

“Saya / Kami\* akui bahawa saya telah membaca karya ini dan pada pandangan saya / kami\* karya ini memadai dari segi konsep dan kualiti untuk tujuan penganugerahan Ijazah Sarjana Muda Kejuruteraan Mekanikal (Termal bendalir)”

Tandatangan : .....

Nama Penyelia : EN. SHAMSUL BAHARI B. AZRA'AI

Tarikh :

**PEMINDAHAN HABA DI DALAM RUMAH DENGAN MENGGUNAKAN  
*ROCKWOOL***

AHMAD SABRI BIN MOHAMED

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

Fakulti Kejuruteraan Mekanikal  
Universiti Teknikal Malaysia Melaka

MAY 2010

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

Tandatangan : .....

Nama Penulis : AHMAD SABRI BIN MOHAMED

Tarikh :

Untuk kedua ibu bapa tersayang

Tuan Haji Mohamed Ibrahim dan Puan Hajjah Helijah Abd. Rahman

Adik-beradik Saya

Zulkaflee Bin Mohamed

Zulbahari Bin Mohamed

Zulrashidi Bin Mohamed

Siti Zuraidah Binti Mohamed

Sanak saudara yang lain, kawan lelaki dan kawan perempuan

## PENGHARGAAN

Bersyukur kehadiran Ilahi kerana dengan limpah dan kurnia-Nya dapatlah saya menyiapkan kajian saya ini dengan sempurna. Saya juga bersyukur kerana sepanjang saya menuntut ilmu di Universiti Teknikal Malaysia Melaka (UTeM) dipermudahkan oleh-Nya untuk menerima ilmu yang diajari.

Dikesempatan ini saya ingin mengucapkan setinggi-tinggi ucapan terima kasih kepada penyelia Encik Shamsul Bahari kerana bantuan, sokongan dan juga kesabaran beliau dalam menyelia kajian saya ini selama lebih 11 bulan. Dari itu saya berasa berbangga kerana menjadi salah seorang pelajar di bawah seliaan beliau. Ini kerana, tanpa ilmu yang beliau miliki itu tidak mungkin saya dapat menyiapkan kajian ini dengan sempurna.

Saya juga ingin mengucapkan berjuta-juta terima kasih kepada Dr Hady dan juruteknik di atas pertolongan yang telah diberikan semasa kajian dilakukan. Tanpa pertolongan tersebut tidak mungkin saya dapat menyiapkan kajian ini.

Tidak lupa juga kepada kawan-kawan terutamanya Jamaludin Abdullah, Che Mohd Elyas Che Omar, Didi Asmara, Musyriff Mustafa, Mohd Fahmi Abd. Majid, Khairul Aidil Mohd Nordin dan Mohd Firdauz Jaafar yang mana telah banyak memberi pertolongan dan dorongan dalam menyiapkan laporan projek ini. Akhir sekali, ucapan terima kasih yang tidak terhingga saya ucapkan kepada kedua ibu bapa tercinta kerana berkat doa mereka dapatlah laporan projek ini disiapkan. Jutaan terima kasih kepada semua.

## ABSTRAK

Keselesaan terma bagi penghuni rumah kediaman adalah salah satu unsur yang dapat di setiap hati seorang penghuni rumah kediaman. Suhu didalam rumah kediaman kepada kehidupan manusia adalah penting bagi menjana kehidupan yang sihat dan selesa ini kerana ia dapat menjadikan setiap manusia yang mendiami rumah itu berada didalam keadaan selesa dan sejahtera. Tujuan kajian ini adalah untuk menganalisa dan membuktikan bahawa dengan menggunakan penebat haba (*rockwool*) dapat mengurangkan suhu pada rumah kediaman. Oleh kerana sinaran suria yang terpancar daripada matahari terus kepada bumbung rumah kediaman, penebat haba (*rockwool*) diletakkan dibawah bumbung bagi mendapatkan hasil analisa yang terbaik. Kajian ini telah dijalankan di sebuah rumah terbina daripada papan lapis dan berada didalam keadaan yang tertutup tanpa sistem pengaliran udara yang sempurna. Keputusan bagi kajian ini telah menyatakan dengan menggunakan "*rockwool*" dapat mengurangkan pemindahan haba kedalam rumah kediaman. Kajian ini juga telah dijalankan dengan menggunakan bahan penebat dan tanpa penggunaan bahan penebat. Setiap kajian, suhu telah diambil dan dibuat analisis diantara dua kajian ini untuk dibuat perbandingan. Di akhir kajian, mendapati bahawa pengaliran haba tanpa menggunakan bahan penebat hanya dapat dikurangkan daripad  $476.5 \text{ W/m}^2$  manakala dengan menggunakan bahan penebat, pengaliran haba dapat dikurangkan sehingga  $381.6 \text{ W/m}^2$ . Kesimpulanya, dengan menggunakan bahan penebat *rockwool* dapat mengurangkan permindahan haba ke dalam rumah dan memberikan keselesaan pada penghuni rumah sekaligus dapat menjimatkan penggunaan kuasa elektrik rumah.

## ABSTRACT

The thermal comfort for resident of house is either able element in every a resident of house. Temperature in a house to human life would be vital to generate this healthy and comfortable life because it able to make every human staying in the house comfortable and safe state. Purpose of this study is to analyze and prove that by using heat insulator rockwool can be reduce temperature variation in a house for the specific time. Its is because the solar radiation transmitted from the sun direct to house roof,so the heat insulator rockwool placed below the roof to get best results of the analysis of this study. This study had been done in a house that built from plywood and are in closed state without a proper ventilation system. The results of this study showed the reducing of heat transfer into residential homes by using the Rockwool. This study had been carried out by using and without using the insulating materials. Temperature was taken and analyzed for each study in order to compare the outcome of the experiment. At the end of the study, it had been found that the heat flow without using insulation materials can only be reduced to  $476.5 \text{ W/m}^2$  while using the insulation the heat flow can be reduced to  $381.6 \text{ W/m}^2$ . In conclusion, using a Rockwool insulation can reduces the heat transfer into the house and give comfortable condition while saving electricity power of the house.

## KANDUNGAN

<b>BAB</b>	<b>PERKARA</b>	<b>MUKA SURAT</b>
	<b>PENGAKUAN</b>	ii
	<b>DEDIKASI</b>	iii
	<b>PENGHARGAAN</b>	iv
	<b>ABSTRAK</b>	v
	<i>ABSTRACT</i>	vi
	<b>KANDUNGAN</b>	vii
	<b>SENARAI JADUAL</b>	xi
	<b>SENARAI RAJAH</b>	xii
	<b>SENARAI SIMBOL</b>	xv
	<b>SENARAI TATANAMA</b>	xvii
	<b>SENARAI LAMPIRAN</b>	xviii
 <b>BAB 1</b>	 <b>PENDAHULUAN</b>	 <b>1</b>
	1.1 Pengenalan	1
	1.2 Objektif kajian	2
	1.3 Skop kajian	3
	1.4 Pernyataan Masalah	3
	1.5 Kebaikan kajian	4



<b>BAB 2</b>	<b>KAJIAN ILMIAH</b>	<b>5</b>
2.1	Pengenalan	5
2.2	Penebat haba	7
2.2.1	Keranjang aluminium	9
2.2.2	<i>Rockwool</i>	9
2.2.3	Seramik	10
2.2.4	Magnesia	11
2.2.5	Kalsium silikat	11
2.2.6	Kaca selular	11
2.2.7	Kapas kaca	12
2.2.8	<i>Expanded Prelate</i>	12
2.3	Jenis-jenis penebat haba	13
2.4	Analisis perubahan haba	14
2.4.1	Keselesaian Haba	15
2.4.2	Pemindahan Haba	16
2.4.3	Hukum Fourier	18
2.4.3.1	Rumus Fourier	18
2.4.3.2	Konduksi haba melalui kepingan dinding	19
2.4.3.3	Konduksi haba melalui kepingan dinding bersiri	20
2.4.4	Hukum Newton's untuk pendinginan	21
2.4.4.1	Pemindahan haba secara perolakan	21
2.5	Perbandingan pengurangan fluks haba dalam bumbung melalui penggunaan penebat terma reflektif secara kajian teori dan kajian ujikaji.	22

2.5.1	Radas ujkaji	22
2.5.2	Penilaian parameter	24
2.5.3	Kesimpulan	25
2.6	Penerimaan haba melalui penebat haba untuk bangunan pada ilim panas dan lembap secara simulasi	26
2.6.1	Kaedah pengiraan secara simulasi	27
2.6.2	Kesimpulan	27
2.7	Rekabentuk untuk pengalihan udara secara semulajadi untuk rumah kediaman kos rendah pada iklim tropika	28
2.8	Ciri-ciri <i>Rockwool</i>	29
2.8.1	Penggunaan <i>Rockwool</i>	30
2.8.2	Ciri-ciri lazim <i>Rockwool</i>	30
<b>BAB III</b>	<b>KAEDAH KAJIAN</b>	<b>32</b>
3.1	Pengenalan konsep kaedah kajian	32
3.2	Perlaksanaan kajian	33
3.3	Prosedur ujkaji kajian	35
3.4	Radas yang digunakan	37
3.4.1	Termo-gandingan	37
3.4.2	Termo-gandingan pengelog data	38
<b>BAB IV</b>	<b>DATA DAN PERBINCANGAN</b>	<b>39</b>
4.1	Keputusan ujkaji	39
4.1.1	Hubungan diantara suhu ambien dan suhu bilik pada keadaan tanpa rockwool	40
4.1.2	Hubungan diantara suhu ambient	

	dan suhu loteng pada keadaan tanpa rockwool	41
4.1.3	Hubungan diantara suhu bumbung dan suhu loteng pada keadaan tanpa rockwool	42
4.1.4	Hubungan diantara suhu ambien dan suhu bilik pada keadaan dengan rockwool	43
4.1.5	Hubungan diantara suhu ambien dan suhu loteng pada keadaan dengan rockwool	44
4.1.6	Hubungan diantara suhu bumbung dan suhu loteng pada keadaan dengan rockwool	45
4.2	Perbincangan	46
4.2.1	Kos penebat haba	51
4.2.2	Kesihatan	52
<b>BAB VI</b>	<b>KESIMPULAN &amp; CADANGAN</b>	<b>53</b>
	<b>RUJUKAN</b>	<b>55</b>
	<b>BIBLOGRAFI</b>	<b>56</b>
	<b>LAMPIRAN</b>	<b>57</b>

## SENARAI JADUAL

<b>BIL</b>	<b>TAJUK</b>	<b>MUKA SURAT</b>
<b>BAB II</b>	<b>KAJIAN ILMIAH</b>	
Jadual 2.1	Ciri-ciri bahan binaan bangunan/rumah. (Sumber: Cengel, 2010)	8
Jadual 2.2	Bentuk jenis penebat haba dengan penggunaannya. (Sumber: P.E. Nelson 1996)	13
Jadual 2.3	Ciri-ciri lazim <i>Rockwool</i> (Sumber : CSR bradford Insulation)	29
<b>BAB III</b>	<b>KAEDAH KAJIAN</b>	
Jadual 3.1	Sifat- sifat penebat haba yang digunakan	34
<b>BAB IV</b>	<b>KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN</b>	
Jadual 4.1	Perbandingan diantara pemindahan haba dengan <i>Rockwool</i> dan tanpa <i>Rockwool</i>	48

## SENARAI RAJAH

<b>BIL</b>	<b>TAJUK</b>	<b>MUKA SURAT</b>
<b>BAB II</b>	<b>KAJIAN ILMIAH</b>	
Rajah 2.1	Contoh rumah kediaman (Sumber : CSR bradford Insulation)	5
Rajah 2.2	Suhu pada rumah kediaman mengikut waktu (Sumber : CSR bradford Insulation)	6
Rajah 2.3	Pemindahan haba melalui lapisan berat terma (Sumber: ASHRAE (1989))	15
Rajah 2.4	Pemindahan haba secara pengaliran (Sumber: Holman, J.P (2010))	16
Rajah 2.5	Pemindahan haba secara perolakan (Sumber: Holman, J.P (2010))	17
Rajah 2.6	Pemindahan haba secara sinaran (Sumber: Holman, J.P (2010))	17
Rajah 2.7	Pengaliran Haba Menerusi Kepingan Plat (Sumber: Holman, J.P (2010))	18
Rajah 2.8	Pemindahan haba melalui dinding (Sumber: Holman, J.P (2010))	19
Rajah 2.9	Pemindahan Haba Melalui Kepingan Dinding Bersiri (Sumber: Holman, J.P (2010))	20
Rajah 2.10	Pandangan keratan rentas radas ujikaji (sumber: Caren Michels,et.al , 2007)	22
Rajah 2.11	Peralatan radas (Sumber: Caren Michels, et.al , 2007)	23

Rajah 2.12	Fungsi kecekapan untuk kepingan aluminium dwimuka (e = 0.05 dan 0.51), menyebelahi aluminium tunggal dan tanpa aluminium untuk 2 model dengan kuasa malar. (Sumber: Caren Michels, et.al , 2007)	24
Rajah 2.13	Kekonduksian Rockwool (Sumber: CSR Bradford Insulation)	30
<b>BAB III KAEDAH KAJIAN</b>		
Rajah 3.1	Susun aturkerja konsep 7P	31
Rajah 3.2	Situasi pemindahan haba tanpa penebat haba	34
Rajah 3.3	Situasi pemindahan haba dengan penebat haba( <i>rockwool</i> )	34
Rajah 3.4	Titik- titik panel suhu yang diambil tanpa penebat haba	36
Rajah 3.5	Titik- titik panel suhu yang diambil dengan penebat haba( <i>rockwool</i> ).	36
Rajah 3.6	Contoh <i>Thermocouple</i>	37
Rajah 3.7	Contoh <i>Data Logger</i>	38
<b>BAB IV KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN</b>		
Rajah 4.1	Suhu ambien pada bulan Mac	40
Rajah 4.2	Suhu ambien melawan suhu rumah berkadaran masa	41
Rajah 4.3	Suhu ambien melawan suhu loteng berkadaran masa	42
Rajah 4.4	Suhu bumbung melawan suhu loteng rumah berkadaran masa	42
Rajah 4.5	Suhu ambien melawan suhu bilik (dengan <i>Rockwool</i> )	44
Rajah 4.6	Suhu ambien melawan suhu loteng (dengan <i>Rockwool</i> )	45
Rajah 4.7	Suhu bumbung melawan suhu loteng rumah berserta <i>rockwool</i>	46

Rajah 4.8	Aliran haba mengikut masa diantara dengan <i>rockwool</i> dan tanpa <i>rockwool</i>	48
Rajah 4.9	Suhu loteng rumah diantara dengan <i>rockwool</i> dan tanpa <i>rockwool</i>	49
Rajah 4.10	Suhu rumah diantara dengan <i>rockwool</i> dan tanpa <i>rockwool</i>	50

## SENARAI SIMBOL

Q	=	Kadar alir haba (W)
A	=	Luas ( m <sup>2</sup> )
U	=	Keseluruhan koefisien pemindahan haba(W m <sup>-2</sup> K <sup>-1</sup> )
R	=	Rintangan terma (W <sup>-1</sup> .K )
Q <sub>r</sub>	=	pemindahan tenaga secara pancaran (W)
Q <sub>co</sub>	=	pemindahan tenaga secara konduksi (W)
Q <sub>cv</sub>	=	pemindahan tenaga secara perolakan (W)
dt	=	perbezaan suhu(°F, K)
A <sub>1</sub>	=	luas permukaan pancaran ( m <sup>2</sup> )
l <sub>t</sub>	=	ketebalan lapisan (inci)
A <sub>2</sub>	=	luas permukaan penerimaan ( m <sup>2</sup> )
C	=	lapisan konduktans (Btu/hr ft <sup>2</sup> °F)
K	=	lapisan pengkonduksian (Btu in/hr ft <sup>2</sup> °F)
β	=	coeff. of vol expansion (1 /K)
θ	=	perbezaan suhu (k)
h	=	koefisien pemindahan haba (W /m <sup>2</sup> K)
k	=	konduksian terma/haba (W/mK)
v	=	halaju bendalir (m/s)
g	=	pecutan kepada graviti (m/s <sup>2</sup> )
T <sub>0</sub>	=	suhu bahagian atas bumbung kiri (°C)
T <sub>1</sub>	=	suhu bilik (°C)
T <sub>2</sub>	=	suhu bahagian bawah bumbung kiri (°C)



$T_2$	=	suhu bahagian atas rockwool ( $^{\circ}\text{C}$ )
$T_3$	=	suhu bahagian bawah bumbung kanan
$T_4$	=	suhu bahagian atas siling ( $^{\circ}\text{C}$ )
$T_5$	=	suhu persekitaran siling ( $^{\circ}\text{C}$ )
$T_6$	=	suhu rabung ( $^{\circ}\text{C}$ )
$T_7$	=	suhu loteng ( $^{\circ}\text{C}$ )
$T_8$	=	suhu <i>Rockwool</i> ( $^{\circ}\text{C}$ )

**SENARAI TATANAMA**

ASHRAE	=	<i>American Society of Heating Refrigeration and Air-conditioning Engineers</i>
PID	=	<i>Proportional Integral Derivative</i>
WSA-EDL	=	<i>Welsh School of Architecture- Enviroment Data Logger</i>

**SENARAI LAMPIRAN**

<b>BIL</b>	<b>TAJUK</b>	<b>MUKA SURAT</b>
A	Bacaan suhu mengikut masa tanpa penebat haba.	57
B	Bacaan suhu mengikut masa dengan penebat haba	58
C	Contoh pengiraan pemindahan haba	59
D	Data suhu pada ambien dan loteng setara berkadaran dengan suhu bilik.	63

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1 Pengenalan**

Pada masa kini, kebanyakan penghuni rumah berasa ketidakselesaan apabila menginap rumah kediaman mereka. Ini adalah kerana suhu di dalam rumah mereka yang tidak sesuai dengan keselesaan tubuh badan manusia. Suhu sesebuah rumah kediaman bergantung kepada sinaran matahari. Di Malaysia yang mempunyai iklim tropika dan lembap sinaran suria adalah berada di dalam laluan utama matahari sehingga mendapat pancaran yang cukup kuat. Arah sinar matahari yang bergerak antara 23.50 LU dan 23.50 LS menyebabkan matahari kadang-kadang berada pada posisi menegak. Oleh yang demikian kawasan bumbung rumah kediaman merupakan bahagian yang cukup penting daripada sesebuah rumah kediaman kerana ia menerima secara terus sinaran suria (Koenigsberger, 1965).

Oleh itu, perlu penyelesaian khusus daripada bumbung sehingga boleh mengurangkan pancaran haba daripada suria. Oleh itu, keselesaan dalam sesebuah rumah kediaman dapat diatasi dengan mengalirkan haba daripada sinaran matahari didalam sesebuah rumah kediaman dengan menggunakan kaedah pemindahan haba menggunakan penebat yang bersesuaian.

Di samping itu, dengan menggunakan penebat haba yang bersesuaian ia juga dapat menjimatkan kos pengeluaran tenaga elektrik bagi penggunaan penyaman udara. Ini kerana penyaman udara dapat menyejukkan ruang rumah kediaman atau ruang bilik dengan lebih cepat apabila suhu sesebuah rumah kediaman berada pada bacaan yang rendah, jadi penggunaan tenaga elektrik penyaman udara adalah terhad kerana apabila penyaman udara mendapat bacaan suhu yang ditetapkan maka pengawal suhu penyaman udara akan menghentikan proses yang dilakukan oleh pemampat.

## 1.2 Objektif kajian

Kajian ini mempunyai tiga objektif. Objektif tersebut adalah:

- Untuk memperhatikan kelainan atau perbezaan variasi suhu pada masa yang tertentu.
- Untuk menentukan perbezaan pemindahan haba dengan menggunakan *rockwool* dan tanpa menggunakan *rockwool*.
- Untuk mempamerkan kelainan jika penebat haba diletakkan pada bahagian bawah bumbung.

### 1.3 Skop Kajian

Kajian ini merangkumi tiga skop utama. Diantara skop-skopnya adalah seperti berikut:

- Untuk mengkaji bahan penebat haba (*rockwool*) didalam bidang pembinaan(bangunan atau rumah).
- Untuk menyediakan bahan-bahan untuk eksperimen kajian.
- Untuk menganalisa data daripada hasil kajian.

### 1.4 Penyataan Masalah

Pada masa kini, ciri rumah kediaman yang sedia ada boleh memenuhi permintaan atau keinginan pengguna. Namun begitu tahap keselesaan terma kepada penghuni rumah kediaman ini tidak dapat diatasi kerana manusia akan mencapai kesesuaian terma apabila suhu di dalam rumah kediaman mereka berada di antara 22<sup>0</sup>C hingga 27<sup>0</sup>C. Hal ini berlaku kerana, 70% daripada sinaran matahari masuk ke dalam rumah melalui bumbung rumah. Oleh itu, untuk mendapatkan keselesaan terma bagi penghuni rumah kediaman penggunaan penyaman udara atau kipas diperlukan. Penyaman udara menggunakan tenaga elektrik yang tinggi menyebabkan peningkatan pembayaran bil tenaga elektrik.

Penggunaan tenaga elektrik bagi sesebuah rumah kediaman yang telah siap juga harus dititikberatkan. Ini disebabkan penggunaan bahan penebat haba binaan yang kurang sesuai dengan suhu persekitaran di kawasan tropika. bahan penebat haba binaan merupakan perkara penting dalam sektor pembinaan kerana ia menjadi pelindung daripada sinaran matahari bagi mengurangkan kemasukan haba ke dalam rumah kediaman. Penebat haba (*rockwool*) yang diletakkan di bawah bumbung dapat mengurangkan pemindahan haba ke dalam rumah.

## 1.5 Kebaikan Kajian

Kebaikan kajian yang dijangkakan adalah dapat memberi kesedaran akan penggunaan bahan penebat haba sebagai satu medium untuk mencapai keselesaan terma bagi penghuni rumah kediaman. Dalam hal ini, (*rockwool*) akan digunakan sebagai bahan penebat haba binaan. Penggunaan bahan penebat haba binaan (*rockwool*) ini dijangka boleh menjimatkan kos penggunaan tenaga elektrik bagi rumah kediaman yang menggunakan penyaman udara dan boleh mencapai keselesaan terma bagi penghuni yang mendiami rumah tersebut . Jika sifat fizikal dari termal bahan penebat haba binaan (*rockwool*) ini baik, ia boleh mempengaruhi tahap keselasaan penghuni di samping dapat menjimatkan kos tenaga.

Kajian ini cuba menunjukkan bahan penebat haba binaan (*rockwool*) ini boleh menjimatkan penggunaan tenaga. Dengan penjimatan tenaga ini, kualiti hidup pemilik rumah kediaman juga boleh di pertingkatkan lagi.

## BAB II

### KAJIAN ILMIAH

#### 2.1 Pengenalan

Rumah kediaman merupakan keperluan bagi setiap manusia. Rumah kediaman berfungsi sebagai tempat perlindungan serta memberi keselesaan dalam kehidupan seharian. Secara umumnya, sesebuah Rumah kediaman dikatakan sebagai tempat tinggal untuk berlindung daripada cahaya matahari dan hujan. Rajah 2.1 menunjukkan pancaran sinaran matahari menuju kearah sebuah rumah kediaman.



**Rajah 2.1:** Contoh rumah kediaman  
(Sumber: CSR Bradford insulation)