

‘Saya akui bahawa telah membaca
karya ini dan pada pandangan saya karya ini adalah memandai dari segi skop dan
kualiti untuk tujuan penganugerahan
Ijazah Sarjana Muda Kejuruteraan Mekanikal (Termal-Bendalir)’

Tandatangan :.....

Nama Penyelia : PROF. DR. MD. RAZALI B. AYOB

Tarikh :.....

REKABENTUK SAMPUL BANGUNAN UNTUK PENJIMATAN TENAGA

WAN HAIRILAMEI B. NIK WAN ZAINUN

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

Fakulti Kejuruteraan Mekanikal
Universiti Teknikal Malaysia Melaka

MEI 2009

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

Tandatangan :

Nama Penulis : WAN HAIRILAMEI B. NIK WAN ZAINUN

Tarikh : 18 MEI 2009

Alhamdulillah, setinggi-tinggi syukur kehadiran Allah S.W.T,

“Didedikasikan kepada ibu dan arwah ayah tersayang yang telah memberikan pengorbanan yang tidak terhingga”

NIK WAN ZAINUN B. WAN MUSTAFA

HAZIZAH BT. BAKAR

Serta adik- beradik dan mereka yang terdekat

WAN AZRAS

WAN AZLAN

WAN ASIAH

WAN AZIZAN

WAN MOHAMMAD FAIZAL

SHARIFAH AINUL FARIHAH

Semoga Allah S.W.T memurahkan rezeki dan memanjangkan umur mereka. AMIN.

PENGHARGAAN

Alhamdulillah, syukur kehadhrat Allah S.W.T kerana dengan limpah dan kurniaNya memberi kekuatan dan semangat dalam menyiapkan kajian akademik ini dalam masa yang ditetapkan.

Penulis ingin merakamkan penghargaan ikhlas dan jutaan terima kasih kepada Prof. Dr. Md. Razali b. Ayob selaku penyelia atas bimbingan dan dorongan yang telah dicurahkan sepanjang melakukan Projek Sarjana Muda.

Penulis juga merakamkan jutaan terima kasih kepada pensyarah-pensyarah serta panel penilai yang terlibat dalam seminar kerana banyak memberi idea-idea yang bernas lagi membina bagi tujuan proses penambahbaikan kajian ini.

Penghargaan juga ditujukan kepada seluruh rakan-rakan yang terlibat secara langsung atau tidak bagi membantu menjayakan kajian ini. Semoga laporan ini akan menjadi sumber rujukan akademik oleh pelajar lain pada masa akan datang.

Semoga usaha murni kalian mendapat barakah dan ganjaran di sisi Allah S.W.T.

ABSTRAK

Sampul bangunan adalah komponen bagi pengasingan diantara persekitaran dalaman dan luaran sesuatu bangunan. Ianya terdiri daripada dinding, bumbung, tingkap, pintu, lantai, pembahagian bangunan dan lain-lain. Pemilihan bahan binaan yang sesuai bagi tujuan pembinaan komponen sampul bangunan ini dapat meminimumkan pertambahan haba yang diperolehi dari sinaran matahari keatas sampul bangunan. Ruang dalaman bangunan tidak akan terlampau panas atau keselesaan termal di dalam bangunan dapat dicapai. Oleh itu, penggunaan tenaga untuk peralatan mekanikal seperti penyaman udara dapat dikurangkan. Tujuan kajian ini dilakukan adalah bertujuan untuk mengkaji perbezaan jenis bahan binaan keatas penjimatan tenaga atau beban penyejukan bangunan. Setiap bahan binaan mempunyai sifat atau kelakuan termalnya tersendiri dan ia akan memberi kesan yang berbeza-beza keatas beban penyejukan sesebuah bangunan. Bahan-bahan yang dipilih akan digabungkan dan dirajahkan mengikut kategori komponen sampul bangunan membentuk satu model rumah dan di simulasikan menggunakan Perisian CARMEL Residential 5.0. Jumlah haba yang dapat dikurangkan akan dianalisis bagi mengetahui jumlah penjimatan yang dapat dicapai. Selain dari kaedah pengiraan menggunakan teori pemindahan haba secara konduksi, perolakan dan radiasi, jumlah haba yang diperolehi daripada sinaran matahari juga dapat ditentukan melalui perisian CARMEL Residential 5.0. Perisian ini berkebolehan menentukan jumlah beban penyejukan dan pemanasan untuk bangunan dan seterusnya menentukan saiz sistem HVAC dengan betul.

ABSTRACT

Building envelope is components which separate the internal and external environment of the building. It consists from wall, roof, windows, door, floor, building partition and others. Selection of the suitable materials for the building envelope construction will be minimize the heat gain from solar radiation on the building envelope components. Interiors of the building will not over heating or thermal comfort the internal building can be achieved. Besides that, the energy consumption for the mechanical equipment such as air conditioning and ventilation fan will be reduced. The purpose of this research is to study different type of construction materials effect on the energy saving or total cooling load of building. Each materials have a own characteristic or thermal behavior. It will be give different effect on the total cooling loads of building. The materials has been selected will be mapping or combined based on component of building envelope categories and form a house model. This model will be use for simulation experiment using CARMEL Residential 5.0 Software. The heat gain which can reduce will be analyzed to get the saving achieved. The heat gain can be calculated by formula. The calculation using the heat transfer theory with methods conduction, convection and radiation. For this study, CARMEL Residential 5.0 Software will be used to perform the analysis. The purpose of this software is to provide the user with total cooling and heating loads for a building so that they may properly specify the correct size HVACequipment

KANDUNGAN

BAB	PERKARA	MUKA SURAT
	PENGAKUAN	ii
	DEDIKASI	iii
	PENGHARGAAN	iv
	ABSTRAK	v
	<i>ABSTRACT</i>	vi
	KANDUNGAN	vii
	SENARAI JADUAL	xi
	SENARAI RAJAH	xiii
	SENARAI SIMBOL	xv
	SENARAI LAMPIRAN	xvi
 BAB 1	 Pengenalan	 1
	1.1 Latar Belakang Kajian	1
	1.2 Penyataan Masalah	2
	1.3 Objektif Kajian	3
	1.4 Skop Projek	3
	1.5 Kepentingan Kajian	4

BAB	PERKARA	MUKA SURAT
BAB 2	KAJIAN ILMIAH	5
2.1	Pengenalan	5
2.2	Sifat Termal Bahan Binaan	6
	2.2.1 Konduktiviti Haba	7
	2.2.2 Jisim Termal	8
	2.2.3 Keberaliran Terma dan Daya Aliran	10
	2.2.4 Keberpancaran	11
	2.2.5 Daya Aliran dan Rintangan Permukaan	13
2.3	Pengaruh Sifat Termal Bahan	13
	2.3.1 Konduktiviti	13
	2.3.2 Jisim Termal	14
	2.3.3 Kepancaran- <i>emissivity</i>	17
	2.3.4 Kerintangan Termal	18
	2.3.5 Keberhantaran (<i>Transmittance</i>) atau Nilai-U	20
2.4	Kesan Sifat Termal Keatas Penjimatan Tenaga	22
2.5	Faktor-Faktor Yang Menyebabkan Peningkatan Suhu Bangunan	24
	2.5.1 Pengiraan Gandaan Haba	27
	2.5.2 Faktor-Faktor Gandaan Haba	29
	2.5.2.1 Suhu Udara-Suria	29
	2.5.2.2 Haba Pengaliran Bumbung dan Dinding Luar	30
	2.5.2.3 Haba Pemisah Dalaman, Siling dan Lantai	31
	2.5.2.4 Haba Tingkap Cermin	32
	2.5.2.5 Haba Lampu	33
	2.5.2.6 Haba Manusia	34
	2.5.2.7 Haba Peralatan	36
	2.5.2.8 Haba Penembusan Udara	37

BAB	PERKARA	MUKA SURAT
BAB 3	KAEDAH KAJIAN	38
3.1	Ringkasan Kaedah Kajian	38
3.2	Tujuan Ujikaji	41
3.3	Langkah Ujikaji	41
3.3.1	Pengumpulan dan Pemilihan Bahan	41
3.3.2	Pangkalan Data	44
3.3.3	Proses Cantuman – Matriks	46
3.3.4	Model Rumah	50
3.3.5	Simulasi Model Rumah	52
BAB 4	KEPUTUSAN DAN ANALISIS	54
4.1	Pendahuluan	54
4.2	Analisis Data Menggunakan Perisian CARMEL Residential 5.0	55
4.2.1	Analisis Sistem Beban Penyejukan	55
4.2.1.1	Konfigurasi 1	56
4.2.1.2	Konfigurasi 2	57
4.2.1.3	Konfigurasi 3	59
4.2.1.4	Konfigurasi 4	61
4.2.1.5	Konfigurasi 5	63
4.2.1.6	Konfigurasi 6	65
4.2.1.7	Konfigurasi 7	66
4.2.1.8	Konfigurasi 8	67
4.2.1.9	Konfigurasi 9	68
4.2.2	Analisis Keseluruhan Kompenen Beban Penyejukan	70

BAB	PERKARA	MUKA SURAT
BAB 5	PERBINCANGAN	74
BAB 6	KESIMPULAN DAN CADANGAN	80
	6.1 Kesimpulan	80
	6.2 Cadangan Untuk Kajian Masa Hadapan	82
	RUJUKAN.	83
	BIBLIOGRAFI	84
	LAMPIRAN.	86

SENARAI JADUAL

BIL.	TAJUK	MUKA SURAT
2.1	Nilai konduktiviti termal untuk bahan binaan bangunan	7
2.2	Nilai U untuk beberapa bahan binaan utama	14
2.3	Nilai-nilai daya serapan bahan binaan yang umum	30
2.4	Kadar metabolik untuk manusia dewasa	35
3.1	Senarai bahan binaan dinding	42
3.2	Senarai bahan binaan bumbung	43
3.3	Senarai bahan binaan tingkap	43
3.4	Senarai bahan binaan pintu	43
3.5	Jadual bagi kod bahan binaan bangunan	46
3.6	Konfigurasi atau matrik sampul bangunan berdasarkan Kod ditetapkan	47
3.7	Parameter keluasan model rumah	51
4.1	Ringkasan beban penyejukan bangunan bagi konfigurasi 1	57

4.2	Ringkasan beban penyejukan bangunan bagi konfigurasi 2	59
4.3	Ringkasan beban penyejukan bangunan bagi konfigurasi 3	61
4.4	Ringkasan beban penyejukan bangunan bagi konfigurasi 4	63
4.5	Ringkasan beban penyejukan bangunan bagi konfigurasi 5	64
4.6	Ringkasan beban penyejukan bangunan bagi konfigurasi 6	65
4.7	Ringkasan beban penyejukan bangunan bagi konfigurasi 7	66
4.8	Ringkasan beban penyejukan bangunan bagi konfigurasi 8	68
4.9	Ringkasan beban penyejukan bangunan bagi konfigurasi 9	69
5.1	Julat beban haba mengikut komponen	75
5.2	Jumlah beban penyejukan keseluruhan dan muatan pendinginan mengikut konfigurasi	76

SENARAI RAJAH

BIL.	TAJUK	MUKA SURAT
2.1	Pecahan beban penyejukan bangunan keatas komponen bangunan	6
2.2	Konduktiviti termal beberapa bahan terhadap fungsi suhu	8
2.3	Perbandingan suhu bangunan terhadap perbezaan jisim termal bahan binaan	9
2.4	Perubahan beban penyejukan harain	15
2.5	Pengaruh jisim termal terhadap turun naik suhu	16
2.6	<i>Low e-glazing</i> mengurangkan pemindahan haba secara sinaran	18
2.7	Pemindahan haba keseluruhan menerusi dinding satah	21
2.8	Kelakuan Termal lima jenis rumah kos rendah	23
2.9	Faktor-faktor yang mempengaruhi tambahan haba dalaman	24

2.10	Perbandingan orientasi berdasarkan matahari yang bertentangan antara dua buah bangunan yang sama konfigurasinya	26
2.11	Keamatan sinar matahari yang menimpa permukaan dinding pada garis lintang 5°	26
2.12	Imbangan haba untuk cermin lut sinar	33
3.1	Carta alir perjalanan projek	40
3.2	Langkah memasukkan data bahan binaan baru kedalam Perisian CARMEL Residential 5.0	45
4.1	Graf jumlah komponen beban penyejukan melawan Konfigurasi	70
4.2	Graf jumlah komponen beban penyejukan melawan konfigurasi	74
5.1	Kesan Nilai-U ke atas beban penyejukan	78

SENARAI SIMBOL DAN SINGKATAN

A	Luas permukaan
ASHRAE	American Society of Heating, Refrigeration and Air Conditioning Engineers
CLTD	Cooling Load Temperature Different
ε	Emissivity
R	Rintangan Termal (m^2K/W)
I	Ketebalan bahan (m)
K	Konduktiviti bahan (W/mK)
Δ	Delta
U	Pemindahan haba keseluruhan atau keberhantaran haba
$^{\circ}C$	Darjah Celcius
q	Pemindahan haba/aliran haba/kehilangan haba
TR	Ton Refrigeration

SENARAI LAMPIRAN

Bil	TAJUK	MUKA SURAT
A	Data Bahan Binaan	86
B	Maklumat Data Cuaca	90
C	Keputusan Analisis CARMEL Residential 5.0	91
D	Lukisan Model Rumah	92

BAB 1

PENGENALAN

1.1 Latar belakang kajian

Kajian berkaitan kecekapan penggunaan tenaga telah bermula seawal tahun 1970 berikutan dengan krisis minyak yang berlaku ketika itu. Penekanan diberi mengenai kecekapan tenaga dan cara mengurangkan kos penggunaan tenaga.

Kajian ini dilakukan bertujuan untuk mencari gabungan bahan binaan bangunan yang sesuai untuk dijadikan sampul bangunan dengan hasrat mengurangkan haba daripada sinaran matahari dan seterusnya menjimatkan penggunaan tenaga. Permintaan terhadap penggunaan tenaga bagi mengatasi lebih haba keatas bangunan semakin meningkat yang menyebabkan meningkatnya kos yang perlu dibayar. Faktor ini juga didorong oleh ketidakstabilan cuaca dunia yang semakin panas akibat dari kesan rumah hijau yang berlaku.

Kebiasaanya bangunan diperbuat daripada pelbagai jenis bahan binaan seperti konkrit, kaca, kayu dan sebagainya. Kebanyakan bangunan komersil dan rumah kediaman di Malaysia diperbuat daripada konkrit dan bata. Akan tetapi terdapat juga

bangunan yang diperbuat daripada kaca. Komponen sampul bangunan yang lain seperti bumbung, tingkap dan pintu diperbuat daripada kayu, asbestos, besi, kaca dan sebagainya. Persoalannya adalah sejauh manakah kombinasi bahan-bahan binaan yang digunakan sekarang dapat memberi kesan keatas pengurangan beban penyejukan dan penjimatan tenaga.

1.2 Penyataan Masalah

Manusia pada zaman sekarang menghabiskan banyak masa mereka di dalam bangunan. Seiring dengan itu, jumlah tenaga yang diperlukan untuk bangunan semakin meningkat. Berdasarkan kajian yang dijalankan oleh Pentadbiran Maklumat Tenaga, U.S, pertumbuhan jumlah aliran permintaan tenaga dalam negara membangun pada masa sekarang adalah lebih besar jika dibandingkan dengan kadar pertumbuhan penduduk. Lebihan haba yang terhasil oleh penghuni bangunan dan pertambahan haba daripada sinaran matahari memerlukan pertambahan beban penyejukan. Menurut Energy Information Administration, EIA, U.S (2004) unit penyaman udara adalah alat pengguna tertinggi berbanding alatan lain. Sebagaimana diketahui umum, proses penyejukan adalah lebih sukar berbanding pemanasan. Oleh itu, lebih tenaga elektrik diperlukan bagi menggerakkan alatan mekanikal seperti penyaman udara, kipas pengudaraan dan sebagainya bagi menyejukkan suhu di dalam bangunan kearah mencapai keseimbangan termal.

Oleh sebab itu, kajian ini dijalankan bagi mencari gabungan bahan yang sesuai untuk digunakan bagi reka bentuk sampul bangunan agar sinaran matahari dapat dikurangkan dan tenaga dijamin. Gabungan bahan-bahan yang ditemui nanti akan meminimumkan pertambahan haba daripada sinaran matahari dan boleh memberi kesan yang bermakna keatas pengurangan beban penyejukan dan seterusnya membolehkan saiz alatan mekanikal seperti penyaman udara dikurangkan. Hasil daripada itu, jumlah penggunaan tenaga dapat dijamin.

1.3 Objektif Kajian

Kajian ini mempunyai tiga objektif utama. Objektif pertama adalah untuk merajahkan gabungan bahan-bahan binaan sedia ada bagi tujuan mereka bentuk sebuah bangunan yang dapat mengurangkan pertambahan haba dari sinaran matahari. Objektif kedua adalah mengkaji hubungan kait antara sifat termal bahan binaan dalam mencapai penjimatan tenaga dan keselesaan termal sesebuah bangunan. Berhubungkait dari objektif yang pertama dan kedua, objektif yang ketiga adalah mengurangkan beban penyejukan bangunan dan seterusnya dapat mengurangkan saiz alatan mekanikal seperti penyaman udara dan kipas pengalihan udara. Oleh itu, penggunaan tenaga oleh alatan mekanikal bagi mengatasi kenaikan suhu dalaman bangunan dapat dikurangkan.

1.4 Skop Kajian

Skop kajian ini adalah untuk mencari dan mengkaji bahan-bahan binaan sedia ada yang digunakan dalam industri pembinaan serta mempelajari proses pengeluaran dan kos bahan binaan yang dipilih. Kajian ini akan melibatkan aplikasi prinsip pemindahan haba iaitu dari segi kerintangan termal dan keberhantaran atau Nilai-U bahan-bahan binaan keatas gandaan haba dari sinaran matahari. Kesan petambahan haba keatas reka bentuk sampul bangunan daripada kombinasi pelbagai jenis bahan binaan akan disimulasikan menggunakan Perisian CARMEL Residential 5.0. Model rumah kediaman akan digunakan dalam uji kaji simulasi. Hasil simulasi akan mempersembahkan jumlah beban penyejukan dan pemanasan bangunan. Selain itu, jumlah tenaga yang digunakan dan penjimatan hasil daripada gabungan bahan-bahan binaan bangunan juga akan dinyatakan.

1.5 Kepentingan Kajian

Dari kajian ini, hubung kait jumlah penjimatan tenaga dengan pemilihan bahan binaan bangunan boleh dikemukakan. Hubung kait ini melibatkan prinsip pemindahan haba seperti perolakan, konduksi dan radiasi keatas setiap komponen sampul bangunan. Dengan itu contoh spesifik prinsip pemindahan haba keatas bangunan dipelajari. Ini merupakan satu pengetahuan yang menjurus kepada analisis pemindahan haba ke atas bangunan sahaja. Selain itu, penggunaan Perisian CARMEL Residential 5.0 dalam kajian ini merupakan satu pengetahuan dan pendedahan yang baru bagi menentukan beban penyejukan bangunan selain daripada kaedah pengiraan biasa.

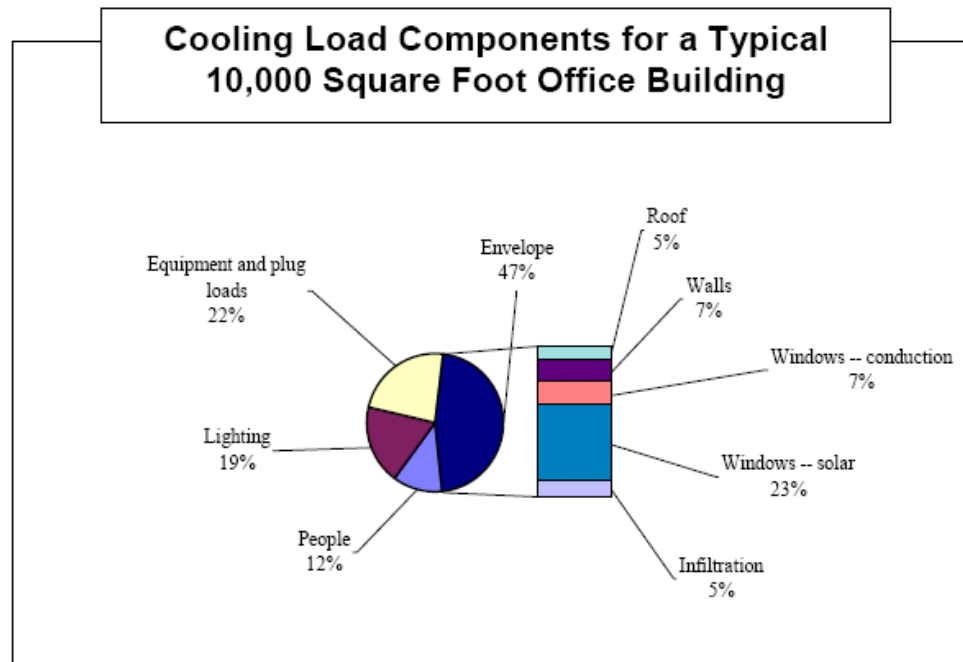
Hasil kajian ini dapat dijadikan sebagai rujukan dan diaplikasikan keatas pembinaan rumah-rumah kediaman khususnya di Malayasia bagi mengatasi kepanasan di dalam bangunan dan mengurangkan beban penyejukan bangunan seterusnya mengurangkan penggunaan tenaga elektrik oleh penyaman udara, kipas dan sebagainya.

BAB 2

KAJIAN ILMIAH

2.1 Pengenalan

Sampul bangunan terdiri daripada beberapa komponen utama seperti bumbung, dinding, tingkap, pintu, lantai dan pembahagian bangunan. Sampul bangunan direka bentuk dengan mempertimbangkan pelbagai aspek seperti persekitaran, teknologi, sosio-budaya, fungsi atau faktor estetika (Oral et al., 2004). Menurut Ismail, A.M (2001) sampul bangunan adalah salah satu konsep penyejukan secara pasif sesuatu bangunan. Ianya merangkumi reka bentuk bersepadu diantara reka bentuk bangunan dan bahan binaan yang dipilih bagi mencapai penyelesaian optimum dan penjimatan tenaga. Reka bentuk optimum serta pemilihan bahan yang sesuai bagi sesuatu sampul bangunan boleh memberi kesan yang bermakna keatas pengurangan beban penyejukan dan seterusnya membolehkan saiz alatan mekanikal seperti penyaman udara dan kipas pengudaraan dikurangkan. Rajah 2.1 menunjukkan pecahan beban penyejukan keatas komponen bangunan. Sampul bangunan merupakan komponen bangunan yang paling tinggi mempengaruhi beban penyejukan bangunan.



Rajah 2.1 Pecahan beban penyejukan bangunan keatas komponen bangunan

(Sumber: Department of Energy U.S, DOE (1994))

2.2 Sifat Termal Bahan Binaan

Perbezaan suhu antara dalam dan luar bangunan menyebabkan haba berpindah. Kadar haba yang melalui setiap unsur bangunan bergantung kepada sifat terma bahan binaan bangunan. Di sini akan dibincangkan tujuh jenis sifat terma bahan iaitu, konduktiviti, jisim termal, haba tentu dan muatan haba tentu, keberaliran terma dan daya aliran, daya aliran permukaan dan rintangan permukaan, dan kebolehpancaran. Seterusnya sifat-sifat terma bahan yang dinyatakan akan dibincangkan secara terperinci.

2.2.1 Konduktiviti Haba, k

Sifat termal pertama yang akan dibincangkan ialah konduktiviti haba. Ia adalah sifat sesuatu bahan. Walaupun saiznya berlainan tetapi jika dari bahan yang sama, konduktivitinya tetap sama. Ia bergantung kepada suhu, ketumpatan dan kandungan lembapan bahan tersebut. Biasanya nilai konduktiviti haba dijumpai dalam jadual dan nilai tersebut sah untuk keadaan bersuhu bilik.

Jadual 2.1 Nilai konduktiviti termal untuk bahan binaan bangunan

(Sumber: Karlekar dan Desmond (1982))

Material	k , Btu/(h · ft · °F)	T , °F	k , W/(m · K)	T , °C
Construction materials				
Asphalt	0.43–0.44	68–132	0.74–0.76	20–55
Cement, cinder	0.44	75	0.76	24
Glass, window	0.45	68	0.78	20
Concrete	1.0	68	1.73	20
Marble	1.2–1.7	—	2.08–2.94	—
Balsa	0.032	86	0.055	30
White pine	0.065	86	0.112	30
Oak	0.096	86	0.166	30
Insulating materials				
Glass fiber	0.021	75	0.036	24
Expanded polystyrene	0.017	75	0.029	24
Polyisocyanurate	0.012	75	0.020	24
Gases at atmospheric pressure				
Air	0.0157	100	0.027	38
Helium	0.0977	200	0.169	93
Refrigerant 12	0.0048	32	0.0083	0
	0.0080	212	0.0038	100
Oxygen	0.00790	–190	0.0137	–123
	0.02212	350	0.0383	175