangan ialah ∞ dan jika ianya dimasukkan arus elektrik litar tidak akan berlaku litar pintas (*short circuit*). Maka kesimpulan daripada hasil ujian ini adalah baik.

Jadual 4.8 : Keputusan Ujian Pendawaian Keatas Model Berdasarkan Pada Suhu Sekeliling 20°C

Terminal	Ujikaji 1	Ujikaji 2	Ujikaji 3	Keputusan
Hidup & Neutral	150Ω	150Ω	150Ω	Baik
Hidup & Bumi	∞	∞	∞	Baik
Neutral Dan Bumi	∞	∞	∞	Baik

4.6 Keputusan Ujian Prestasi (*Performance Test*)

4.6.1 Data Model Kajian R718

Jadual 4.9 menunjukkan bacaan yang diperolehi daripada hasil ujian prestasi keatas model kajian yang telah dijalankan. Ujikaji ini telah dilakukan sebanyak 5 kali dan setiap kali ujikaji mengambil masa selama 2 jam. Setelah kesemua bacaan diperolehi nilai purata keseluruhan bagi Pekali Prestasi adalah 6.736. Keputusan ini menunjukkan bahawa model kajian R718 ini berada didalam sistem penyejukan yang ideal.

Hak Milik MARA

Jadual 4.9 : Keputusan Ujian Prestasi Bagi Model Kajian R718

Bil	Perkara	Ujikaji					Purata
		1	2	3	4	5	
1	Suhu Pemeluwap (°C)	35.0	36.0	37.5	37.0	36.5	36.4
2	Suhu Masuk Pemeluwap (°C)	95.7	95.8	95.8	96.1	95.9	95.86
3	Suhu Keluar Pemeluwap (°C)	33.0	34.0	37.5	35	34.5	34.8
4	Suhu Penyejat (°C)	6.2	6.5	7.5	7.0	6.7	6.78
5	Suhu Masuk Penyejat (°C)	6.2	6.5	7.5	7.0	6.7	6.78
6	Suhu Keluar Penyejat (°C)	11.2	11.5	12.5	12.0	11.7	11.78
7	Discharge Pressure (Bar)	0.8676	0.8708	0.8708	0.8804	0.8739	0.8727
8	Suction Pressure (Bar)	0.0133	0.0136	0.0145	0.0140	0.0137	0.0138
9	Entalphy h_1 (kJ/Kg)	2360.8	2361.5	2363.9	2363.5	2362.7	2362.5
10	Entalphy h_2 (kJ/Kg)	2679.4	2679.5	2679.4	2680.0	2679.6	2679.6
11	Entalphy h_3 (kJ/Kg)	138.2	142.4	148.7	146.0	144.5	143.96
12	Entalphy h_4 (kJ/Kg)	138.2	142.4	148.7	146.0	144.5	143.96
13	Haba Dibebaskan (kJ/kg)	2541.2	2537.1	2530.7	2534.0	2535.1	2535.6
14	Kesan Penyejukan (kJ/kg)	2211.8	2208.4	2206.0	2206.1	2206.9	2207.9
15	Kerja Pemampat (kJ/kg)	329.5	328.7	324.7	327.9	328.1	327.8
16	Pekali Prestasi (COP)	6.976	6.980	7.021	7.006	6.997	6.736

Berdasarkan **Rajah 4.4** graf pekali prestasi lawan suhu menunjukkan bahawa terdapatnya 6 set bacaan suhu yang terdiri daripada suhu pemeluwap, suhu masuk pemeluwap, suhu keluar pemeluwap, suhu penyejat, suhu masuk penyejat dan suhu keluar penyejat. Bacaan tersebut diperolehi dari 5 kali ujikaji. Perhubungan diantara kesemua suhu memberikan nilai Pekali Prestasi yang tinggi. Perkara ini dibuktikan pada nilai Pekali Prestasi 7.021 yang menyebabkan meningkatnya bacaan suhu pemeluwap, bacaan suhu masuk pemeluwap, bacaan suhu keluar pemeluwap, bacaan suhu penyejat, bacaan suhu masuk penyejat dan bacaan suhu keluar penyejat. Selain itu juga terdapat penurunan nilai Pekali Prestasi yang berlaku pada 6.976 yang mana nilai ini turut menurunkan semua nilai suhu. Ini juga menunjukkan bahawa Pekali Prestasi berkadar terus dengan suhu.



Rajah 4.4 : Pekali Prestasi Lawan Suhu Bagi Model Kajian R718

Rajah 4.5 menunjukkan graf suhu penyejat lawan Pekali Prestasi yang berlaku semasa ujikaji dijalankan. Didapati pada nilai suhu penyejat 7.5 °C terdapatnya peningkatan yang berlaku pada nilai Pekali Prestasi iaitu 7.021. Manakala pada suhu penyejat 6.2 °C berlaku penurunan nilai Pekali Prestasi iaitu 6.976. Ini menunjukkan bahawa suhu penyejat menyebabkan terjadinya peningkatan ataupun penurunan nilai Pekali Prestasi. Kesimpulannya menunjukkan bahawa suhu penyejat mempengaruhi nilai Pekali Prestasi.



Rajah 4.5 : Suhu Penyejat Lawan Pekali Prestasi Bagi Model Kajian R718

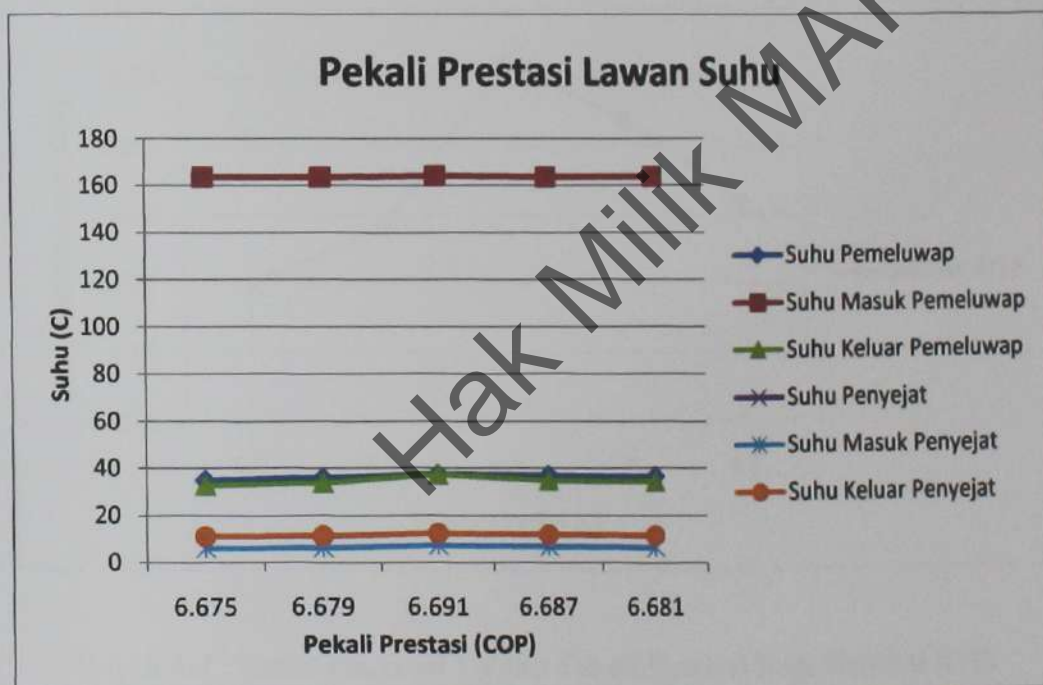
4.6.2 Data Simulasi R718

Dalam **Jadual 4.10** dibawah adalah merupakan keputusan ujian presatsi yang dilakukan melalui perisian komputer bagi simulasi R718. Sila rujuk **LAMPIRAN L** untuk melihat data simulasi tersebut.

Jadual 4.10 : Keputusan Ujian Prestasi Bagi Simulasi R718

Bil	Perkara	Ujikaji					Purata
		1	2	3	4	5	
1	Suhu Pemeluwap (°C)	35.0	36.0	37.5	37.0	36.5	36.4
2	Suhu Masuk Pemeluwap (°C)	163.5	163.5	164	163.6	163.6	163.64
3	Suhu Keluar Pemeluwap (°C)	33	34	37.5	35	34.5	34.8
4	Suhu Penyejat (°C)	6.2	6.5	7.5	7.0	6.7	6.78
5	Suhu Masuk Penyejat (°C)	6.2	6.5	7.5	7.0	6.7	6.78
6	Suhu Keluar Penyejat (°C)	11.2	11.5	12.5	12.0	11.7	11.78
7	Discharge Pressure (Bar)	6.7485	6.7485	6.8328	6.7654	6.7634	6.7717
8	Suction Pressure (Bar)	0.0200	0.0196	0.0186	0.0191	0.0194	0.0193
9	Entalphy h_1 (kJ/Kg)	2460.8	2461.5	2463.5	2462.6	2461.9	2462.1
10	Entalphy h_2 (kJ/Kg)	2808.8	2808.7	2809.5	2808.9	2808.8	2808.9
11	Entalphy h_3 (kJ/Kg)	138.2	142.4	148.7	146.6	144.5	144.1
12	Entalphy h_4 (kJ/Kg)	138.2	142.4	148.7	146.6	144.5	144.1
13	Haba Dibebaskan (kJ/kg)	2670.6	2606.3	2660.8	2662.3	2664.3	2652.9
14	Kesan Penyejukan (kJ/kg)	2322.6	2319.1	2314.9	2316.0	2317.5	2318.0
15	Kerja Pemampat (kJ/kg)	348.0	347.2	345.9	346.3	346.8	346.9
16	Pekali Penyejukan (COP)	6.675	6.679	6.691	6.687	6.681	6.683

Rajah 4.6 menunjukkan graf Pekali Prestasi lawan suhu yang didapati dari hasil simulasi R718. Berdasarkan graf tersebut nilai Pekali Prestasi akan meningkat dan menurunkan kesemua nilai bacaan suhu. Ini dapat dilihat pada nilai Pekali Prestasi yang paling maksimum nilai iaitu 6.691 telah menaikkan nilai kesemua suhu ke tahap maksimum. Ini menunjukkan bahawa peningkatan nilai Pekali Prestasi adalah berkadar terus dengan peningkatan suhu. Perkara ini juga menyerupai apa yang berlaku pada graf Model Kajian R718. Hasil daripada pemerhatian menunjukkan berlakunya peningkatan pada nilai Pekali Prestasi akan memberi kesan peningkatan nilai suhu. Manakala penurunan nilai Pekali Prestasi secara langsung menurunkan nilai suhu. Perhubungan diantara suhu pemeluwap dan suhu penyejat akan memberikan keupayaan nilai Pekali Prestasi.



Rajah 4.6 : Pekali Prestasi Lawan Suhu Bagi Simulasi R718

Berdasarkan **Rajah 4.7** bagi graf suhu penyejat lawan Pekali Prestasi yang dihasilkan bagi R718. Dapat diperhatikan bahawa suhu penyejat yang meningkat akan menghasilkan nilai Pekali Prestasi yang tinggi sepertimana pada suhu penyejat $7.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ dengan nilai Pekali Prestasi yang tinggi iaitu 6.691. Manakala pada suhu penyejat $6.2\text{ }^{\circ}\text{C}$ akan turut menurunkan nilai Pekali Prestasi iaitu 6.675. Perkara ini juga menyerupai apa yang berlaku pada graf Model Kajian R718. Hasil daripada pemerhatian dapat dinyatakan disini bahawa peningkatan dan penurunan nilai Pekali Prestasi adalah berkadar terus dengan peningkatan dan penurunan suhu penyejat. Perhubungan ini menentukan nilai Pekali Prestasi samaada tinggi adau rendah.



Rajah 4.7 : Suhu Penyejat Lawan Pekali Prestasi Bagi Simulasi R718

4.7 Perbandingan Keputusan Ujian Prestasi Antara Model Kajian R718 Dengan Simulasi R718 Dan Data Piawaian Model Sebenar R22.

Daripada **Jadual 4.11** dibawah menunjukkan perbezaan nilai yang didapati melalui Model Kajian R718 dengan simulasi R718 dan data piawaian model sebenar R22. Nilai-nilai bagi Model Kajian R718 dan simulasi R718 adalah merupakan nilai-nilai purata yang didapati daripada ujikaji dan simulasi yang telah dijalankan. Perbezaan nilai-nilai ini merangkumi jumlah haba yang dibebaskan oleh Pemeluwap, Kesan Penyejukan, Kerja Pemampat dan Pekali Prestasi.

Jadual 4.11 : Perbandingan Ujian Prestasi Antara Model Kajian R718 Dengan Simulasi R718 Dan Data Piawaian Model Sebenar R22.

Perkara	Model Kajian R718 Secara Nilai Purata	Simulasi R718 Secara Nilai Purata	Data Piawaian Sebenar R22
Suhu Pemeluwap (°C)	36.4	36.4	30.0
Suhu Masuk Pemeluwap (°C)	95.86	163.64	53.5
Suhu Keluar Pemeluwap (°C)	34.8	34.8	29.6
Suhu Penyejat (°C)	6.78	6.78	-15.0
Suhu Masuk Penyejat (°C)	6.78	6.78	-15.1
Suhu Keluar Penyejat (°C)	11.78	11.78	-10.9
Haba Dibebaskan (kJ/kg)	2535.6	2652.9	198.28
Kesan Penyejukan (kJ/kg)	2207.9	2318.0	163.29
Kerja Pemampat (kJ/kg)	327.8	346.9	34.99
Pekali Penyejukan (COP)	6.736	6.683	4.667

Rajah 4.8 menunjukkan graf perbandingan antara Model Kajian R718 dengan simulasi R718 dan data piawaian model sebenar R22. Berdasarkan graf tersebut menunjukkan bahawa terdapatnya perbezaan antara satu sama lain. Antara perbezaan tersebut ialah dari segi haba yang dibebaskan oleh Pemeluwap. Dimana, bagi simulasi R718 ia adalah merupakan nilai yang paling maksimum diantara yang lain iaitu 2652.9 kJ/kg. Ini menunjukkan bahawa pendingin R718 mempunyai nilai pembebasan haba yang tinggi berbanding bahan pendingin R22 kerana sistem yang menggunakan air sebagai bahan pendingin mempunyai isipadu tentu yang tinggi (*high specific volume*) dan menghasilkan suhu keluar pemampat yang tinggi (*high discharge pressure*).

Kesan Penyejukan yang berlaku pula menunjukkan nilai bagi Model Kajian R718, simulasi R718 adalah merupakan nilai yang tinggi. Ini juga berlaku adalah disebabkan oleh kesan isipadu yang tinggi dan persamaan tenaga (*energy balance*) yang berlaku diantara pemeluwap dengan penyejat dimana jika nilai pembebasan haba yang berlaku dipemeluwap tinggi maka nilai Kesan Penyejukan yang berlaku di penyejat turut meningkat tinggi. Nilai Kesan Penyejukan Model Kajian R718 ialah 2207.9 kJ/kg dan simulasi R718 2318.0 kJ/kg berbanding dengan data piawaian model sebenar R22 iaitu 163.29.

Bagi Kerja Pemampat data piawaian model sebenar R22 menghasilkan 34.99 kJ/kg, ini merupakan nilai yang paling minimum sekali dan nilai Kerja Pemampat yang paling rendah. Ia adalah disebabkan oleh isipadu tentu yang diperlukan oleh bahan pendingin R22 adalah rendah berbanding dengan bahan pendingin R718. Selain itu juga suhu yang dikeluarkan oleh pemampat adalah rendah dan secara langsung menghasilkan Kerja Pemampat yang rendah. Perbezaan lain ialah pada takad didih bagi R22 adalah pada suhu $-40.8\text{ }^{\circ}\text{C}$ berbanding dengan R718 pada suhu $100\text{ }^{\circ}\text{C}$.

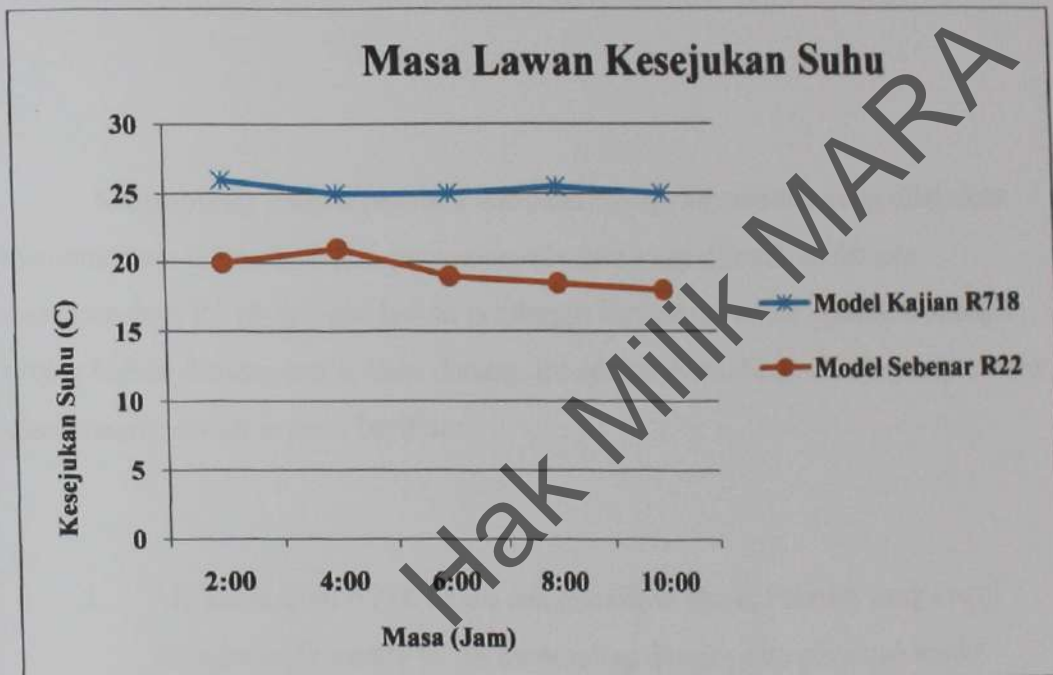
Akhir sekali bagi nilai Pekali Prestasi bagi Model Kajian R718 ianya menunjukkan nilai yang paling maksimum iaitu 6.736, ini adalah disebabkan oleh nilai Kesan Penyejukan yang dihasilkan sebanyak 2207.9 kJ/kg dan nilai Kerja Pemampat sebanyak 327.8 kJ/kg. Pemerhatian ini juga menunjukkan bahawa R718 menghasilkan isipadu tentu yang tinggi dan nilai Pekali Prestasi yang tinggi jika dibanding dengan bahan pendingin yang lain. Walaubagaimanapun dari segi suhu penyejat, R718 menghasilkan suhu yang tinggi iaitu 6.78 °C jika dibandingkan dengan data piawaian model sebenar R22 yang boleh menghasilkan suhu penyejat pada suhu -15 °C. Oleh itu kesejukan yang dihasilkan bahan pendingin R22 lebih cepat dan baik berbanding R718.



Rajah 4.8 : Perbandingan Ujian Prestasi Antara Model Kajian R718 Dengan Simulasi R718 Dan Data Piawaian Model Sebenar R22

4.8 Perbandingan Keputusan Ujian Tahap Kesejukan Antara Model Kajian R718 Dengan Model Sebenar R22.

Rajah 4.19 graf masa pengujian lawan kesejukan suhu yang dihasilkan bagi tempoh masa selama 2 jam untuk setiap kali ujikaji dijalankan. Berdasarkan kepada graf, ia menunjukkan bahawa Model Kajian R718 menghasilkan tahap kesejukan yang kurang berbanding dengan model sebenar R22. Walaupun Model Kajian R718 menghasilkan nilai Pekali Prestasi yang tinggi dan baik tetapi tahap kesejukannya masih tidak dapat lagi menandingi model sebenar R22.



Rajah 4.9 : Masa Pengujian Lawan Kesejukan Suhu

BAB V

KESIMPULAN

Kesimpulan yang diperolehi daripada ujikaji dan analisis yang dilakukan, membuktikan bahawa sistem penyamanan udara yang dihasilkan dengan menggunakan R718 sebagai bahan pendingin berpotensi untuk dijadikan sebagai projek kajian dimasa-masa akan datang. Ini adalah disebabkan oleh beberapa faktor, diantaranya adalah seperti berikut :

- i. Model Kajian R718 boleh menghasilkan Pekali Prestasi yang tinggi dengan nilai purata 6.736 berbanding dengan data piawai model sebenar R22 dengan nilai 4.667 dan simulasi R718 dengan nilai purata 6.683. Ini menunjukkan sistem penyamanan udara yang menggunakan air menghasilkan Pekali Prestasi yang tinggi dan baik berbanding dengan bahan pendingin R22.
- ii. Walaupun Model Kajian R718 menghasilkan nilai Pekali Prestasi yang ideal dan baik tetapi ianya tidak dapat menandingi tahap kesejukan suhu bilik sebagaimana model sebenar R22 iaitu sehingga mencapai suhu 18 °C.

- iv. Memastikan kos harga yang berpatutan bagi sistem penyamanan udara R718 kerana faktor untuk menghasilkannya memerlukan kos yang tinggi terutamanya pada motor pemampat.

Hak Milik MARA

9. Van Orshoven, D., 1991, "The use of water as a refrigerant – an exploratory investigation", Master's Thesis, University of Wisconsin – Madison, WI.
10. <http://www.wikipedia.org/wiki/water>
11. <http://www.WaterWorks4u.com>
12. Manual Air Conditioning System Models Acson AXB 100Y & AXB 130A

Hak Milik MARA

LAMPIRAN A

JADUAL PERANCANGAN PSM I

JADUAL PERANCANGAN PSM II

Hak Milik MARA

JADUAL PERANCANGAN PSM I

No.	Perancangan	Minggu																
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	Perbincangan dan mengenalpasti tajuk daripada penyelia	Sasaran	Sebenar															
2	Perbincangan objektif dan skop serta asas teori kajian	Sasaran	Sebenar															
3	Menghantar borang cadangan tajuk dan mengumpul maklumat kajian	Sasaran	Sebenar															
4	Menulis Bab 1 - Pengenalan	Sasaran	Sebenar															
5	Mendapatkan maklumat tentang kajian dan literatur	Sasaran	Sebenar															
6	Menulis Bab 2 - Teori dan Kajian Literatur	Sasaran	Sebenar															
7	Membincang dan mengenalpasti Metodologi	Sasaran	Sebenar															
8	Menulis Bab 3 - Metodologi	Sasaran	Sebenar															
9	Menulis laporan Lengkap PSM 1	Sasaran	Sebenar															
10	Pengantaraan Laporan PSM 1	Sasaran	Sebenar															
11	Pengumpulan data daripada kajian	Sasaran	Sebenar															
12	Persediaan Seminar 1	Sasaran	Sebenar															
13	Seminar 1	Sasaran	Sebenar															

CUTI PERTENGAHAN SEMESTER

Kak Milik MARA

JADUAL PERANCANGAN PSM II

No.	Perancangan	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17			
		Sasaran	Sebenar	Sasaran	Sebenar	Sasaran	Sebenar	Sasaran	Sebenar	Sasaran	Sebenar	Sasaran	Sebenar	Sasaran	Sebenar	Sasaran	Sebenar	Sasaran	Sebenar	Sasaran	Sebenar	Sasaran	Sebenar	Sasaran	Sebenar	Sasaran	Sebenar	Sasaran	Sebenar	Sasaran	Sebenar	Sasaran	Sebenar				
1	Mendapatkan peralatan-peralatan dan bahan-bahan kajian.																																				
2	Menghasilkan model kajian.																																				
3	Memastikan model kajian menepati spesifikasi.																																				
4	Menjalankan pengujian keatas model kajian																																				
5	Mendapatkan data-data dan membuat perbandingan keatas model kajian																																				
6	Menulis Bab 4 - Keputusan																																				
7	Menulis Bab 5 - Kesimpulan																																				
8	Menulis laporan Lengkap PSM 2																																				
9	Penghantaran Laporan PSM 2																																				
10	Persediaan Seminar 2																																				
11	Seminar 2																																				

LAMPIRAN B

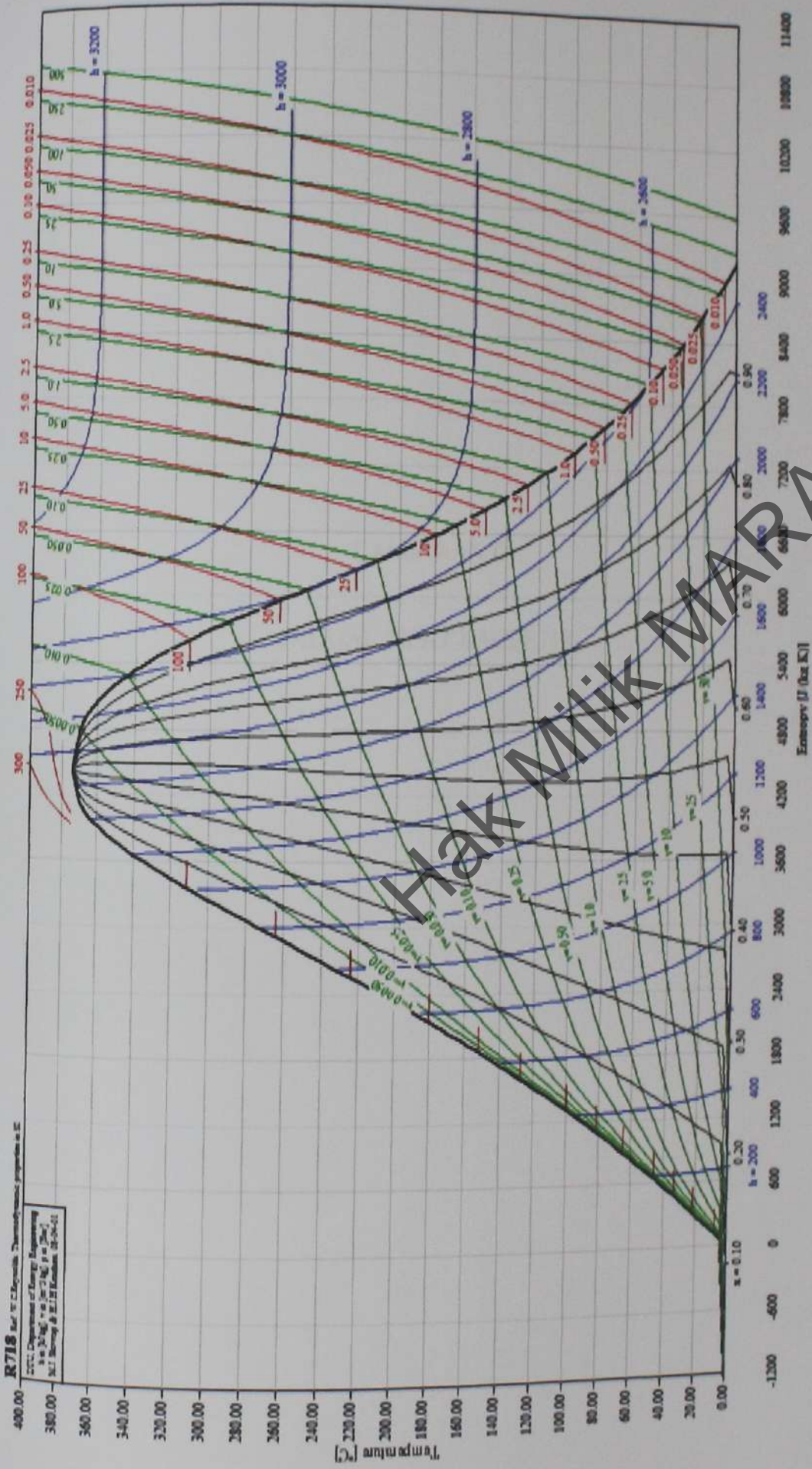
P-H DIAGRAM BAGI R718

Hak Milik MARA

LAMPIRAN C

T-S DIAGRAM BAGI R718

Hak Milik MARA



Hak Milik MARA

LAMPIRAN D

JADUAL SIFAT BAGI R718

Hak Milik MARA

Table of saturated values for: R718, H2O, Water

T °C	p Bar	v_f dm ³ /kg	v_g m ³ /kg	h_f kJ/kg	h_g kJ/kg	R kJ/kg	s_f kJ/(kg K)	s_g kJ/(kg K)
-10.00	0.0026	1.0002	467.21873	-354.34	2482.54	2836.88	-1.2989	9.4816
-9.00	0.0028	1.0002	429.28567	-352.27	2484.39	2836.66	-1.2910	9.4478
-8.00	0.0031	1.0001	394.69901	-350.24	2486.24	2836.48	-1.2834	9.4143
-7.00	0.0034	1.0000	363.13469	-348.21	2488.09	2836.29	-1.2757	9.3811
-6.00	0.0037	1.0000	334.30237	-346.10	2489.94	2836.04	-1.2678	9.3481
-5.00	0.0040	0.9999	307.96067	-344.05	2491.78	2835.83	-1.2601	9.3154
-4.00	0.0044	0.9999	283.87283	-341.99	2493.63	2835.62	-1.2524	9.2830
-3.00	0.0048	0.9999	261.82631	-339.86	2495.48	2835.34	-1.2446	9.2509
-2.00	0.0052	0.9999	241.64497	-337.78	2497.32	2835.10	-1.2369	9.2190
-1.00	0.0056	0.9999	223.15471	-335.69	2499.16	2834.85	-1.2292	9.1873
0.00	0.0061	0.9999	206.19903	-333.53	2501.01	2834.64	-1.2212	9.1560
1.00	0.0066	0.9999	192.58682	4.02	2502.85	2498.83	0.0147	9.1295
2.00	0.0071	0.9999	179.89900	8.10	2504.70	2496.60	0.0296	9.1031
3.00	0.0076	1.0000	168.14255	12.18	2506.54	2494.38	0.0444	9.0770
4.00	0.0081	1.0000	157.23952	16.32	2508.38	2492.06	0.0593	9.0511
5.00	0.0087	1.0001	147.12802	20.43	2510.22	2489.80	0.0741	9.0254
6.00	0.0093	1.0002	137.74241	24.54	2512.06	2487.53	0.0889	9.0000
7.00	0.0100	1.0002	129.02563	28.65	2513.90	2485.25	0.1036	8.9747
8.00	0.0107	1.0003	120.92301	32.83	2515.74	2482.92	0.1185	8.9498
9.00	0.0115	1.0004	113.39164	36.96	2517.58	2480.62	0.1331	8.9250
10.00	0.0123	1.0005	106.38525	41.10	2519.42	2478.32	0.1478	8.9005
11.00	0.0131	1.0007	99.86368	45.24	2521.26	2476.02	0.1624	8.8762
12.00	0.0140	1.0008	93.79012	49.39	2523.09	2473.70	0.1770	8.8521
13.00	0.0150	1.0009	88.12892	53.60	2524.93	2471.33	0.1917	8.8282
14.00	0.0160	1.0011	82.85274	57.76	2526.76	2469.00	0.2062	8.8045
15.00	0.0171	1.0013	77.93121	61.92	2528.59	2466.67	0.2207	8.7811
16.00	0.0182	1.0014	73.33811	66.10	2530.42	2464.33	0.2352	8.7578
17.00	0.0194	1.0016	69.04792	70.32	2532.25	2461.93	0.2497	8.7348
18.00	0.0206	1.0018	65.04127	74.50	2534.08	2459.58	0.2641	8.7120
19.00	0.0220	1.0020	61.29830	78.68	2535.91	2457.23	0.2785	8.6893
20.00	0.0234	1.0022	57.79418	82.87	2537.74	2454.87	0.2928	8.6669
21.00	0.0249	1.0024	54.51755	87.06	2539.56	2452.50	0.3071	8.6447
22.00	0.0264	1.0026	51.44510	91.51	2541.39	2449.88	0.3221	8.6226
23.00	0.0281	1.0029	48.57273	95.71	2543.21	2447.50	0.3363	8.6007
24.00	0.0298	1.0031	45.88141	99.92	2545.03	2445.11	0.3505	8.5791
25.00	0.0317	1.0034	43.35856	104.13	2546.85	2442.72	0.3647	8.5576
26.00	0.0336	1.0036	40.99251	108.35	2548.67	2440.32	0.3788	8.5363
27.00	0.0357	1.0039	38.77250	112.56	2550.48	2437.92	0.3928	8.5152
28.00	0.0378	1.0042	36.68857	116.78	2552.30	2435.52	0.4069	8.4943
29.00	0.0401	1.0044	34.73147	121.00	2554.11	2433.12	0.4209	8.4735
30.00	0.0425	1.0047	32.89268	125.22	2555.92	2430.71	0.4348	8.4530
31.00	0.0450	1.0050	31.16427	129.44	2557.73	2428.30	0.4487	8.4326
32.00	0.0476	1.0053	29.53890	133.66	2559.54	2425.88	0.4626	8.4124
33.00	0.0503	1.0057	28.00977	137.88	2561.35	2423.47	0.4764	8.3923
34.00	0.0532	1.0060	26.57055	142.11	2563.15	2421.05	0.4901	8.3724
35.00	0.0563	1.0063	25.21539	146.33	2564.96	2418.63	0.5039	8.3527
36.00	0.0595	1.0067	23.93883	150.56	2566.76	2416.20	0.5176	8.3332
37.00	0.0628	1.0070	22.73582	154.78	2568.56	2413.78	0.5312	8.3138
38.00	0.0663	1.0074	21.60164	159.01	2570.35	2411.35	0.5448	8.2946
39.00	0.0700	1.0077	20.53193	163.23	2572.15	2408.92	0.5584	8.2755
40.00	0.0738	1.0081	19.52260	167.46	2573.94	2406.48	0.5719	8.2566
41.00	0.0779	1.0085	18.56988	171.68	2575.73	2404.05	0.5853	8.2379
42.00	0.0821	1.0089	17.67022	175.91	2577.52	2401.61	0.5988	8.2193
43.00	0.0865	1.0093	16.82034	180.13	2579.30	2399.17	0.6122	8.2009
44.00	0.0911	1.0097	16.01717	184.36	2581.09	2396.73	0.6255	8.1826
45.00	0.0959	1.0101	15.25785	188.58	2582.87	2394.29	0.6388	8.1644
46.00	0.1010	1.0105	14.53971	192.80	2584.65	2391.84	0.6520	8.1465
47.00	0.1062	1.0109	13.86027	197.03	2586.42	2389.40	0.6652	8.1286
48.00	0.1117	1.0114	13.21719	201.25	2588.20	2386.95	0.6784	8.1109
49.00	0.1175	1.0118	12.60831	205.47	2589.97	2384.50	0.6915	8.0934

Table of saturated values for: R718, H2O, Water

T °C	p Bar	v_f dm ³ /kg	v_g m ³ /kg	h_f kJ/kg	h_g kJ/kg	R kJ/kg	s_f kJ/(kg K)	s_g kJ/(kg K)
50.00	0.1235	1.0123	12.03159	209.69	2591.74	2382.05	0.7046	8.0759
51.00	0.1298	1.0127	11.48514	213.91	2593.50	2379.59	0.7176	8.0587
52.00	0.1363	1.0132	10.96719	218.13	2595.27	2377.14	0.7306	8.0415
53.00	0.1431	1.0137	10.47606	222.35	2597.03	2374.68	0.7436	8.0245
54.00	0.1502	1.0141	10.01022	226.58	2598.78	2372.22	0.7565	8.0077
55.00	0.1576	1.0146	9.56820	230.78	2600.54	2369.76	0.7694	7.9909
56.00	0.1653	1.0151	9.14863	234.99	2602.29	2367.30	0.7822	7.9743
57.00	0.1733	1.0156	8.75025	239.21	2604.04	2364.83	0.7950	7.9579
58.00	0.1817	1.0161	8.37185	243.42	2605.78	2362.36	0.8077	7.9415
59.00	0.1904	1.0167	8.01231	247.63	2607.53	2359.90	0.8204	7.9253
60.00	0.1994	1.0172	7.67058	251.84	2609.27	2357.42	0.8331	7.9092
61.00	0.2088	1.0177	7.34567	256.05	2611.00	2354.95	0.8457	7.8933
62.00	0.2186	1.0182	7.03665	260.26	2612.74	2352.48	0.8582	7.8774
63.00	0.2288	1.0188	6.74264	264.47	2614.47	2350.00	0.8708	7.8617
64.00	0.2393	1.0193	6.46284	268.68	2616.19	2347.52	0.8833	7.8461
65.00	0.2503	1.0199	6.19646	272.88	2617.92	2345.04	0.8957	7.8306
66.00	0.2617	1.0205	5.94278	277.09	2619.64	2342.55	0.9081	7.8153
67.00	0.2736	1.0210	5.70113	281.29	2621.35	2340.07	0.9205	7.8000
68.00	0.2859	1.0216	5.47086	285.49	2623.07	2337.58	0.9328	7.7849
69.00	0.2986	1.0222	5.25136	289.69	2624.78	2335.08	0.9451	7.7699
70.00	0.3119	1.0228	5.04208	293.89	2626.48	2332.59	0.9574	7.7550
71.00	0.3256	1.0234	4.84248	298.09	2628.19	2330.09	0.9696	7.7402
72.00	0.3399	1.0240	4.65205	302.29	2629.88	2327.59	0.9818	7.7255
73.00	0.3546	1.0246	4.47031	306.49	2631.58	2325.09	0.9939	7.7109
74.00	0.3699	1.0252	4.29682	310.69	2633.27	2322.58	1.0060	7.6965
75.00	0.3858	1.0258	4.13117	314.88	2634.96	2320.07	1.0181	7.6821
76.00	0.4022	1.0265	3.97294	319.08	2636.64	2317.56	1.0301	7.6678
77.00	0.4192	1.0271	3.82176	323.28	2638.32	2315.04	1.0421	7.6537
78.00	0.4368	1.0278	3.67728	327.47	2640.00	2312.53	1.0541	7.6397
79.00	0.4550	1.0284	3.53917	331.66	2641.67	2310.00	1.0660	7.6257
80.00	0.4739	1.0291	3.40710	335.86	2643.33	2307.48	1.0779	7.6119
81.00	0.4934	1.0297	3.28077	340.05	2645.00	2304.95	1.0897	7.5981
82.00	0.5136	1.0304	3.15992	344.24	2646.66	2302.41	1.1016	7.5845
83.00	0.5345	1.0311	3.04425	348.44	2648.31	2299.87	1.1133	7.5709
84.00	0.5560	1.0318	2.93354	352.63	2649.96	2297.33	1.1251	7.5575
85.00	0.5783	1.0325	2.82753	356.82	2651.61	2294.79	1.1368	7.5441
86.00	0.6014	1.0332	2.72599	361.01	2653.25	2292.24	1.1485	7.5309
87.00	0.6252	1.0339	2.62872	365.20	2654.88	2289.68	1.1601	7.5177
88.00	0.6498	1.0346	2.53552	369.39	2656.52	2287.12	1.1717	7.5046
89.00	0.6752	1.0353	2.44618	373.58	2658.14	2284.56	1.1833	7.4916
90.00	0.7014	1.0360	2.36052	377.78	2659.77	2281.99	1.1949	7.4787
91.00	0.7284	1.0367	2.27839	381.97	2661.38	2279.42	1.2064	7.4659
92.00	0.7564	1.0375	2.19960	386.16	2663.00	2276.84	1.2179	7.4532
93.00	0.7852	1.0382	2.12401	390.35	2664.61	2274.26	1.2293	7.4406
94.00	0.8149	1.0390	2.05146	394.54	2666.21	2271.67	1.2408	7.4281
95.00	0.8455	1.0397	1.98183	398.74	2667.81	2269.07	1.2521	7.4156
96.00	0.8771	1.0405	1.91497	402.93	2669.40	2266.47	1.2635	7.4032
97.00	0.9097	1.0412	1.85076	407.12	2670.99	2263.87	1.2748	7.3909
98.00	0.9433	1.0420	1.78908	411.32	2672.57	2261.26	1.2862	7.3787
99.00	0.9778	1.0428	1.72982	415.51	2674.15	2258.64	1.2974	7.3666
100.00	1.0135	1.0436	1.67287	419.71	2675.72	2256.02	1.3087	7.3546
101.00	1.0502	1.0444	1.61812	423.90	2677.29	2253.39	1.3199	7.3426
102.00	1.0880	1.0452	1.56548	428.10	2678.85	2250.75	1.3311	7.3307
103.00	1.1269	1.0460	1.51487	432.30	2680.41	2248.11	1.3423	7.3189
104.00	1.1669	1.0468	1.46618	436.50	2681.96	2245.46	1.3534	7.3072
105.00	1.2082	1.0476	1.41933	440.70	2683.51	2242.81	1.3645	7.2955
106.00	1.2506	1.0484	1.37425	444.90	2685.05	2240.14	1.3756	7.2839
107.00	1.2942	1.0492	1.33086	449.10	2686.58	2237.48	1.3867	7.2724
108.00	1.3391	1.0501	1.28909	453.31	2688.11	2234.80	1.3977	7.2610
109.00	1.3853	1.0509	1.24886	457.51	2689.63	2232.12	1.4087	7.2496

Printed: 26/03/08, 06:06. Reference: W.C.Reynolds: Thermodynamic properties in SI

Table of saturated values for: R718, H2O, Water

T °C	P Bar	v_l dm ³ /kg	v_g m ³ /kg	h_l kJ/kg	h_g kJ/kg	R kJ/kg	s_l kJ/(kg K)	s_g kJ/(kg K)
110.00	1.4327	1.0518	1.21012	461.72	2691.15	2229.43	1.4197	7.2384
111.00	1.4815	1.0526	1.17280	465.93	2692.86	2226.73	1.4306	7.2271
112.00	1.5317	1.0535	1.13683	470.14	2694.16	2224.02	1.4416	7.2160
113.00	1.5832	1.0543	1.10218	474.35	2695.86	2221.31	1.4525	7.2049
114.00	1.6362	1.0552	1.06877	478.57	2697.15	2218.59	1.4634	7.1939
115.00	1.6906	1.0561	1.03656	482.78	2698.64	2215.86	1.4742	7.1830
116.00	1.7465	1.0570	1.00550	487.00	2700.12	2213.12	1.4851	7.1721
117.00	1.8038	1.0579	0.97554	491.22	2701.59	2210.37	1.4959	7.1613
118.00	1.8627	1.0588	0.94664	495.44	2703.06	2207.62	1.5067	7.1506
119.00	1.9232	1.0597	0.91875	499.67	2704.52	2204.86	1.5174	7.1399
120.00	1.9853	1.0606	0.89184	503.89	2705.98	2202.08	1.5282	7.1293
121.00	2.0490	1.0615	0.86586	508.12	2707.42	2199.30	1.5389	7.1188
122.00	2.1143	1.0624	0.84078	512.35	2708.86	2196.51	1.5496	7.1083
123.00	2.1814	1.0633	0.81656	516.58	2710.30	2193.71	1.5603	7.0979
124.00	2.2502	1.0643	0.79317	520.82	2711.72	2190.91	1.5709	7.0875
125.00	2.3207	1.0652	0.77058	525.06	2713.14	2188.09	1.5816	7.0772
126.00	2.3930	1.0662	0.74874	529.30	2714.56	2185.26	1.5922	7.0670
127.00	2.4672	1.0671	0.72765	533.54	2715.96	2182.42	1.6028	7.0568
128.00	2.5432	1.0681	0.70726	537.78	2717.36	2179.58	1.6134	7.0467
129.00	2.6210	1.0690	0.68755	542.03	2718.75	2176.72	1.6239	7.0366
130.00	2.7009	1.0700	0.66849	546.28	2720.13	2173.85	1.6345	7.0266
131.00	2.7826	1.0710	0.65006	550.54	2721.51	2170.97	1.6450	7.0167
132.00	2.8664	1.0720	0.63223	554.79	2722.88	2168.09	1.6555	7.0068
133.00	2.9522	1.0730	0.61499	559.05	2724.24	2165.19	1.6659	6.9969
134.00	3.0401	1.0740	0.59831	563.31	2725.59	2162.28	1.6764	6.9872
135.00	3.1301	1.0750	0.58216	567.58	2726.94	2159.36	1.6868	6.9774
136.00	3.2222	1.0760	0.56653	571.85	2728.27	2156.43	1.6973	6.9678
137.00	3.3165	1.0770	0.55141	576.12	2729.60	2153.49	1.7077	6.9581
138.00	3.4130	1.0780	0.53676	580.39	2730.93	2150.53	1.7180	6.9486
139.00	3.5118	1.0791	0.52258	584.67	2732.24	2147.57	1.7284	6.9391
140.00	3.6129	1.0801	0.50884	588.95	2733.54	2144.59	1.7388	6.9296
141.00	3.7163	1.0812	0.49554	593.24	2734.84	2141.60	1.7491	6.9202
142.00	3.8220	1.0822	0.48264	597.52	2736.13	2138.60	1.7594	6.9108
143.00	3.9302	1.0833	0.47015	601.81	2737.41	2135.59	1.7697	6.9015
144.00	4.0409	1.0843	0.45805	606.11	2738.68	2132.57	1.7800	6.8922
145.00	4.1540	1.0854	0.44631	610.41	2739.94	2129.53	1.7902	6.8830
146.00	4.2697	1.0865	0.43494	614.71	2741.19	2126.49	1.8005	6.8738
147.00	4.3879	1.0876	0.42390	619.01	2742.44	2123.43	1.8107	6.8647
148.00	4.5087	1.0887	0.41321	623.32	2743.67	2120.35	1.8209	6.8556
149.00	4.6322	1.0898	0.40283	627.63	2744.90	2117.27	1.8311	6.8466
150.00	4.7584	1.0909	0.39277	631.95	2746.12	2114.17	1.8413	6.8376
151.00	4.8874	1.0920	0.38301	636.26	2747.33	2111.06	1.8514	6.8286
152.00	5.0191	1.0931	0.37353	640.59	2748.52	2107.94	1.8616	6.8197
153.00	5.1536	1.0942	0.36434	644.91	2749.71	2104.80	1.8717	6.8108
154.00	5.2910	1.0954	0.35541	649.24	2750.89	2101.65	1.8818	6.8020
155.00	5.4314	1.0965	0.34675	653.58	2752.06	2098.49	1.8919	6.7932
156.00	5.5747	1.0977	0.33834	657.91	2753.22	2095.31	1.9020	6.7845
157.00	5.7209	1.0988	0.33017	662.25	2754.37	2092.12	1.9121	6.7758
158.00	5.8703	1.1000	0.32224	666.60	2755.51	2088.91	1.9221	6.7671
159.00	6.0227	1.1012	0.31453	670.95	2756.64	2085.69	1.9322	6.7585
160.00	6.1782	1.1024	0.30705	675.30	2757.76	2082.46	1.9422	6.7499
161.00	6.3370	1.1035	0.29978	679.66	2758.87	2079.21	1.9522	6.7413
162.00	6.4990	1.1047	0.29271	684.02	2759.97	2075.95	1.9622	6.7328
163.00	6.6642	1.1059	0.28584	688.38	2761.06	2072.68	1.9721	6.7244
164.00	6.8328	1.1071	0.27917	692.75	2762.14	2069.39	1.9821	6.7159
165.00	7.0047	1.1084	0.27268	697.12	2763.20	2066.08	1.9921	6.7075
166.00	7.1801	1.1096	0.26637	701.50	2764.26	2062.76	2.0020	6.6992
167.00	7.3589	1.1108	0.26023	705.88	2765.30	2059.43	2.0119	6.6908
168.00	7.5412	1.1121	0.25426	710.26	2766.34	2056.08	2.0218	6.6825
169.00	7.7271	1.1133	0.24846	714.65	2767.36	2052.71	2.0317	6.6743

Table of saturated values for: R718, H2O, Water

T °C	P Bar	v_l dm ³ /kg	v_g m ³ /kg	h_l kJ/kg	h_g kJ/kg	R kJ/kg	s_l kJ/(kg K)	s_g kJ/(kg K)
170.00	7.9166	1.1146	0.24282	719.04	2768.37	2049.33	2.0416	6.6860
171.00	8.1098	1.1158	0.23732	723.43	2769.37	2045.94	2.0514	6.6578
172.00	8.3067	1.1171	0.23198	727.83	2770.36	2042.53	2.0613	6.6497
173.00	8.5073	1.1184	0.22678	732.24	2771.34	2039.10	2.0711	6.6415
174.00	8.7118	1.1197	0.22172	736.65	2772.30	2035.66	2.0809	6.6334
175.00	8.9201	1.1210	0.21679	741.06	2773.26	2032.20	2.0907	6.6254
176.00	9.1323	1.1223	0.21199	745.47	2774.20	2028.72	2.1005	6.6173
177.00	9.3485	1.1236	0.20732	749.89	2775.13	2025.23	2.1103	6.6093
178.00	9.5687	1.1250	0.20278	754.32	2776.04	2021.72	2.1200	6.6013
179.00	9.7930	1.1263	0.19835	758.75	2776.95	2018.20	2.1298	6.5934
180.00	10.0213	1.1276	0.19404	763.18	2777.84	2014.66	2.1395	6.5854
181.00	10.2539	1.1290	0.18983	767.62	2778.72	2011.10	2.1493	6.5775
182.00	10.4907	1.1303	0.18574	772.06	2779.58	2007.53	2.1590	6.5696
183.00	10.7318	1.1317	0.18175	776.50	2780.44	2003.93	2.1687	6.5618
184.00	10.9772	1.1331	0.17787	780.95	2781.28	2000.32	2.1783	6.5540
185.00	11.2270	1.1345	0.17408	785.41	2782.10	1996.70	2.1880	6.5462
186.00	11.4812	1.1359	0.17039	789.86	2782.92	1993.05	2.1977	6.5384
187.00	11.7399	1.1373	0.16679	794.33	2783.72	1989.39	2.2073	6.5307
188.00	12.0032	1.1387	0.16328	798.79	2784.51	1985.71	2.2169	6.5229
189.00	12.2711	1.1401	0.15986	803.26	2785.28	1982.02	2.2266	6.5152
190.00	12.5436	1.1416	0.15653	807.74	2786.04	1978.30	2.2362	6.5076
191.00	12.8209	1.1430	0.15327	812.22	2786.79	1974.57	2.2458	6.4999
192.00	13.1029	1.1445	0.15010	816.70	2787.52	1970.82	2.2553	6.4923
193.00	13.3898	1.1459	0.14701	821.19	2788.24	1967.04	2.2649	6.4847
194.00	13.6815	1.1474	0.14399	825.68	2788.94	1963.26	2.2745	6.4771
195.00	13.9782	1.1489	0.14104	830.18	2789.63	1959.45	2.2840	6.4695
196.00	14.2799	1.1504	0.13817	834.68	2790.30	1955.62	2.2935	6.4620
197.00	14.5867	1.1519	0.13536	839.19	2790.96	1951.77	2.3030	6.4544
198.00	14.8986	1.1534	0.13263	843.70	2791.61	1947.91	2.3126	6.4469
199.00	15.2157	1.1550	0.12995	848.22	2792.24	1944.02	2.3221	6.4394
200.00	15.5380	1.1565	0.12735	852.74	2792.85	1940.12	2.3315	6.4320
201.00	15.8656	1.1581	0.12480	857.26	2793.45	1936.19	2.3410	6.4245
202.00	16.1985	1.1596	0.12231	861.79	2794.04	1932.25	2.3505	6.4171
203.00	16.5369	1.1612	0.11989	866.33	2794.61	1928.28	2.3599	6.4097
204.00	16.8807	1.1628	0.11752	870.87	2795.16	1924.30	2.3694	6.4023
205.00	17.2301	1.1644	0.11520	875.41	2795.70	1920.29	2.3788	6.3949
206.00	17.5851	1.1660	0.11294	879.96	2796.22	1916.26	2.3882	6.3875
207.00	17.9457	1.1676	0.11073	884.51	2796.73	1912.21	2.3976	6.3801
208.00	18.3121	1.1693	0.10857	889.07	2797.22	1908.14	2.4070	6.3728
209.00	18.6842	1.1709	0.10646	893.64	2797.69	1904.05	2.4164	6.3655
210.00	19.0622	1.1726	0.10440	898.21	2798.15	1899.94	2.4258	6.3582
211.00	19.4461	1.1742	0.10239	902.78	2798.59	1895.81	2.4351	6.3509
212.00	19.8360	1.1759	0.10042	907.36	2799.01	1891.65	2.4445	6.3436
213.00	20.2319	1.1776	0.09850	911.95	2799.42	1887.47	2.4538	6.3363
214.00	20.6339	1.1793	0.09662	916.54	2799.81	1883.27	2.4632	6.3291
215.00	21.0421	1.1810	0.09478	921.13	2800.18	1879.05	2.4725	6.3218
216.00	21.4565	1.1828	0.09298	925.73	2800.54	1874.80	2.4818	6.3146
217.00	21.8771	1.1845	0.09122	930.34	2800.88	1870.54	2.4911	6.3074
218.00	22.3042	1.1863	0.08950	934.95	2801.20	1866.24	2.5004	6.3001
219.00	22.7376	1.1881	0.08782	939.57	2801.50	1861.93	2.5097	6.2929
220.00	23.1776	1.1899	0.08618	944.19	2801.78	1857.59	2.5190	6.2857
221.00	23.6240	1.1917	0.08457	948.82	2802.05	1853.23	2.5282	6.2786
222.00	24.0771	1.1935	0.08300	953.46	2802.30	1848.84	2.5375	6.2714
223.00	24.5369	1.1953	0.08146	958.10	2802.53	1844.43	2.5467	6.2642
224.00	25.0035	1.1972	0.07995	962.75	2802.74	1839.99	2.5560	6.2571
225.00	25.4768	1.1990	0.07848	967.40	2802.93	1835.53	2.5652	6.2499
226.00	25.9571	1.2009	0.07704	972.06	2803.10	1831.04	2.5745	6.2428
227.00	26.4443	1.2028	0.07563	976.73	2803.26	1826.53	2.5837	6.2356
228.00	26.9385	1.2047	0.07425	981.40	2803.40	1821.99	2.5929	6.2285
229.00	27.4398	1.2066	0.07289	986.09	2803.51	1817.43	2.6021	6.2214

Table of saturated values for: R718, H2O, Water

T °C	P Bar	v_f dm ³ /kg	v_g m ³ /kg	h_f kJ/kg	h_g kJ/kg	R kJ/kg	s_f kJ/(kg K)	s_g kJ/(kg K)
230.00	27.9483	1.2088	0.07157	990.77	2803.61	1812.84	2.6113	6.2143
231.00	28.4639	1.2105	0.07028	995.27	2803.70	1808.43	2.6201	6.2072
232.00	28.9869	1.2125	0.06901	999.97	2803.76	1803.79	2.6293	6.2001
233.00	29.5173	1.2145	0.06777	1004.67	2803.80	1799.13	2.6385	6.1930
234.00	30.0551	1.2165	0.06655	1009.38	2803.82	1794.43	2.6477	6.1859
235.00	30.6004	1.2185	0.06536	1014.10	2803.81	1789.71	2.6568	6.1789
236.00	31.1532	1.2206	0.06420	1018.83	2803.79	1784.96	2.6660	6.1718
237.00	31.7138	1.2226	0.06305	1023.56	2803.75	1780.19	2.6752	6.1647
238.00	32.2820	1.2247	0.06193	1028.30	2803.68	1775.38	2.6843	6.1578
239.00	32.8580	1.2268	0.06084	1033.05	2803.59	1770.54	2.6934	6.1505
240.00	33.4419	1.2289	0.05976	1037.81	2803.49	1765.68	2.7026	6.1434
241.00	34.0337	1.2310	0.05871	1042.57	2803.36	1760.79	2.7117	6.1364
242.00	34.6336	1.2332	0.05768	1047.35	2803.21	1755.86	2.7209	6.1293
243.00	35.2415	1.2354	0.05667	1052.13	2803.04	1750.91	2.7300	6.1222
244.00	35.8576	1.2375	0.05567	1056.92	2802.84	1745.92	2.7391	6.1152
245.00	36.4819	1.2398	0.05470	1061.72	2802.62	1740.91	2.7482	6.1081
246.00	37.1145	1.2420	0.05375	1066.52	2802.39	1735.86	2.7573	6.1010
247.00	37.7555	1.2442	0.05282	1071.34	2802.12	1730.78	2.7665	6.0939
248.00	38.4049	1.2465	0.05190	1076.17	2801.84	1725.67	2.7756	6.0869
249.00	39.0629	1.2488	0.05100	1081.00	2801.53	1720.53	2.7847	6.0798
250.00	39.7294	1.2511	0.05013	1085.85	2801.20	1715.35	2.7938	6.0727
251.00	40.4047	1.2534	0.04926	1090.70	2800.85	1710.15	2.8029	6.0656
252.00	41.0887	1.2558	0.04842	1095.57	2800.47	1704.90	2.8120	6.0585
253.00	41.7815	1.2582	0.04759	1100.44	2800.07	1699.63	2.8211	6.0514
254.00	42.4832	1.2606	0.04677	1105.32	2799.64	1694.32	2.8302	6.0443
255.00	43.1939	1.2630	0.04597	1110.22	2799.19	1688.97	2.8393	6.0372
256.00	43.9137	1.2655	0.04519	1115.12	2798.72	1683.59	2.8484	6.0301
257.00	44.6426	1.2679	0.04442	1120.04	2798.22	1678.18	2.8575	6.0230
258.00	45.3808	1.2704	0.04367	1124.97	2797.69	1672.72	2.8667	6.0159
259.00	46.1282	1.2730	0.04293	1129.90	2797.14	1667.24	2.8758	6.0088
260.00	46.8850	1.2755	0.04220	1134.85	2796.56	1661.71	2.8849	6.0017
261.00	47.6513	1.2781	0.04149	1139.81	2795.96	1656.15	2.8940	5.9945
262.00	48.4271	1.2807	0.04079	1144.79	2795.33	1650.55	2.9031	5.9874
263.00	49.2125	1.2833	0.04011	1149.77	2794.68	1644.91	2.9122	5.9802
264.00	50.0076	1.2859	0.03943	1154.77	2794.00	1639.23	2.9213	5.9731
265.00	50.8125	1.2886	0.03877	1159.78	2793.29	1633.51	2.9305	5.9659
266.00	51.6273	1.2913	0.03812	1164.80	2792.56	1627.76	2.9396	5.9587
267.00	52.4519	1.2941	0.03749	1169.83	2791.79	1621.96	2.9487	5.9515
268.00	53.2867	1.2968	0.03686	1174.88	2791.00	1616.12	2.9578	5.9443
269.00	54.1315	1.2996	0.03625	1179.94	2790.18	1610.24	2.9670	5.9371
270.00	54.9865	1.3024	0.03564	1185.01	2789.33	1604.32	2.9761	5.9299
271.00	55.8518	1.3053	0.03505	1190.10	2788.46	1598.36	2.9853	5.9226
272.00	56.7274	1.3082	0.03447	1195.20	2787.55	1592.35	2.9944	5.9154
273.00	57.6135	1.3111	0.03390	1200.31	2786.61	1586.30	3.0036	5.9081
274.00	58.5101	1.3140	0.03334	1205.44	2785.65	1580.21	3.0128	5.9008
275.00	59.4173	1.3170	0.03278	1210.58	2784.65	1574.07	3.0219	5.8935
276.00	60.3353	1.3200	0.03224	1215.74	2783.63	1567.89	3.0311	5.8862
277.00	61.2640	1.3231	0.03171	1220.91	2782.57	1561.65	3.0403	5.8789
278.00	62.2036	1.3262	0.03119	1226.10	2781.48	1555.38	3.0495	5.8716
279.00	63.1541	1.3293	0.03067	1231.31	2780.36	1549.05	3.0587	5.8642
280.00	64.1157	1.3324	0.03017	1236.52	2779.21	1542.68	3.0679	5.8568
281.00	65.0884	1.3356	0.02967	1241.76	2778.02	1536.26	3.0771	5.8494
282.00	66.0724	1.3388	0.02919	1247.01	2776.80	1529.79	3.0864	5.8420
283.00	67.0676	1.3421	0.02871	1252.28	2775.55	1523.27	3.0956	5.8346
284.00	68.0743	1.3454	0.02823	1257.56	2774.26	1516.70	3.1049	5.8271
285.00	69.0925	1.3488	0.02777	1262.87	2772.94	1510.08	3.1141	5.8196
286.00	70.1222	1.3521	0.02732	1268.18	2771.59	1503.40	3.1234	5.8121
287.00	71.1637	1.3556	0.02687	1273.52	2770.20	1496.67	3.1327	5.8046
288.00	72.2169	1.3590	0.02643	1278.88	2768.77	1489.89	3.1420	5.7970
289.00	73.2819	1.3625	0.02599	1284.25	2767.31	1483.06	3.1513	5.7895

Table of saturated values for: R718, H2O, Water

T °C	p Bar	v_f dm ³ /kg	v_g m ³ /kg	h_f kJ/kg	h_g kJ/kg	R kJ/kg	s_f kJ/(kg K)	s_g kJ/(kg K)
290.00	74.3590	1.3661	0.02557	1289.64	2765.80	1476.16	3.1606	5.7819
291.00	75.4481	1.3697	0.02515	1295.05	2764.27	1469.22	3.1699	5.7742
292.00	76.5493	1.3733	0.02474	1300.48	2762.69	1462.21	3.1793	5.7666
293.00	77.6628	1.3770	0.02433	1305.93	2761.07	1455.15	3.1886	5.7589
294.00	78.7887	1.3807	0.02393	1311.39	2759.42	1448.02	3.1980	5.7512
295.00	79.9270	1.3845	0.02354	1316.88	2757.72	1440.84	3.2074	5.7434
296.00	81.0778	1.3884	0.02316	1322.39	2755.99	1433.60	3.2168	5.7357
297.00	82.2413	1.3923	0.02278	1327.92	2754.21	1426.29	3.2262	5.7278
298.00	83.4175	1.3962	0.02240	1333.47	2752.39	1418.92	3.2357	5.7200
299.00	84.6066	1.4002	0.02204	1339.04	2750.52	1411.48	3.2451	5.7121
300.00	85.8086	1.4042	0.02167	1344.63	2748.62	1403.98	3.2546	5.7042

Copyright © 1999 Dep. of Energy Engineering, DTU
M.J. Skovrup & H.J.H Knudsen

Hak Milik MARA

SENARAI INSTRUMENTASI

LAMPIRAN E

SENARAI INSTRUMENTASI

Hak Milik MARA

SENARAI INSTRUMENTASI

- i. Tube Cutter
- ii. Flaring Tools
- iii. Swaging Tools
- iv. Tube Reamers
- v. Pinch Off Tools
- vi. Tubing Bender
- vii. Reversible Ratchets
- viii. Gauge Manifold
- ix. Valve Manifold
- x. Pressure Gauges
- xi. Pocket Thermometers
- xii. Welding Unit
- xiii. Wattmeter
- xiv. Multimeter
- xv. Voltmeter
- xvi. Insulation Meter
- xvii. Ammeter
- xviii. Electronic Temperature Tester

Hak Milik MARA

LAMPIRAN F

SURAT KEBENARAN

Hak Milik MARA



Universiti Tun Hussein Onn Malaysia

86400 Parit Raja, Batu Pahat, Johor Darul Takzim. <http://www.uthm.edu.my>



MS 50 9091-2009
Johor Bahru

Fakulti Kejuruteraan Mekanikal Dan Pembuatan

(Pejabat Pentadbiran & Kewangan)

Tel. : (06)07-453 7706 / 7707 / 7708 / 7709

Faks : (06)07-453 6080

(Pejabat Akademik)

Tel. : (06)07-453 7735 / 7736

Faks : (06)07-453 7728

Rujukan Kami (Our Ref):

Rujukan Tuan (Your Ref):

Institut Kemahiran Mara
Jalan Taruka Off Jalan Datin Halimah
KB 8A8 80990
Johor Darul Takzim.

Ruj. Tuan :
Ruj. Kami : UTHM/FKMP/600-3/6/1 (104)
Tarikh : 19 Februari 2008

Tuan,

**MEMOHON KEBENARAN UNTUK MENGGUNAKAN MAKMAL
PENYEJUKBEKUAN DAN PENYAMANAN UDARA DI INSTITUT KEMAHIRAN MARA**
Dengan hormatnya saya diarah merujuk kepada perkara di atas.

2. Adalah dimaklumkan bahawa nama seperti di bawah adalah pelajar sepenuh masa kursus **Ijazah Sarjana Muda Kejuruteraan Mekanikal dengan Kepujian** di Universiti Tun Hussein Onn Malaysia, Parit Raja, Batu Pahat, Johor.

Bil	Nama	No. K/P	No. Matrk
1.	Mohd Hatta bin Mohd Hassan@Md Kayat	690127-01-5279	DD050940

3. Mengikut keperluan kursus, pelajar tersebut dikehendaki menyiapkan projek yang bertajuk "**Water As a Refrigerant**" di bawah penyeliaan En. Md Zin bin Ibrahim.


4. Pihak universiti dengan ini memohon kerjasama dan bantuan pihak tuan agar dapat memberikan sebarang maklumat yang berguna kepada pelajar berkenaan demi menjayakan tugasnya. Selain daripada itu, pihak universiti berharap agar pelajar tersebut dibenarkan membuat kajian dan mengambil gambar di kawasan terlibat sekiranya perlu. Walaubagaimanapun, pelajar tersebut mestilah mematuhi peraturan dan arahan keselamatan dari masa ke semasa di tempat tuan.

Segala kerjasama yang diberikan amatlah dihargai dan didahului dengan ucapan ribuan terima kasih.

Sekian,

"BERKHIDMAT UNTUK NEGARA"

Yang benar,


MOHAMMAD FAHMI BIN ABDUL GHAFIR
Ketua Jabatan
Jabatan Kejuruteraan Loji & Automatif
Fakulti Kejuruteraan Mekanikal & Pembuatan
b/p Naib Canselor
☎ 07-4537711
Universiti Tun Hussein Onn Malaysia (UTHM)


Wan Sabri Wan Jamal
Pengarah
Institut Kemahiran MARA
Johor Bahru

Ku Amoud 20/5/08
Di luluskan.
Shk beri kerjasama.

LAMPIRAN G
pH WATER CHART

Hak Milik MARA

pH Water Chart

Alkaline
pH

10.0

High Alkaline Ionized Water

- Spinach
- Broccoli
- Artichokes
- Brussel Sprouts
- Olive Oil
- Herbal & Green Tea
- Lettuce
- Celery
- Zucchini
- Sweet Potato
- Peas
- Apples
- Almonds
- Avocado
- Tomatoes
- Fresh Corn
- Mushrooms
- Turnip
- Olives

- Cabbage
- Celery
- Cauliflower
- Carrots
- Potato Skins
- Royal Spinach
- Sprouted Grains
- Eggplant
- Alfalfa Sprouts
- Green Beans
- Beets & Greens
- Blueberries
- Pears
- Soybeans
- Bell Peppers
- Radish
- Watermelon
- Pineapple
- Cherries
- Shallot
- Wild Rice

- Cucumbers
- Collards
- Seaweed
- Onion
- Asparagus
- Lemons & Limes
- Mangoes
- Papayas
- Figs & Dates
- Tangerines
- Melons
- Kiwi
- Grapes
- Strawberries
- Apples
- Watermelon
- Honeydew
- Peaches
- Oranges
- Cantaloupe
- Bananas

Neutral
pH

8.0

7.0

Most Tap Water
Municipalities adjust tap water to be +/-. 7.0

- Milk, Yogurt
- Fruit Juices
- Cooked Spinach
- Most Grains
- Soy Milk
- Coconut
- Eggs
- Fish
- Tea
- Cooked Beans
- Chicken & Turkey
- Beer
- Sugar
- Ice cream
- Whiskies
- Kidney Beans
- Lentils
- Plums
- Apples
- Quinoa
- Spices
- Potatoes w/o Skins
- Almonds
- Soy Beans
- Carrots
- Lentils
- Spiced Beans
- Butter, salted
- Raw Oats
- Cooked Corn
- Whole Bran
- Shubert
- Molasses
- Rich Almond Milk
- Sprouted Wheat Bread
- Maple
- Oysters
- Cold Water Fish
- Salmon
- Tuna
- Goat's Milk

Acidic
pH

6.0

5.0

4.0

3.0

Reverse Osmosis Water

- Coffee
- White Bread
- Peanuts
- Pistachios
- Beef
- Lamb
- Pork
- Wine
- Shellfish
- Pastries
- Cheese
- Goat Cheese
- Soda

Distilled & Purified Water

- Cherries
- Prunes
- Sweetened Fruit Juice
- Wheat
- Black Tea
- Pasta
- Pickles
- Stress
- Worms
- Lack of Sleep
- Overwork
- Tobacco Smoke

Most Bottled Waters

- Most Nuts
- Tomato Sauce
- Buttermilk
- Cream Cheese
- Popcorn
- Chocolate
- Roasted Nuts
- Vinegar
- Sweetened Condensed Milk
- Soy
- Aspartame
- Hub sweet
- Walnuts

2.3 **Colas!**

Learn more about alkalinizing with ionized water at www.WaterWorks4u.com or call 888-973-7773

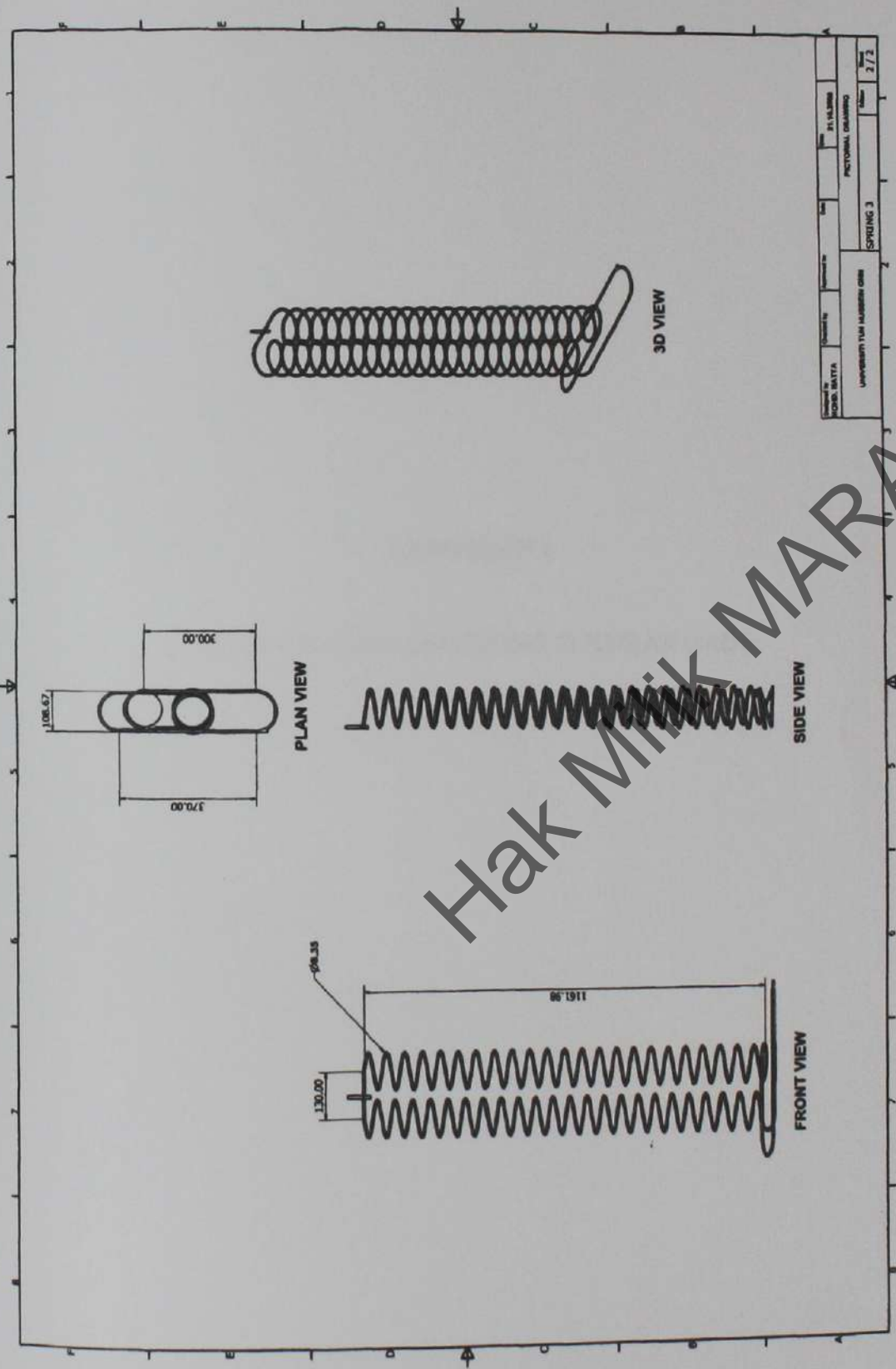
© 2006 WaterWorks4u

Hak Miik MARA

LAMPIRAN H

LUKISAN GEGELUNG PENUKAR HABA

Hak Milik MARA



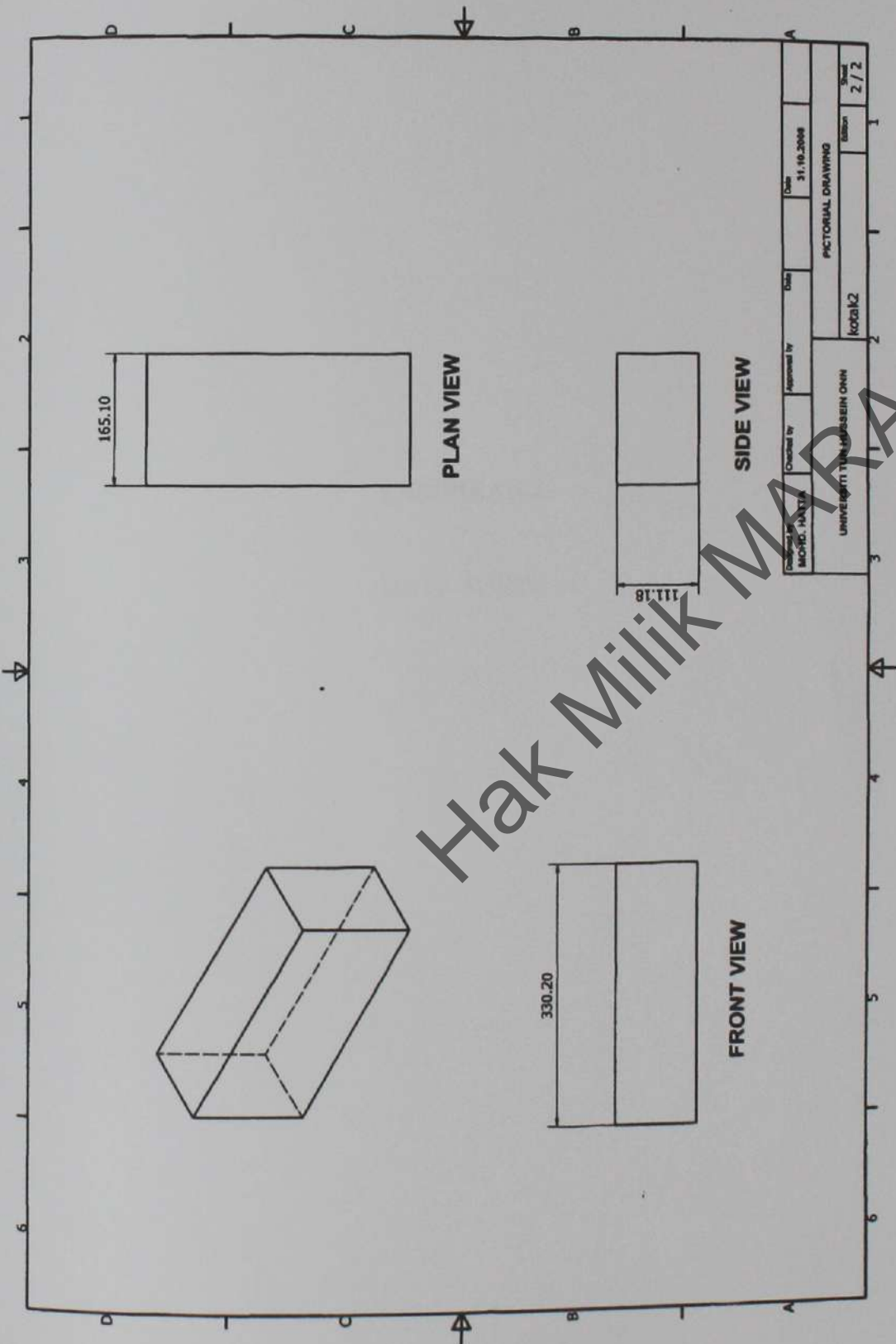
Disain Oleh	MOHA. NATYA	Dibuat Oleh	UNIVERSITI TUMBUH MANSURAH ORDI	Jumlah	2/72
Disain No.	211412004	Dibuat No.	UNIVERSITI TUMBUH MANSURAH ORDI	No. Rujukan	
Mata Pelajaran	PIKTOGRAFI	Mata Pelajaran	PIKTOGRAFI		
PIKTOGRAFI		SPRING 3			

Hak Milik MARA

LAMPIRAN I

LUKISAN BADAN GEGELUNG PENUKAR HABA

Hak Milik MARA



Checked by MUSRETAH	Approved by UNIVERSITI TEKNOLOGI MARA	Date 31-10-2008	Sheet 2 / 2
UNIVERSITI TEKNOLOGI MARA		Revision kobaik2	
PICTORIAL DRAWING			

LAMPIRAN J

DATA SHEET

Hak Milik MARA