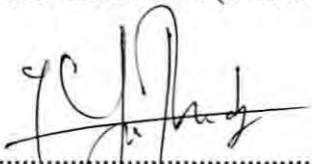


PRESTASI KITARAN SISTEM PENYEJUKAN

MOHD HANIF BIN HARUN

KOLEJ UNIVERSITI TEKNIKAL KEBANGSAAN MALAYSIA

“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 (Termal-Bendalir)”

Tandatangan : 
Nama Penyelia : YUSMADY MOHAMED XPIFIN
Tarikh : 14/12/05.

PRESTASI KITARAN SISTEM PENYEJUKAN

MOHD HANIF BIN HARUN


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

**Fakulti Kejuruteraan Mekanikal
Kolej Universiti Teknikal Kebangsaan Malaysia**

November 2005

PENGAKUAN

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

Tandatangan : 

Nama Penulis : MOHD. HANIF B. HARUN

Tarikh : 15/12/2005

*BUAT AYAHBONDA DAN KELUARGA YANG TERSAYANG...
DIKAULAH YANG TERBAIK DALAM HIDUPKU..*

*UNTUK RAKAN-RAKAN SEPERJUANGAN YANG TELAH BANYAK
MEMBERIKAN SOKONGAN...*

AKHIR SEKALI, BUAT KEKASIHKU YANG DIKASIH..

PENGHARGAAN

Disini saya ingin mengambil kesempatan untuk merakamkan jutaan terima kasih kepada Penyelia Projek Sarjana Muda saya, En. Yusmady bin Mohamed Arifin diatas segala bimbingan dan tunjuk ajar yang diberikan sepanjang kajian dan penulisan tesis ini.

Di samping itu juga, saya ingin mengucapkan ribuan terima kasih kepada En. Md Isa bin Ali, En Juhari Abd Razak, En. Asjufri bin Mujahir, En. Mohamad Najib bin Tufar dan En. Mohd Hairi bin Md Rahim serta semua kakitangan FKM yang turut memberikan sokongan secara langsung atupun tidak. Jasa anda semua akan tetap saya kenang sampai bila-bila.

Penghargaan paling istimewa ingin saya tunjukkan kepada seisi keluarga saya terutama kepada ma dan abah kerana sentiasa memberikan sokongan dan dorongan kepada saya. Tidak lupa juga kepada kekasih yang disayangi dan dicintai yang telah memberikan semangat kepada saya selama ini. Akhir sekali, saya ingin merakamkan setinggi-tinggi ucapan terima kasih kepada semua yang membantu saya sepanjang tempoh kajian ini sehinggalah terhasilnya karya ini.

ABSTRAK

Analisis kejuruteraan ini dibuat adalah untuk menganalisis satu model sistem penyejukan ET412C. Analisis ini dilakukan untuk mengkaji kehilangan tenaga pada setiap komponen utama sistem penyejuk dan prestasi kecekapan sistem penyejuk. Kecekapan bagi sistem penyejukan adalah merujuk kepada kemampuan sistem penyejukan untuk memindahkan haba yang terdapat dalam ruang penyejukan. Sekiranya haba lebih banyak dapat disingkirkan dari ruang sejuk, maka pekali prestasi penyejuk akan semakin tinggi. Semakin tinggi nilai pekali prestasi penyejuk, prestasinya adalah semakin baik. Kajian ini dilakukan terhadap model sistem penyejukan ET 412C dilakukan secara dua berperingkat. Peringkat pertama adalah sebelum penutup ruang penyejuk dan pembekuan dilekatkan dengan kertas kilat dan peringkat kedua adalah selepas penutup ruang penyejukan dan pembekuan dilekatkan dengan kertas kilat. Kaedah pembaikan terhadap penutup ruang ini dilakukan adalah untuk mengkaji sejauh manakah kehilangan tenaga berlaku pada sistem. Daripada keputusan dua eksperimen ini, penulis membuat analisis berkenaan dengan pekali prestasi penyejukan.

ABSTRACT

This engineering analysis is made to analyze the model of refrigeration system ET 412 C. This analysis purpose is to study the exergy or energy losses and coefficient of performance at each part of main component of refrigeration system. Performance of the efficiency for refrigeration system is referred to the system ability to remove heat from refrigerated space. If the system removed large amount of heat from refrigerated space, thus the coefficient of performance of the system will increase. The study and analysis will be made by writer in two stage. First stage is cover of the cooler and freezer before tinted and second stage is after tinted. The method is used to study the exergy or energy losses which can be improved in the system. From the result, writer will analyze the refrigeration coefficient of performance.

KANDUNGAN

MUKA SURAT

PENGAKUAN	ii
DEDIKASI	iii
PENGHARGAAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KANDUNGAN	vii
SENARAI JADUAL	x
SENARAI RAJAH	xi
SENARAI SIMBOL	xiii
SENARAI LAMPIRAN	xv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Pengenalan	1
1.2 Objektif	2
1.3 Skop Penyelidikan	2
1.4 Penyataan Masalah	3
1.5 Analisis Masalah	4
BAB 2 KAJIAN ILMIAH	
2.1 Komponen Asas Sistem Penyejukan	5
2.1.1 Pemampat	6
2.1.2 Pemeluwap	7
2.1.3 Peranti Permeteran (Injap Pengembangan)	8
2.1.4 Penyejat	9
2.2 Sejarah sistem penyejukan	10

2.3	Jenis-jenis sistem penyejukan	11
2.4	Keperluan sistem penyejukan	12
2.5	Bahan pendingin sistem penyejukan	12
2.6	Pengertian eksergi	13
2.7	Mengapa perlu kajian terhadap eksergi	14
2.8	Alasan mengapa kajian terhadap eksergi dilakukan kepada sistem penyejukan	14
2.9	Kajian terdahulu berkenaan eksergi dan prestasi kecekapan	15
2.10	Eksergi dalam komponen asas sistem penyejuk	17
	2.10.1 Eksergi dalam pemampat	18
	2.10.2 Eksergi dalam pemeluwap	19
	2.10.3 Eksergi dalam injap	20
	2.10.4 Eksergi dalam penyejat	20
2.11	Pekali Prestasi (COP) sistem penyejukan	21
2.12	Proses penyejukan dalam gambarajah P-h	23
BAB 3 METODOLOGI KAJIAN		25
3.1	Pendahuluan	25
3.2	Carta alir proses analisis	26
3.3	Pengambilan bacaan melalui perisian komputer	27
	3.3.1 Pengenalan kepada perisian	27
3.4	Ciri-ciri data dalam sistem penyejukan	28
	3.4.1 Keluaran sejuk	28
	3.4.2 Kecekapan Keluaran	29
3.5	Carta analisis pengiraan eksergi	31
3.6	Formula yang digunakan	32
	3.6.1 Pengiraan eksergi	32
	3.6.2 Kerja yang dilakukan oleh pemampat	33
	3.6.3 Haba yang diserap oleh penyejat	33
	3.6.4 Haba yang dibebaskan oleh pemeluwap	33
	3.6.5 Kehilangan tenaga pada setiap komponen	33
	3.6.6 Kecekapan eksergi	34
	3.6.7 Pekali prestasi sistem penyejuk	34
3.7	Kaedah pembaikan	35

BAB 4	KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN KEPUTUSAN	
	EKSPERIMEN	36
4.1	Ciri-ciri komponen model sistem penyejukan ET 412C	36
4.2	Kajian eksperimen	38
	4.2.1 Eksperimen A (sebelum pengubahsuaian)	38
	4.2.2 Eksperimen B (selepas pengubahsuaian)	39
4.3	Pengiraan eksperimen A dan eksperimen B	40
4.4	Hasil keputusan eksperimen A dan eksperimen B	41
4.5	Perbincangan keputusan eksperimen	42
	4.5.1 Perbincangan tentang keputusan pekali prestasi penyejukan.	43
	4.5.2 Perbincangan tentang keputusan kehilangan Eksergi	47
	4.5.3 Perbincangan tentang keputusan kecekapan Eksergi	50
4.6	Faktor-faktor perubahan keputusan eksperimen	51
	4.6.1 Faktor tekanan pemeluwap	52
	4.6.2 Faktor tekanan penyejat	57
	4.6.3 Faktor perbezaan kadar alir	58
BAB 5	KESIMPULAN DAN CADANGAN	59
BAB 6	KELEMAHAN	61
	RUJUKAN	63
	LAMPIRAN	64

SENARAI JADUAL

JADUAL	MUKA SURAT
4.1 Perbezaan pekali prestasi penyejukan untuk Eksperimen A dan eksperimen B	44
4.2 Kecekapan eksergi sistem penyejukan	50
4.3 Kehilangan eksergi pada pemampat pada kadar alir 10L/h	53
4.4 Kehilangan eksergi pada pemeluwap pada kadar alir 10L/h	54
4.5 Kehilangan eksergi pada injap pendikit pada kadar alir 10L/h	55
4.6 Kehilangan eksergi pada penyejat	56

SENARAI RAJAH

NO. RAJAH		MUKA SURAT
2.1	Kitaran Asas Sistem Penyejukan	5
2.2	Pemampat Jenis Salingan Kedap Udara	6
2.3	Pemeluwap dan kipas sistem penyejukan mampatan wap	7
2.4	Lakaran injap pengembangan termostatik	8
2.5	Penyejat dan kipas sistem penyejukan mampatan wap	9
2.6	Lakaran aliran eksergi pada pemampat	18
2.7	Lakaran aliran eksergi pada pemeluwap	19
2.8	Lakaran aliran eksergi pada Penyejat	21
2.9	Enjin Haba	22
2.10	Gambarajah P-h	24
3.1	Carta alir proses analisis	26
3.2	Menu utama skrin	27
3.3	Gambarajah P-h (keluaran sejuk)	29
3.4	Gambarajah P-h (kecekapan keluaran ⁰)	30
3.5	Carta analisis pengiraan dalam sistem penyejuk mampatan wap	31
3.6	(a) sebelum dilekatkan (b) proses melekatkan kertas kilat (c) selepas dilekatkan dengan kertas kilat	35
4.1	Graf pekali prestasi sistem penyejuk lawan kadar alir bahan pendingin untuk eksperimen A dan eksperimen B	45
4.2	Graf kerja pemampat lawan kadar alir bahan pendingin Untuk eksperimen A dan eksperimen B	45

4.3	Graf jumlah haba yang diserap oleh penyejat lawan kadar alir bahan pendingin untuk eksperimen A dan eksperimen B	46
4.4	Graf kehilangan eksergi pada pemampat lawan kadar alir bahan pendingin untuk eksperimen A dan eksperimen B	47
4.5	Graf kehilangan eksergi pada pemeluwap lawan kadar alir bahan pendingin untuk eksperimen A dan eksperimen B	48
4.6	Graf kehilangan eksergi pada injap lawan kadar alir bahan pendingin untuk eksperimen A dan eksperimen B	49
4.7	Graf kehilangan eksergi pada penyejat lawan kadar alir bahan pendingin untuk eksperimen A dan eksperimen B	49
4.8	Graf kecekapan eksergi sistem penyejukan lawan kadar alir bahan pendingin untuk eksperimen A dan eksperimen B	51
4.9	Graf tekanan pemeluwap lawan kadar alir bahan pendingin untuk eksperimen A dan eksperimen B	52
4.10	Graf tekanan penyejat lawan kadar alir bahan pendingin untuk eksperimen A dan eksperimen B.	57

SENARAI SIMBOL

SIMBOL	DEFINISI
COP	Pekali Prestasi Penyejukan
m	aliran jisim bahan penyejuk (kg/s)
w_c	kerja pemampat (kW)
H	entalpi (kJ/kg)
U	tenaga dalaman (kJ)
P	tekanan (Pa)
V	isipadu (m^3)
\dot{V}_k	meteralir isipadu (<i>volumetric flowmeter</i>) (l/h)
T	suhu ($^{\circ}C$)
\dot{Q}	Keluaran sejuk (kJ/s @ W)
s	entropi (kJ/kg.K)

HURUF GREEK	DEFINISI
ε	Kecekapan Keluaran
Σ	jumlah
v	jumlah isipadu tentu bahan pendingin (m^3/kg)
ϕ	eksergi (kW)
Φ	eksergi haba (kJ/kg)
η_{II}	kecekapan eksergi (%)

SUBSKRIP**DEFINISI**

0	Titik rujukan
1	Komponen Pemampat
2	Komponen Pemeuwap
3	Komponen Injap
4	Komponen Penyejat

SENARAI LAMPIRAN

Lampiran		MUKA SURAT
A	Gambar Model Sistem Penyejukan ET 412C	64
B	Litar Model Sistem Penyejukan ET 412C	65
C	Gambarajah Skematic Nodel Sistem Penyejukan ET 412C	66
D	Contoh Keputusan (gambarajah P-h) dari Perisian Model Sistem penyejukan ET 412C	67
E	Gambar Kebuk Penyejukan semasa pengubahsuaian dilakukan	68
F	Data-data eksperimen A (sebelum pengubahsuaian)	69
G	Data-data eksperimen B (selepas pengubahsuaian)	70
H	Contoh pengiraan untuk eksperimen A	71
I	Hasil Pengiraan untuk eksperimen A dan B	73
J	Contoh pengiraan eksergi setiap komponen	74
K	Hasil pengiraan eksergi untuk eksperimen A dan B	75
L	Contoh pengiraan kehilangan eksergi komponen	76
M	Hasil pengiraan kehilangan eksergi pada setiap komponen untuk eksperimen A dan B	77
N	Contoh pengiraan kecekapan eksergi	78
O	Hasil pengiraan kecekapan eksergi	78

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Pengenalan

Kebelakangan ini, sistem penyejukan amat penting sekali untuk memenuhi kesempurnaan bagi kehidupan seseorang. Kehidupan bagi seorang manusia terutama sekali suri rumah tidak akan sempurna tanpa adanya sistem penyejukan. Sistem penyejukan dikatakan penting kerana salah satunya ia dapat memanjangkan lagi tempoh sesuatu makanan sekiranya makanan tersebut mencapai suhu yang tertentu. Perkembangan bidang penyejukan kebelakangan ini berkembang dengan kerana permintaan terhadap sistem penyejukan semakin meningkat sehinggakan di America, penggunaan peti sejuk telah mencapai 99.5% daripada jumlah penduduk (Willbert R.S, 2004). Ini sekaligus menunjukkan bidang penyejukan secara langsung dan tidak langsung telah berjaya meningkatkan ekonomi sesebuah negara.

Penggunaan prinsip penyejukan pada asasnya adalah terbatas. Penggunaan yang biasa dilihat adalah dalam menjamin atau memelihara kesegaran makanan. Kebanyakan produk yang digunakan dirumah, ladang, perniagaan, industri atau makmal adalah beberapa contoh yang melibatkan penggunaan sistem penyejukan. Oleh yang demikian, sistem penyejukan menjadi komoditi yang penting didalam kehidupan manusia moden hari ini.

1.2 Objektif

- i. Objektif kajian adalah untuk membuat analisis kejuruteraan ke atas sistem penyejukan.
- ii. Penulis ingin membuat perbandingan keatas prestasi sistem penyejukan sebelum dan selepas kajian.
- iii. Penulis juga akan menganalisis eksergi terhadap sebuah unit penyejukan. Ianya bertujuan untuk menilai keberkesanan penggunaan tenaga dalam satu proses melalui penilaian kecekapan eksergi, kehilangan eksergi dan pekali prestasi penyejukan.
- iv. Penulis akan dapat mengenal pasti dan mencadangkan pembaikan proses yang sesuai untuk sistem penyejukan.

1.3 Skop penyelidikan

Skop penyelidikan yang dilakukan dirangkum kepada beberapa bahagian penting. Antara skop yang akan dilakukan oleh penulis adalah:

- i. Penulis akan mengkaji prestasi sistem penyejukan bagi setiap perbezaan kadar alir bagi bahan penyejuk.
- ii. Penulis akan menggunakan konsep termodinamik untuk mendapatkan nilai entalpi bagi setiap komponen dalam sistem penyejukan.
- iii. Pengiraan akan dilakukan untuk mendapatkan jumlah kehilangan eksergi, pekali prestasi sistem penyejukan (COP) dan kecekapan eksergi.

- iv. Analisis eksergi melibatkan pengiraan eksergi dan pengiraan kecekapan untuk mengetahui tahap ketidakkekapannya. Analisis eksergi ini dijalankan keatas model sistem penyejukan mampatan wap ET 412C.
- v. Perbandingan diantara kedua-dua eksperimen yang dijalankan akan dilakukan.

Perbincangan dan penafsiran daripada kajian akan dilakukan dan seterusnya kesimpulan akan dibuat berdasarkan apa yang telah diperolehi daripada kajian. Keputusan kecekapan eksergi atau pekali prestasi penyejuk (COP) akan dihuraikan.

1.4 Penyataan Masalah

Kehilangan tenaga dalam sistem penyejukan akan menyebabkan kecekapan sistem penyejuk akan berkurang. Pada model sistem penyejukan ET 412 C, terdapat beberapa kelemahan yang telah dijumpai. Antara kelemahan-kelemahan tersebut adalah penutup ruang penyejukan dan ruang pembekuan tidak tertutup rapat. Kesan daripada keadaan ini telah mempengaruhi kecekapan sistem penyejukan. Masalah yang kedua adalah masalah pengaliran haba haba berlaku pada penutup ruang penyejukan dan ruang pembekuan kerana ianya diperbuat daripada plastik yang berwarna putih. Keadaan ini telah menyebabkan haba akan berpindah ke dalam sistem dan menyebabkan kesan kepada prestasi sistem penyejukan.

1.5 Analisis Masalah

Dalam menganalisis masalah dalam sistem penyejukan, penulis terlebih dahulu telah menjalankan satu eksperimen terhadap model sistem penyejukan. Masalah yang timbul pada sistem ini adalah tidak ketara dimana hanya penutup ruang itu sahaja yang menjadi punca ketidakcekan sistem penyejuk. Penulis akan menganalisis model sistem penyejukan ini dengan kedua-dua penutup ruang penyejukan dan ruang pembekuan dilekatkan dengan kertas kilat. Penulis akan mendapatkan COP sistem penyejuk sebelum dan selepas kerja menggelapkan penutup ruang dilakukan. Perbezaan COP ini akan dikaji dan jumlah kehilangan tenaga akan dianalisis disetiap komponen utama sistem penyejuk. Di akhir analisis ini, penulis akan dapat menganalisis sejauh manakah kehilangan tenaga berlaku keatas sistem penyejukan akibat daripada kesan pemindahan haba yang berlaku pada kedua-dua penutup ruang.

BAB 2

KAJIAN ILMIAH

2.1 Komponen Asas Sistem Penyejukan

Bidang penyejukan adalah berkait rapat dengan bidang penyaman udara. Bidang penyaman udara juga adalah bidang penyejukan. Cuma yang membezakannya adalah bidang penyejukan melibatkan suhu mendapat takat beku manakala proses penyaman udara tidak mencapai takat beku (Arora C.P 2001). Sistem penyejukan atau penyaman udara mempunyai empat komponen asas iaitu pemampat, pemeluwap, injap pendikit dan penyejat. Kitaran bagi sistem penyejukan ditunjukkan seperti Rajah 2.1 dibawah.



Rajah 2.1 Kitaran Asas Sistem Penyejukan (Dincer.I, 2003)

2.1.1 Pemampat

Pemampat adalah merupakan komponen asas yang paling penting dalam sistem penyaman udara dan sistem penyejukan. Ianya terletak diantara penyejat dan pemeluwap dan merupakan jantung bagi sistem penyaman udara. Tugas utama pemampat adalah untuk memampat dan mengedarkan bahan pendingin di dalam sistem. Ianya akan menyedut bahan pendingin dari penyejat dan menyingkirkannya ke pemeluwap. Pemampat juga akan mewujudkan perbezaan tekanan di dalam sistem iaitu tekanan tinggi dan tekanan rendah. Pemampat akan menjadi panas apabila berkerja secara berterusan. Keadaan ini berlaku kerana proses mampatan dan geseran (Arora C.P 2001).

Pemampat boleh dikelaskan kepada beberapa jenis iaitu pemampat salingan, pemampat putar, pemampat skru dan pemampat bilah. Bagi model sistem penyejukan ET 412C, pemampat yang digunakan adalah pemampat jenis salingan. Rajah 2.2 dibawah menunjukkan contoh bagi pemampat salingan jenis kedap udara.

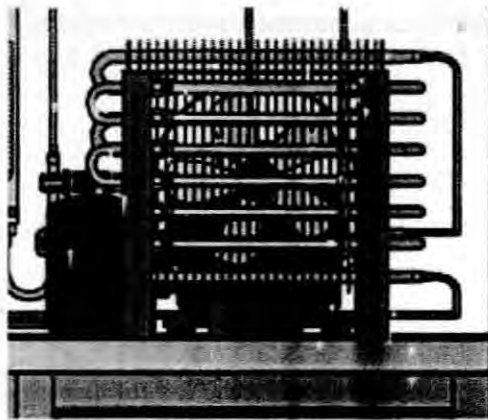


Rajah 2.2 Pemampat Jenis Salingan Kedap Udara bagi sistem penyejukan mampatan wap. (Dincer.I, 2003)

2.1.2 Pemeluwap

Pemeluwap merupakan satu komponen yang berperanan menyingkirkan haba yang diserap oleh penyejat dan haba yang terhasil semasa proses mampatan Haba yang disingkirkan ke udara ataupun air yang mana suhunya lebih rendah daripada suhu pemelwap. Hasil daripada penyingkiran haba tersebut, bahan pendingin akan bertukar dari bentuk wap ke bentuk cecair. (Arora C.P 2001).

Pemeluwap terbahagi kepada beberapa jenis iaitu jenis pemeluwap sejuk udara dan pemeluwap sejuk air. Bagi model sistem penyejukan ET 412C, pemeluwap yang digunakan adalah jenis pemeluwap sejuk angin. Gambarajah bagi pemeluwap sejuk angin boleh dirujuk dalam Rajah 2.3 dibawah.



Rajah 2.3 Pemeluwap dan Kipas sistem penyejukan mampatan wap (Gunt Hamburg, 2002)