

MEREKA BENTUK MEKANISME
PENYEJUKAN UDARA YANG MENGURANGKAN SUHU UDARA
DARI UNIT PENYEJUK UDARA

KHALIL FASHAR BIN ZAINUDIN

UNIVERSITI TEKNIKAL MALAYSIA MELAKA

‘Saya akui bahawa telah membaca
karya ini dan pada pandangan saya karya ini
adalah memadai dari segi skop dan kualiti untuk tujuan penganugerahan
Ijazah Sarjana Muda Kejuruteraan Mekanikal (Rekabentuk & Inovasi)’

Tandatangan :
Nama Penyelia I :
Tarikh :

MEREKA BENTUK MEKANISME PENYEJUKAN UDARA YANG
MENGURANGKAN SUHU UDARA DARI UNIT PENYEJUK UDARA

KHALIL FASHAR BIN ZAINUDIN

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

Fakulti Kejuruteraan Mekanikal
Universiti Teknikal Malaysia Melaka

NOVEMBER 2008

“Saya akui laporan ini adalah hasil kerja saya sendiri kecuali ringkasan dan petikan yang telah dinyatakan sumbernya”

Tandatangan :

Nama Penulis : KHALIL FASHAR BIN ZAINUDIN

Tarikh : 25 NOVEMBER 2008

Untuk ibu tersayang, rakan-rakan dan para pensyarah

ABSTRAK

Tujuan utama projek ini dijalankan adalah mengkaji mekanisme sedia ada dan seterusnya mereka bentuk sebuah mekanisme baru penyejukan udara yang mengurangkan suhu dari unit penyejuk udara. Sebelum itu, pemahaman mendalam mengenai konsep kerja mekanisme sedia ada dan tinjauan produk yang berada di pasaran dilaksanakan melalui pelbagai sumber seperti kajian ilmiah, kajian pasaran dan sebagainya. Skop yang perlu diikuti adalah mencari jalan untuk mengurangkan kos operasi dan kos produk, kerja penyelenggaraan yang mudah serta dapat berfungsi dengan baik. Bagi memastikan skop-skop yang dikehendaki ini mencapai sasaran yang telah ditetapkan, kajian dilakukan seperti pembinaan dan fabrikasi prototaip mengikut pengiraan yang sepatutnya, menjalankan set ujian prestasi, melaksanakan proses penambahbaikan berdasarkan kelemahan dan kekurangan yang timbul sepanjang proses ujian, dan seterusnya melakukan perbandingan prestasi dengan mekanisme sedia ada. Di antara faktor yang perlu dititik beratkan ialah dengan memastikan mekanisme yang dicipta mampu menurunkan suhu dengan berkesan bersamaan atau lebih baik dari mekanisme sedia ada dan mampu membawa satu penyelesaian mudah terhadap masalah harian di rumah. Ujian dijalankan dengan menggunakan mekanisme sedia ada sebagai kayu pengukur keberkesanan mekanisme yang diketengahkan. Keberkesanan unit prototaip diuji pada posisi hembusan dan sedutan unit penyejuk udara dengan kehadiran elemen penyejuk (ais) dan perbandingan dilakukan terhadap ketiga-tiga eksperimen. Hasil daripada eksperimen mendapati bahawa mekanisme prototaip yang diletak pada posisi sedutan memenuhi sasaran utama laporan ini. Kajian ini merupakan satu langkah untuk membangunkan suatu mekanisme yang boleh diaplikasikan dalam produk penyejukan udara pada masa akan datang.

ABSTRACT

This project's main intention was studying existing mechanism and to design a new air cooling mechanism to reduce temperatures from portable air cooler units. Before that, deep understanding on the concept for existing mechanism's and product established in the market was gathered through various resources such as academic study, market research and others. Scopes that needs being followed was to reduce operating cost and product cost, easy to maintain and functioning well like existing product. To make sure this scopes was achieved, research on construction and fabrication prototype follow by calculation, carry out set performance test, implement improvement process to any error or uncertainties that happened during testing procedure, and makes further performance comparison between the existing mechanism and the new one. The main factor that need emphasized were having ensure mechanism that created must be able to reduce the temperature effectively or better than existing mechanism and able to carry out easy solution on the daily problem at home. Test using present mechanism as guidance for the prototype that was developed. The heat exchanger was tested at air cooler's suction and blow position with presence of ice and later comparison carried on all three experiments. Result from the experiment shows that prototype put in suction position cater the best output among original and suction method. This project was one step further in a way to implement new mechanism into portable air cooler in the future.

KANDUNGAN

BAB	PERKARA	MUKA SURAT
	PENGAKUAN	ii
	DEDIKASI	iii
	ABSTRAK	iv
	<i>ABSTRACT</i>	v
	KANDUNGAN	vi
	SENARAI JADUAL	x
	SENARAI RAJAH	xiii
	SENARAI SIMBOL	xvii
	SENARAI LAMPIRAN	xviii
BAB 1	Pengenalan	1
	1.1 Pendahuluan	1
	1.2 Latar Belakang	2
	1.3 Penyataan Masalah	3
	1.4 Objektif	3
	1.5 Skop	3

BAB	PERKARA	MUKA SURAT
BAB 2	KAJIAN ILMIAH	4
2.1	Pendahuluan	4
2.2	Parameter Pemindahan Haba	5
2.2.1	Mekanisme Asas Pemindahan Haba	6
2.2.2	Hukum Pertama Termodinamik	7
2.2.2	Aliran Haba kepada Kawasan Panas	7
2.2.3	Penyejatan	8
2.3	Klasifikasi Pemindah Haba (<i>Heat Exchanger</i>)	9
2.3.1	Pemulihan (<i>Recuperator</i>) dan Penjanaan Semula (<i>Regenarator</i>)	9
2.3.2	Proses Pemindahan	12
2.3.3	Geometri Binaan	13
2.3.4	Mekanisme Pemindahan Haba	14
2.3.5	Aturan Aliran	15
2.3.6	Rumus Asas Dalam Reka Bentuk Pemindah Haba	16
2.3.7	Jumlah Pekali Pemindah Haba	19
2.3.8	Kaedah LMTD Untuk Analisis Pemindah Haba	20

BAB	PERKARA	MUKA SURAT
	2.4 Produk Sedia Ada	22
	2.4.1 Unit Penyejuk Udara	22
	2.4.1.1 Perbezaan Unit Penyejuk Udara & Unit Penyaman Udara	22
	2.4.1.2 Kelebihan Unit Penyejuk Udara Berbanding Unit Penyaman Udara	23
	2.4.1.3 Cara Berfungsi	24
	2.4.1.4 Jenis Unit Penyejuk Udara	25
	2.4.2 Penyaman Udara Mudah Alih	27
	2.4.2.1 Perbezaan Penyaman Udara Mudah Alih & Penyaman Udara Biasa	28
	2.4.3 Penapis Udara Mudah Alih	28
	2.5 Kaji Selidik	29
 BAB 3	 KAEDAH KAJIAN	 33
	3.1 PSM I	33
	3.1.1 Pendahuluan	33
	3.1.2 Kajian Ilmiah	35
	3.1.3 Rekabentuk Konsep	35
	3.1.4 Pemilihan Reka Bentuk	38
	3.2 PSM II	38
	3.2.1 Pendahuluan	38
	3.2.2 Fabrikasi	40
	3.2.3 Uji	40
	3.2.4 Keputusan	41
	3.2.5 Selesai	41

BAB	PERKARA	MUKA SURAT
BAB 4	REKA BENTUK KONSEP	42
4.1	Pendahuluan	42
4.2	Ciri-ciri Reka Bentuk	43
4.2.1	Tajuk	43
4.2.2	Pengenalan	43
4.2.3	Ciri-ciri	43
4.3	Konsep Reka Bentuk & Proses Perbandingan	44
4.3.1	Konsep Pertama	46
4.3.2	Konsep Kedua	48
4.3.3	Proses Perbandingan Reka Bentuk Konsep	50
4.3.4	Hasil Proses Perbandingan	51
4.3.5	Konsep Pilihan	51
4.3.6	Jangkaan Hasil	52
4.4	Lakaran Awal	52
4.5	Pemilihan Material	55
4.5.1	Tiub Logam	55
4.5.1.1	Jenis-jenis Tiub Tembaga	55
4.5.1.2	Kelebihan Tiub Tembaga	56
4.5.2	Jaket Air	58
4.5.3	Lain-lain	59

BAB	PERKARA	MUKA SURAT
BAB 5	PENGIRAAN ASAS	61
	5.1 Pendahuluan	61
	5.2 Pemilihan Pemindah Haba	61
	5.3 Pengiraan Reka Bentuk Pemindah Haba	62
	5.3.1 Pengiraan Untuk Sedutan	63
	5.3.2 Pengiraan Untuk Hembusan	68
	5.4 Hasil	71
	5.5 Reka Bentuk Akhir	71
BAB 6	FABRIKASI PROTOTAIP	74
	6.1 Pengenalan	74
	6.2 Peralatan	75
	6.3 Prosedur	76
	6.3.1 Proses Memateri Tiub Tembaga	76
	6.4 Taksiran Kos	80
	6.4.1 Prototaip 1	80
	6.4.2 Prototaip 2	81
BAB 7	ANALISIS DAN KEPUTUSAN	82
	7.1 Pengenalan	82
	7.2 Binaan Unit Penyejuk Udara	82
	7.3 Set Ujian	90
	7.3.1 Parameter Kajian	91
	7.3.2 Mekanisme Sedia Ada	92
	7.3.3 Set Ujian Hembusan	94
	7.3.4 Set Ujian Sedutan	96
	7.3.5 Hasil Proses Perbandingan	98

BAB	PERKARA	MUKA SURAT
BAB 8	KESIMPULAN DAN CADANGAN	101
	8.1 Kesimpulan	101
	8.2 Cadangan	103
	RUJUKAN	105
	BIBLIOGRAFI	108
	LAMPIRAN	110

SENARAI JADUAL

BIL.	TAJUK	MUKA SURAT
1	Proses perbandingan reka bentuk konsep	50
2	Dimensi tiub-tiub tembaga jenis L menurut ASTM B88M penentuan spesifikasi seragam untuk tiub tembaga tidak berkelim (Imperial)	57
3	Kadar aliran udara sedutan dan hembusan unit penyejuk udara	63
4	Magnitud pekali pemindah haba	66
5	Taksiran kos bagi pembinaan prototaip 1	80
6	Taksiran kos bagi pembinaan prototaip 2	81
7	Menentukan suhu bilik	91
8	Prestasi mekanisme sedia ada tanpa ais	92
9	Prestasi mekanisme sedia ada dengan ais	93
10	Prestasi mekanisme hembusan tanpa ais	94
11	Prestasi mekanisme hembusan dengan ais	94
12	Prestasi mekanisme sedutan tanpa ais	96
13	Prestasi mekanisme sedutan dengan ais	97

SENARAI RAJAH

BIL.	TAJUK	MUKA SURAT
2.1	Diagram T-Q (Suhu lawan pergerakan haba)	6
2.2	Aliran haba dari kawasan sejuk ke panas	7
2.3	Kriteria digunakan untuk klasifikasi pemindah haba	10
2.4	Pemindah haba jenis sentuhan tidak terus: (a) pemindah haba dual-paip; (b) pemindah haba cangkerang-dan-tiub	11
2.5	Pemindah haba jenis sentuhan terus: (a) kondenser dulang; (b) kondenser semburan	12
2.6	Pemindah haba jenis tiub-bersirip: (a) tiub-bersirip leper; (b) tiub-bersirip bulat Kondenser digunakan untuk penyejukan udara	13
2.7	Kondenser digunakan untuk penyejukan udara	14
2.8	Aturan aliran: (a) aliran selari; (b) aliran berlawanan; (c) aliran bersilang, kedua bendalir tidak bercampur; (d) aliran bersilang, bendalir 1 bercampur, bendalir 2 tidak bercampur	16
2.9	Variasi suhu bendalir: (a) aliran berlawanan; (b) aliran selari; (c) bendalir sejuk menyejat; (d) bendalir panas mengalami kondensasi	17
2.10	Contoh unit penyejuk udara	23
2.11	Mekanisme asas unit penyejuk udara	24

BIL.	TAJUK	MUKA SURAT
2.12	Bagaimana sistem penyejuk udara secara sentuhan terus berfungsi	26
2.13	Bagaimana sistem penyejuk udara secara sentuhan tidak terus berfungsi	26
2.14	Sistem penyaman udara	27
2.15	Contoh unit penyaman udara mudah alih	28
2.16	Contoh penapis udara mudah alih	29
2.17	Unit penapis udara mudah alih	30
2.18	Unit penyejuk udara	30
2.19	Unit penyejuk udara yang dikaji	31
2.20	Sistem takungan air pada unit penyejuk udara	31
2.21	Pam air yang terdapat pada unit penyejuk udara	32
2.22	Pad fabrik yang digunakan	32
3.1	Carta alir bagi PSM I	34
3.2	Fasa reka bentuk	36
3.3	Carta alir bagi PSM II	39
4.1	Carta alir bagi pecahan kepada konsep reka bentuk mekanisme penyejukan udara	45
4.2	Lakaran konsep pertama	46
4.3	Lakaran konsep kedua	48
4.4	Lakaran tiub besi menggunakan perisian <i>SolidWorks</i>	53
4.5	Lakaran jaket air menggunakan perisian <i>SolidWorks</i>	53
4.6	Lakaran awal konsep akhir menggunakan perisian <i>SolidWorks</i>	54
4.7	Tiub tembaga berdiameter luar 6.35 mm (1/4 inci)	58
4.8	Tiub tembaga berdiameter luar 28.575 mm (1 1/8 inci)	58

BIL.	TAJUK	MUKA SURAT
4.9	Motor pam air	59
4.10	Hos air	60
4.11	Unit penyejuk udara untuk proses ujikaji	60
5.1	Faktor pembetulan F LMTD untuk aliran bersilang untuk pemindah haba dengan satu bendalir bercampur dan satu lagi tidak bercampur	65
5.2	Reka bentuk akhir tiub tembaga berdiameter 6.35 mm (1/4 inci)	72
5.3	Reka bentuk akhir jaket air	72
5.4	Reka bentuk akhir pemindah haba	73
6.1	Perkakasan yang diperlukan untuk pembinaan prototaip: (a) gergaji; (b) mesin gerudi; (c) fluks; (d) cat semburan	75
6.2	Proses menyapukan fluks pada bahagian yang perlu disambung dengan bantuan berus	77
6.3	Proses memanaskan tiub tembaga yang perlu disambung dengan pencucuh oxy-fuel	77
6.4	Logam pengisi digunakan semasa proses memateri tiub tembaga	79
6.5	Pemindah haba yang telah siap difabrikasi	78
7.1	Bahagian belakang unit penyejuk udara	83
7.2	Bahagian hadapan unit penyejuk udara	84
7.3	Bahagian badan unit penyejuk udara	85
7.4	Bahagian motor dan kipas unit penyejuk udara	86
7.5	Unit penyejuk udara setelah dicantumkan	86
7.6	Motor air, hos air, takungan air dan pemindah haba yang digunakan untuk mekanisme penyejukan	87

BIL.	TAJUK	MUKA SURAT
7.7	Orientasi mekanisme pemindah haba pada posisi sedutan	87
7.8	Kedudukan pemindah haba dari pandangan hadapan, belakang, sisi dan isometrik untuk mekanisme sedutan	88
7.9	Orientasi mekanisme pemindah haba pada posisi hembusan	89
7.10	Kedudukan pemindah haba dari pandangan hadapan, belakang, sisi dan isometrik untuk mekanisme hembusan	89
7.11	Ais diletakkan ke dalam tangki air	92
7.12	Termometer digunakan untuk mengambil bacaan	92
7.13	Graf suhu lawan masa bagi mekanisme sedia ada dengan ais	93
7.14	Graf suhu lawan masa bagi mekanisme hembusan dengan ais	95
7.15	Kondensasi pada tiub tembaga	96
7.16	Graf suhu lawan masa bagi mekanisme sedutan dengan ais	97
7.17	Perbandingan penurunan suhu oleh ketiga-tiga set ujian tanpa ais	99
7.18	Perbandingan penurunan suhu bagi ketiga-tiga set ujian dengan ais	100

SENARAI SIMBOL

A	=	Luas permukaan, m^2
C_p	=	Muatan haba atau haba spesifik bendalir
d	=	Diameter, cm
F	=	Faktor pembetulan
h	=	Pekali pindahan haba
i	=	Entalpi khusus
l	=	Panjang, cm
\dot{m}	=	Kadar aliran jisim, m^3 / h
P	=	Suhu efektif
Q	=	Jumlah pindahan haba
Q	=	Kadar aliran air, l / h
R	=	Kadar ratio suhu
R_s	=	<i>Fouling resistance</i>
Subskrip “c”	=	Bendalir sejuk
Subskrip “h”	=	Bendalir panas
Subskrip “i”	=	Jalan masuk
Subskrip “o”	=	Jalan keluar
T	=	Suhu, $^{\circ}C$
t	=	Ketebalan dinding
U	=	Jumlah pekali pemindah haba

SENARAI LAMPIRAN

BIL.	TAJUK	MUKA SURAT
A.1	Ciri-ciri termofizikal logam-logam	110
A.2	Spesifikasi tiub tembaga	111
A.3	Keperluan memateri tiub tembaga	113
B	Lakaran (<i>SolidWorks</i>)	115
C.1	Surat meminjam peralatan	140
C.2	Carta Gantt	141

BAB I

PENGENALAN

1.1 Pendahuluan

Kebelakangan ini suhu yang panas melanda dunia dan memberi kesan yang ketara terutama kepada negara-negara beriklim tropika seperti Malaysia. Ini adalah berkait rapat dengan fenomena pemanasan global yang telah memberi impak besar kepada seluruh dunia. Pemanasan global ini berpunca dari penggunaan bahan kimia dan gas yang boleh merosakkan struktur lapisan ozon sekaligus menyebabkan pancaran terus sinar matahari ke bumi tanpa proses tapisan.

Terdapat pelbagai produk telah direka untuk menangani masalah suhu melampau sama ada di dalam rumah mahupun di pejabat seperti kipas angin, unit penyaman udara, dan unit penyejuk udara. Namun yang demikian, penggunaan penyaman udara berasaskan pemampat dan gas penyejuk freon, sekadar meningkatkan risiko pelepasan gas yang boleh merosakkan ozon yang secara jelasnya terkandung dalam sistem penyaman udara tersebut seperti ammonia, R22 dan sebagainya. Penting di sini untuk mengembangkan suatu idea baru yang bersih, menjimatkan di samping memberi prestasi sama seperti sebuah unit penyaman udara. Setelah melakukan beberapa analisis dan kaji selidik, saya telah memilih tajuk "*Mereka Bentuk Mekanisme Penyejukan Udara Yang Mengurangkan Suhu Udara Dari Unit Penyejuk Udara*" sebagai tajuk kajian saya.

1.2 Latar Belakang

Kipas angin merupakan kaedah konvensional dan terawal untuk menyamankan persekitaran dan juga cara yang paling murah. Namun demikian, kipas hanya membantu pergerakan udara tanpa menghilangkan atau mengurangkan bahang kepanasan. Produk seperti penyaman udara mampu memberikan suhu di antara 15°C sehingga 25°C tetapi penggunaan penyaman udara memerlukan kos yang tinggi terutama dari segi operasi dan juga penyelenggaraan seperti penyediaan bahan penyejukan untuk membantu proses penyejukan. Unit penyejuk udara merupakan suatu subjek yang sangat berguna yang boleh digunakan untuk mengenal pasti suatu mekanisme yang boleh mengurangkan suhu udara persekitaran dengan efisien.

Sebagai langkah awal kajian, ia dimulakan dengan mengenal pasti setiap aspek yang menyebabkan masalah dan fokus kepada masalah yang memerlukan pembaikan. Kipas angin sekadar membantu molekul udara bergerak tanpa mempengaruhi suhu sekeliling. Penyaman udara yang terdapat dalam pasaran pada hari ini pula adalah mahal dan memerlukan kos yang tinggi untuk dimiliki, penjagaan dan operasi. Sebagai perbandingan kos operasi penyaman udara adalah hampir menyamai penggunaan sebuah komputer peribadi. Bagi isi rumah yang memerlukan unit penyejuk udara beroperasi sepanjang siang hari (8 – 10 jam sehari), ini amat membebankan.

1.3 **Penyataan Masalah**

Projek ini lebih memfokuskan mekanisme yang terdapat pada unit penyejuk udara dan dari sini beberapa masalah yang perlu diatasi pada mekanisme sedia ada antaranya:

- a) Tidak cukup sejuk dan efisien
- b) Kewujudan habuk yang banyak dan kerap serta memberi kesan terhadap operasi unit penyejuk udara
- c) Bunyi yang bising dari mekanisme sedia ada

1.4 **Objektif**

Mereka bentuk mekanisme penyejukan udara yang mengurangkan suhu udara dari unit penyejuk udara.

1.5 **Skop**

- a) Mereka bentuk mekanisme penyejukan udara dengan memberi perhatian terhadap perkara berikut
 - i) Pemilihan material
 - ii) Penyelenggaraan
- b) Mengaplikasikan mekanisme penyejukan udara ke dalam unit penyejuk udara (fabrikasi)
- c) Menjalankan analisis untuk menentukan prestasi penyejuk udara
- d) Mereka bentuk dan fabrikasi set ujian untuk menguji unit penyejuk udara
- e) Menjalankan ujian prestasi terhadap unit penyejuk udara

BAB II

KAJIAN ILMIAH

2.1 Pendahuluan

Kajian Ilmiah melibatkan pengumpulan maklumat tentang sesuatu produk dan mekanisme yang digunakan untuk dianalisis dan dikaji bertujuan untuk mengetahui kekurangan atau kelebihan produk tersebut. Ia biasanya dilakukan dalam proses pembaikan sesuatu produk dan pembangunan satu mekanisme baru. Bahan rujukan seperti abstrak, jurnal, buku rujukan, kertas kerja laporan persidangan, produk yang sedia ada dan sebagainya adalah contoh sumber penting dalam proses ini. Pengumpulan maklumat yang dijadikan sumber kajian adalah berpandukan garis panduan berikut:

- a) Parameter pemindahan haba
- b) Klasifikasi pemindah haba
- c) Produk sedia ada
- d) Kaji selidik