

**ANALISIS KESELESAAN TERMAL DI BANGUNAN FAKULTI
UNIVERSITI TUN HUSSEIN ONN MALAYSIA
(UTHM), JOHOR**

AFZAINIZAM BIN ABDUL RAHMAN

Tesis ini dikemukakan sebagai
memenuhi syarat penganugerahan
Ijazah Sarjana Sains Pengurusan Harta Tanah dan Fasiliti



**Fakulti Pengurusan Teknologi dan Perniagaan
Universiti Tun Hussein Onn Malaysia**

JULAI 2014

ABSTRAK

Keselesaan termal merupakan keperluan utama bagi seseorang penghuni sesebuah bangunan untuk melaksanakan kerja hariannya. Isu yang diutarakan dalam kajian ini ialah ketidakselesaan termal yang dihadapi oleh penghuni yang bekerja di dalam bangunan telah menimbulkan pelbagai masalah dari segi psikologi dan fisiologi di tempat kerja. Oleh hal yang demikian, kajian telah menggunakan pendekatan kuantitatif menerusi kaedah borang soal selidik dan pengukuran lapangan. Hasil analisis kajian mendapati bahawa bacaan suhu minimum ialah 28.9°C dan suhu maksimum pula ialah 32.4°C . Manakala, purata bacaan Indeks Ketidakselesaan (DI) pada waktu pagi, tengah hari dan petang masing-masing ialah 27.2°C , 28.0°C dan 28.4°C . Dengan indeks DI sebegini telah menyebabkan lebih 50 peratus populasi penghuni bagi ketiga-tiga bangunan mengalami masalah ketidakselesaan termal. Selain itu juga, hasil analisis persepsi responden, kajian mendapati bahawa terdapat hubungan yang signifikan di antara cuaca di luar bangunan pada waktu pagi dan tengah hari dengan tahap keselesaan termal responden. Impak dari ketidakselesaan termal telah menimbulkan beberapa gangguan kesihatan kepada responden seperti kulit kering, selesema, sakit kepala dan sebagainya. Oleh yang demikian, kebanyakan responden lebih cenderung membuka/menutup tingkap berbanding menggunakan alat penyaman udara bagi mendapatkan tahap keselesaan termal yang diinginkan. Di akhir kajian ini menyimpulkan bahawa, kualiti hidup bagi penghuni di bangunan fakulti UTHM berada pada tahap kurang memuaskan dengan julat keselesaan penghuni ialah di antara 21.5°C sehingga 30.2°C . Cadangan penambakan yang boleh dilaksanakan oleh pihak PPH UTHM ialah mereka bentuk bangunan yang bercirikan kelestarian (bangunan hijau) dan mengaplikasikan teknologi pengudaraan bangunan yang tidak bergantung pada tenaga elektrik semata-mata.

ABSTRACT

Thermal comfort is a key requirement for an occupant of a building to perform daily routines. Issues raised in this study is thermal discomfort faced by the residents who work in the building have created a number of problems in terms of psychology and physiology in the workplace. Therefore, the study used a quantitative approach by means of questionnaires and field measurements. The analysis showed that the minimum temperature reading is 28.9 °C and the maximum temperature is about 32.4 °C. Meanwhile, the average reading Discomfort Index (DI) in the morning, afternoon and evening respectively 27.2 °C, 28.0 °C and 28.4 °C. The DI index has caused more than 50 percent of the population of the three occupants of buildings suffer thermal discomfort. In addition, the results of the analysis of perception, the study found that there were significant correlations between the weather outside the building in the morning and afternoon with thermal comfort level of respondents. Impact of thermal discomfort has caused several health disorders to the respondents as dry skin, flu, headaches and so on. Therefore, most of the respondents are more likely to open / close the windows instead of using air-conditioning to obtain the desired level of thermal comfort. At the end of the study concluded that the quality of life for the residents in the university's faculty building is not at a satisfactory level of occupant comfort range which is between 21.5 °C to 30.2 °C. Proposed improvements that can be implemented by the PPH The university is designing buildings that feature sustainability (green building) and applying building ventilation technology that does not rely on electricity alone.

HALAMAN KANDUNGAN

TAJUK	i
PENGAKUAN	ii
DEDIKASI	iii
PENGHARGAAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
HALAMAN KANDUNGAN	vii
SENARAI JADUAL	xii
SENARAI RAJAH	xiv
SENARAI FOTO	xvi
SENARAI SINGKATAN	xvii
SENARAI LAMPIRAN	xix

BAB I PENDAHULUAN

1.0	Pengenalan	1
1.1	Keselesaan termal dan keperluannya kepada penghuni	3
1.2	Latar belakang kajian	4
1.3	Konsep keselesaan termal	6
1.4	Penyataan masalah	9
1.5	Persoalan kajian	10
1.6	Matlamat kajian	11
1.7	Objektif kajian	11
1.8	Skop kajian	11
1.9	Hipotesis kajian	12
1.10	Kepentingan kajian	13

1.11	Organisasi penulisan tesis	13
1.12	Kesimpulan	16

BAB II KAJIAN LITERATUR

2.0	Pengenalan	17
2.1	Keselesaan dan konsep keselesaan termal	17
2.1.1	Konsep keselesaan termal	18
2.2	Piawaian ASHRAE 55-2004	21
2.3	Faktor-faktor utama mempengaruhi keselesaan termal	21
2.3.1	Suhu udara (<i>Air temperature</i>)	24
2.3.2	Kelembapan udara (<i>Relative humidity</i>)	25
2.3.3	Halaju udara (<i>Air velocity</i>)	26
2.3.4	Suhu sinaran purata (<i>Radiant temperature</i>)	26
2.3.5	Pakaian (<i>Clothing</i>)	27
2.3.6	Tahap aktiviti penghuni	27
2.3.7	Iklm	28
2.4	Panduan persekitaran yang selesa	31
2.5	Bahan binaan bangunan	32
2.6	Pengudaraan bangunan	32
2.6.1	Sistem pengudaraan semulajadi	33
2.6.2	Sistem pengudaraan mekanikal	33
2.7	Orientasi bangunan	35
2.8	Zon keselesaan termal	36
2.9	Sensasi keselesaan termal (<i>Thermal comfort sensation</i>)	36
2.10	Indeks keselesaan termal	38
2.11	Pendekatan kepada keselesaan termal	40
2.11.1	Model Universal keselesaan termal	41
2.12.2	Model Adaptif keselesaan termal	42
2.12	Konsep persepsi	43

2.13	Kualiti hidup, Sindrom Bangunan Sakit (SBS) dan kesihatan penghuni dalam bangunan	44
2.14	Landskap dan persekitaran bangunan	45
2.14.1	Fungsi landskap dalam menyederhanakan suhu persekitaran	45
2.15	Peranan tumbuh-tumbuhan terhadap persekitaran dalam bangunan	46
2.16	Kerangka teori kajian keselesaan termal di bangunan UTHM	48
2.16.1	Model Keseimbangan Haba (<i>Heat Balance Model</i>)	50
2.16.2	Pendekatan Adaptif (<i>Adaptive Approach</i>)	52
2.17	Hubungan di antara keselesaan termal dengan produktiviti penghuni	57
2.17	Keselesaan termal dan menggunakan pendekatan persepsi	58
2.18	Kesimpulan	61

BAB III KAWASAN KAJIAN DAN METODOLOGI

3.0	Pengenalan	63
3.1	Kawasan kajian	64
3.1.1	Kedudukan geografi Johor	64
3.1.2	Daerah Batu Pahat	66
3.1.3	Universiti Tun Hussein Onn Malaysia (UTHM)	67
3.2	Pengumpulan data	68
3.2.1	Data sekunder	69
3.2.2	Data primer	69
3.3	Reka bentuk kajian	70
3.3.1	Borang soal selidik	71
3.3.2	Kaedah pengukuran suhu	75

3.4	Persampelan	77
3.4.1	Populasi kajian	78
3.4.2	Sampel kajian	78
3.4.3	Latar belakang sampel bangunan	80
3.5	Stesen-stesen pengukuran kajian	87
3.6	Cara menganalisis data kajian	87
3.7	Kesimpulan	88

BAB IV ANALISIS KESELESAAN TERMAL BERDASARKAN PENGUKURAN SUHU DAN PERSEPSI PENGHUNI

4.0	Pengenalan	89
4.1	Objektif 1: Analisis keselesaan termal responden mengikut masa berdasarkan kaedah pengukuran suhu	89
4.1.1	Rumusan analisis keselesaan termal responden mengikut masa	97
4.2	Objektif 2: Analisis persepsi responden terhadap keselesaan termal di ruang bekerja	97
4.2.1	Latar belakang responden	98
4.2.2	Tahap keselesaan termal penghuni mengikut fakulti	100
4.2.3	Analisis hubungan di antara cuaca di luar bangunan dengan tahap keselesaan termal responden	103
4.2.4	Analisis kesan keselesaan termal terhadap psikologi responden	105
4.2.5	Kesan ketidakselesaan termal terhadap fisiologi responden	107
4.2.6	Analisis tindak balas responden terhadap ketidakselesaan termal	110
4.2.7	Analisis keselesaan termal mengikut masa berdasarkan borang soal selidik	115

4.2.8	Peranan tumbuhan hijau dalam ruang bekerja	118
4.2.9	Reka bentuk bangunan mempengaruhi persekitaran ruang bekerja	121
4.2.10	Alat penyejukan mekanikal	125
4.2.11	Rumusan analisis persepsi responden terhadap keselesaan termal dalam ruang bekerja	126
4.3	Objektif 3: Analisis kualiti hidup responden di dalam ruang bekerja berdasarkan keselesaan termal mengikut masa dan persepsi responden	127
4.4	Julat keselesaan termal yang dicadangkan	143
4.5	Analisis cadangan dan pendapat responden	130
4.6	Rumusan terhadap keselesaan termal berdasarkan pengukuran suhu mengikut masa dan persepsi penghuni	137
4.7	Kesimpulan	139

BAB V RUMUSAN DAN CADANGAN KAJIAN KESELESAAN TERMAL DI BANGUNAN FAKULTI UTHM

5.0	Pengenalan	140
5.1	Rumusan hasil kajian	140
5.2	Limitasi kajian	144
5.3	Cadangan kepada pengurusan UTHM	145
5.4	Cadangan kepada penyelidik akan datang	146
5.5	Signifikan kajian	147
5.6	Kesimpulan	147

RUJUKAN 149

LAMPIRAN 157

VITA

SENARAI JADUAL

1.1	Spesifikasi kadar keluasan ruang lantai pejabat mengikut jawatan yang disandang	5
2.1	Kategori kelembapan relatif udara	25
2.2	Kadar metabolisme mengikut aktiviti	28
2.3	Perhubungan antara angin, musim dan hujan di Malaysia	31
2.4	Skala 7-mata Bedford, Humphreys dan Nicol, dan ASHRAE	37
2.5	Perkaitan bacaan Indeks Ketidakselesaian dengan keadaan ketidakselesaiannya	39
3.1	Iklm di Batu Pahat pada tahun 2012	66
3.2	Skala 7-mata Bedford	71
3.3	Peratusan jumlah borang soal selidik yang dikembalikan semula	79
3.4	Bilangan stesen persampelan bagi pengukuran suhu dan kelembapan udara mengikut fakulti	79
3.5	Petunjuk aras bagi bilik pensyarah-pensyarah FPTP	81
3.6	Petunjuk aras bagi bilik pensyarah-pensyarah di Blok A FPTV	83
3.7	Petunjuk aras bagi bilik pensyarah-pensyarah di bangunan FKAAS	85
4.1	Purata bacaan suhu, indeks DI dan kelembapan relatif udara mengikut waktu	90
4.2	Julat bacaan suhu, indeks DI minimum dan maksimum, dan kelembapan relatif udara mengikut bangunan fakulti	91
4.3	Julat bacaan suhu mengikut stesen pengukuran	92

4.4	Analisis latar belakang responden	99
4.5	Tahap suhu udara dalam bilik responden mengikut fakulti	100
4.6	Tahap kelembapan udara dalam bilik responden mengikut fakulti	101
4.7	Tahap keselesaan termal responden mengikut fakulti	101
4.8	Skala McIntyre	102
4.9	Kekuatan nilai pekali korelasi	103
4.10	Aras hubungan di antara cuaca di luar bangunan dan tahap keselesaan termal responden	104
4.11	Peratus responden bersetuju kesan keselesaan termal mempengaruhi psikologi responden ketika berada di dalam ruang bekerja	106
4.12	Bilangan dan peratus responden yang mengalami gangguan kesihatan kesan daripada ketidakselesaan termal	108
4.13	Bilangan dan peratusan tindak balas responden terhadap ketidakselesaan termal mengikut fakulti	111
4.14	Bilangan dan peratusan tindak balas responden terhadap kesan ketidakselesaan termal dalam aspek kesihatan mengikut fakulti	113
4.15	Purata bacaan indeks DI bagi ketiga-tiga bangunan mengikut waktu	115
4.16	Keselesaan termal pada waktu pagi mengikut fakulti	115
4.17	Keselesaan pada waktu tengah hari mengikut fakulti	116
4.18	Keselesaan pada waktu petang mengikut fakulti	117
4.19	Waktu paling selesa	118
4.20	Waktu paling tidak selesa	118
4.21	Perbandingan di antara pengudaraan mekanikal dan pengudaraan semulajadi mengikut fakulti	125
4.22	Tempoh alat penyaman udara diselenggarakan mengikut fakulti	125
4.23	Julat keselesaan dalam bangunan bagi iklim panas lembap	129
4.24	Analisis cadangan-cadangan responden bagi mengatasi masalah ketidakselesaan termal dalam ruang bekerja	132

SENARAI RAJAH

1.1	Carta alir organisasi penulisan tesis	14
2.1	Pertukaran haba antara badan dan persekitaran	19
2.2	Orientasi bangunan dan jumlah penerimaan haba	22
2.3	Kedudukan dan saiz bukaan tingkap dan pintu serta pengaruhnya terhadap aliran pengudaraan	22
2.4	Tumbuhan dapat mengawal sinaran matahari	23
2.5	Tumbuh-tumbuhan mengawal aliran angin	24
2.6	Pergerakan angin monsun di Malaysia	30
2.7	Perbezaan orientasi bangunan dan kesannya pada penyerapan haba matahari	35
2.8	Peranan tumbuh-tumbuhan kepada persekitaran dalam bangunan	47
2.9	Bentuk-bentuk asli bagi tumbuh-tumbuhan	48
2.10	Tiga komponen adaptif bagi persekitaran dalam bangunan (<i>Indoor Climate</i>)	52
2.11	Kerangka teoritikal penyelidikan	55
3.1	Lokasi kawasan kajian dalam Negeri Johor (Malaysia)	65
3.2	Kedudukan kawasan kajian di Parit Raja dalam Daerah Batu Pahat	67
3.3	Bangunan-bangunan yang terlibat dalam peta laluan UTHM	68
4.1	Kesan peningkatan termal menyebabkan gangguan-gangguan kesihatan bertambah teruk	114
4.2	Peratus tumbuhan diletakkan dalam ruang bekerja mengikut fakulti	119

- 4.3 Pengaruh tumbuhan terhadap kesan penyederhanaan suhu dalam ruang bekerja 120
- 4.4 Reka bentuk bangunan mempengaruhi tahap keselesaan termal dalam ruang bekerja 122
- 4.5 Peredaran udara di ruang bekerja yang mencukupi 123
- 4.6 Tempoh masa responden dapat bertahan tanpa alat penyaman udara 124



SENARAI FOTO

3.1	Alat 4 in 1 meter kit	75
3.2	Proses pengukuran suhu di stesen pengukuran	77
3.3	Pandangan pelbagai sisi bagi bangunan FPTP	82
3.4	Pandangan pelbagai sisi bagi bangunan FPTV	84
3.5	Pandangan pelbagai sisi bagi bangunan FKAAS	86
4.1	Lorong-lorong pejalan kaki di dalam bangunan FPTV	94
4.2	Lorong pejalan kaki di dalam bangunan FKAAS yang menggunakan alat penyaman udara	95
4.3	Jenis-jenis perabot yang diletakkan di lorong bilik-bilik pensyarah	95
4.4	Keadaan beberapa bilik-bilik responden dalam bangunan FKAAS	96
4.5	Jenis langsir dan bidai yang digunakan dalam bilik-bilik responden	112
4.6	Keadaan landskap di sekitar lokasi kajian yang minima	117
4.7	Jenis-jenis tumbuhan yang diletakkan dalam ruang bekerja responden	119
4.8	Keadaan tasik yang terletak berhadapan dengan lokasi kajian	134
4.9	Jenis “ <i>sun shading louvres</i> ” yang dipasang di bangunan FPTP	135

SENARAI SINGKATAN

ASHRAE	-	<i>American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers</i>
clo	-	Ketebalan Pakaian
DI	-	<i>Discomfort Index</i> /Indeks Ketidakselesaan
ET	-	<i>Effective Temperature</i> /Suhu Efektif/Suhu Berkesan
FKAAS	-	Fakulti Kejuruteraan Awam dan Alam Sekitar
FKEE	-	Fakulti Kejuruteraan Elektrik dan Elektronik
FKMP	-	Fakulti Kejuruteraan Mekanikal dan Pembuatan
FPTP	-	Fakulti Pengurusan Teknologi dan Perniagaan
FPTV	-	Fakulti Pendidikan Teknikal dan Vokasional
FSKTM	-	Fakulti Sains Komputer dan Teknologi Maklumat
FSTPi	-	Fakulti Sains, Teknologi dan Pembangunan Insan
IPTA	-	Institusi Pengajian Tinggi Awam
IPTS	-	Institusi Pengajian Tinggi Swasta
ISO	-	<i>International Organization for Standardization</i>
KETTHA	-	Kementerian Tenaga, Teknologi Hijau dan Air
<i>met</i>	-	Tahap kelasakan aktiviti
MS	-	Malaysia Standard
OKU	-	Orang Kelainan Upaya
P & P	-	Pengajaran dan Pembelajaran
PMV	-	<i>Predicted Mean Vote</i>

PPD	-	<i>Predicted Percentage Dissatisfied</i>
PPH	-	Pejabat Pembangunan dan Pengurusan Harta Bina
SBS	-	Sindrom Bangunan Sakit (<i>Sick Building Syndrome</i>)
SPSS	-	<i>Statistical Package for the Social Science</i>
THI	-	Penunjuk Suhu-Kelembapan
TNB	-	Tenaga Nasional Berhad
UBBL 1984	-	Undang-Undang Kecil Bangunan Seragam 1984
UK	-	<i>United Kingdom</i>
UKM	-	Universiti Kebangsaan Malaysia
USA	-	<i>United State America</i>
USM	-	Universiti Sains Malaysia
UTeM	-	Universiti Teknikal Malaysia Melaka
UTHM	-	Universiti Tun Hussein Onn Malaysia
UTM	-	Universiti Teknologi Malaysia
WHO 1984	-	<i>World Health Organization 1984</i>



SENARAI LAMPIRAN

A	Stesen-stesen pengukuran suhu	157
B1	Purata Bacaan Suhu Bagi Setiap Fakulti	162
B2	Purata Bacaan Suhu Bagi Setiap Stesen di Bangunan FPTP	163
B3	Purata Bacaan Suhu Bagi Setiap Stesesn di Bangunan FPTV	164
B4	Purata Bacaan Suhu Bagi Setiap Stesen di Bangunan FKAAS	165
C	Borang Soal Selidik	166



BAB I

PENDAHULUAN

1.0 Pengenalan

Malaysia terletak berhampiran garisan khatulistiwa dan mempunyai suhu yang hampir seragam dengan kelembapan yang tinggi dan taburan hujan yang banyak. Suhu minimum dalam zon ini berbeza-beza di antara siang dan malam. Pada siang hari, suhunya di antara 20°C sehingga 32°C. Manakala di sebelah malam, suhu minimumnya di antara 21°C sehingga 27°C. Kelembapan relatif dalam zon khatulistiwa ialah di antara 55 peratus dan 100 peratus. Tetapi kebiasaannya sekitar 75 peratus dengan taburan hujan yang tinggi sepanjang tahun disertai dengan angin kencang dan ribut (Razman, 2009). Halaju angin di Malaysia pada umumnya adalah lemah dan arahnya berubah-ubah mengikut corak tiupan angin. Di Malaysia sahaja, terdapat empat musim perubahan arah angin ialah angin monsun barat daya, monsun timur laut dan dua musim peralihan monsun yang lebih pendek.

Pada umumnya, tiupan atau aliran angin lazim diperlukan untuk mempercepatkan proses sejatan peluh yang dihasilkan oleh tubuh badan manusia. Hal ini kerana, dengan adanya proses ini boleh mengelakkan keadaan ketidakselesaan dan kelekutan kulit pada seseorang individu. Secara tidak langsung, keadaan ini akan mengelakkan wujudnya satu keadaan kurang selesa di dalam ruang aktiviti harian individu. Keadaan ini dapat membantu kerana manusia lebih banyak menghabiskan 80 peratus masa harian di dalam bangunan berbanding di luar bangunan (Shafii, 2007). Maka dengan itu, kaedah pengawalan suhu dalam bangunan

amat diperlukan bagi mengekalkan keselesaan termal dalam bangunan. Keselesaan termal ini akan mempengaruhi produktiviti, kualiti kerja dan kesihatan manusia. Oleh yang demikian, bagi memastikan keselesaan termal berada dalam keadaan terkawal, penggunaan alat penyaman udara menjadi pilihan bagi kebanyakan individu pada masa kini.

Keselesaan termal dalam bangunan dipengaruhi oleh ruang-ruang dalam bangunan, bukaan bangunan, persekitaran landskap, keadaan suhu dalam bangunan yang panas/sejuk dan sebagainya. Selain itu, penggunaan peralatan elektrik yang mengeluarkan haba seperti komputer boleh mengganggu keseimbangan suhu dalam bangunan. Bagi menstabilkan suhu persekitaran dalam bangunan, haba panas ini perlu disingkirkan dari dalam bangunan dengan menggunakan alat penyaman udara.

Oleh yang demikian, pengudaraan sangat perlu dalam mewujudkan suatu keadaan persekitaran yang selesa kepada penghuni dalam sesebuah bangunan. Hal ini sesuai dengan iklim Malaysia iaitu kandungan kelembapan udara dan panas terik matahari sentiasa tinggi menyebabkan kulit manusia terasa lekit dan tidak selesa. Ketidakselesaan ini dapat diredakan dengan meniupkan angin untuk mempercepatkan proses sejatan pada kulit. Justeru, untuk menyediakan keadaan termal yang selesa, halaju udara yang memadai dan kadar pertukaran udaranya sangat diperlukan. Kadar aliran udara ini pula sangat dipengaruhi oleh geometri ruang dan lokasi bukaan. Oleh itu, Undang-Undang Kecil Bangunan Seragam 1984 (UBBL) telah diwujudkan bagi membantu para arkitek merekabentuk bangunan yang mengambil kira bukaan bangunan yang bersesuaian dengan keluasan lantai bagi setiap ruang dalam bangunan. Semakin tinggi suhu di sekitar bangunan berkenaan, semakin tinggi kelajuan udara diperlukan oleh ruang tersebut. Jika secara semulajadinya tapak bangunan itu sangat sukar memperolehi angin lazim yang berpatutan, maka bangunan itu perlulah dilengkapi dengan kaedah bantuan mekanikal seperti alat penyaman udara.



1.1 Keselesaan termal dan keperluannya kepada penghuni

Keselesaan termal berhubung kait dengan tahap keselesaan tubuh manusia dengan keadaan persekitarannya. Keadaan persekitarannya ini pula dipengaruhi oleh suhu udara, kelembapan udara, halaju angin dan pelbagai faktor-faktor lain. Seseorang pekerja tidak akan dapat menjalankan aktiviti harian dengan efisien dan efektif jika keadaan tempat kerjanya tidak selesa. Oleh hal demikian, bangunan yang sihat menjadikan manusia lebih selesa untuk melakukan sebarang kerja harian di dalamnya. Hal ini kerana tujuan utama bangunan (kediaman atau pejabat) dibina adalah bagi memastikan manusia yang berada di dalamnya gembira dan selesa (tidak panas dan tidak sejuk).

Suhu udara dan kelembapan relatif merupakan faktor utama bagi menentukan tahap keselesaan termal penghuni yang berada dalam bangunan yang beriklim panas dan lembap sepanjang tahun. Keselesaan termal yang optimum dalam sesuatu ruang dapat menyediakan emosi yang stabil kepada penghuni bagi menjalankan aktiviti hariannya.

Selain itu, aspek keselesaan termal dan kualiti udara memberi kesan yang penting kepada produktiviti penghuni (Roonak & Kamaruzzaman, 2009). Kedua-dua aspek ini juga turut mempengaruhi tahap kesihatan pekerja yang bekerja di dalam bangunan. Bangunan yang tidak mempertimbangkan kesihatan pekerja akan menyebabkan pekerja yang bekerja di dalam bangunan mengalami pelbagai simptom-simptom penyakit seperti demam, selesema, pening, loya, lesu dan sebagainya. Bangunan ini dikenali sebagai sindrom bangunan sakit (*Sick Building Syndrome*).

Bangunan yang menyediakan persekitaran yang selesa dari aspek keselesaan termal akan membantu menstabilkan emosi dan mempercepatkan proses penyembuhan penyakit (Hwang et. al, 2007). Oleh sebab demikian, keselesaan termal perlu dititikberatkan sebelum membina sesebuah bangunan di samping bersesuaian dengan fungsi bangunan tersebut.

1.2 Latar belakang kajian

Keselesaan termal merujuk kepada keadaan pemikiran atau tanggapan individu yang menyatakan rasa kepuasan atau sebaliknya dengan persekitaran termal mereka. Selain itu, zon keselesaan termal setiap manusia berbeza-beza mengikut iklim setempat (Hanafi, 1999).

Bagi mencapai tahap keselesaan termal penghuni dalam bangunan, pihak kerajaan telah mengubal beberapa peruntukan di dalam *Uniform Building By-Laws* 1984 (UBBL) yang menetapkan bahawa bukaan minimum bagi tujuan pencahayaan dan pengudaraan semulajadi adalah satu per sepuluh daripada keluasan lantai. Malah, dalam Perkara 39(1) hingga (4), 40(1) dan (2) dan 41(1) hingga (4) di dalam UBBL 1984 ini menjadi kewajiban yang perlu dikuatkuasakan oleh semua penguasa tempatan sebelum meluluskan plan sesebuah bangunan baru.

Persekitaran yang selesa ini berbeza-beza mengikut pandangan dan citarasa penghuni bangunan berkenaan. Perasaan selesa itu merupakan sesuatu yang subjektif yang dipengaruhi oleh faktor parameter persekitaran dan individu (Fanger, 1973). Keselesaan subjektif ini merujuk kepada keadaan individu, iaitu samada merasa puas dan selesa dengan suhu di persekitarannya. Oleh hal demikian, adalah amat sukar untuk memberi keselesaan termal kepada semua penghuni bangunan berkenaan. Jika seseorang individu itu mengalami keadaan persekitaran yang terlalu panas atau terlalu lembap, ianya boleh mempengaruhi konsentrasi kerja mereka. Antara kesan ketidakselesaan adalah seperti menjadi cepat letih, sakit, lesu, malas dan seumpamanya. Kesan langsung daripada persekitaran ini juga akan menyebabkan kualiti kerja, produktiviti dan kesihatan pekerja terganggu. Oleh yang demikian, tahap keselesaan semua pekerja perlu diambil berat. Bagi mencapai tahap keselesaan ini, dua sistem yang selalu digunakan ialah sistem semulajadi (pengudaraan semulajadi) dan sistem mekanikal iaitu alat penyaman udara dan kipas angin.

Merujuk kepada Garis Panduan dan Peraturan bagi Perancangan Bangunan oleh Jawatankuasa Kecil Piawaian dan Kos bagi Jawatankuasa Perancang Pembangunan Negara yang dikeluarkan oleh Jabatan Perdana Menteri (2005) menyatakan, kadar keluasan ruang lantai pejabat berbeza-beza mengikut jawatan individu berkenaan. Jadual 1.1 menunjukkan spesifikasi kadar keluasan ruang lantai pejabat mengikut jawatan yang disandang.

Jadual 1.1: Spesifikasi kadar keluasan ruang lantai pejabat mengikut jawatan yang disandang (Jabatan Perdana Menteri, 2005)

Jawatan yang Disandang	Keluasan Ruang Lantai Pejabat (m ³)
Dekan	23.0
Ketua jurutera	20.5
Professor, pensyarah kanan, ketua pejabat akademik, pengarah komputer, pegawai perhubungan awam, penasihat pelajar	16.5
Pensyarah	14.0
Penolong pensyarah, <i>tutor</i> , <i>demonstrator</i> , instruktur, pegawai akademik separuh masa	18.5 (bagi dua orang pegawai sebilik)

Bagi setiap keluasan lantai yang berbeza, kapasiti atau keberkesanan alat penyaman udara juga berbeza-beza. Ruang bekerja yang lebih luas dan besar memerlukan bukaan tingkap atau pintu yang lebih besar (lebih 10%) daripada keluasan lantai. Hal ini bagi memastikan kadar aliran udara mencukupi untuk ruang berkenaan (UBBL, 1984). Namun demikian, jika terdapat masalah debu atau pencemaran udara dari luar bangunan, penggunaan alat penyaman udara boleh digunakan sepenuhnya.

Hal ini juga turut disokong dalam satu laporan yang telah dikemukakan oleh Jawatankuasa *World Health Organization* 1984 (WHO) yang menyatakan bahawa 30 peratus bangunan baru dan bangunan yang diubahsuai di seluruh dunia mempunyai masalah kualiti udara dalam bangunan. Masalah ini timbul disebabkan oleh reka bentuk bangunan yang kurang berkualiti atau faktor aktiviti penghuni itu sendiri. Keselesaan termal yang baik dalam sesebuah ruang bekerja akan menjamin kualiti hidup penghuninya. Kualiti hidup tidak dapat diukur secara langsung dari proses pemerhatian semata-mata. Akan tetapi kualiti hidup ini dilihat dari aspek tahap kepuasan penghuni terhadap persekitarannya. Berdasarkan kajian ini, kualiti hidup merujuk kepada tahap kepuasan penghuni terhadap keselesaan termal di ruang bekerja penghuni. Hal ini bertepatan bahawa lebih 80 peratus masa harian manusia dihabiskan di dalam bangunan berbanding luar bangunan (Shafii, 2007). Oleh hal yang demikian, kualiti hidup yang baik disumbangkan oleh tiadanya gangguan masalah kesihatan mahupun gangguan psikologi ketika menjalankan aktiviti harian.

Masalah yang akan timbul apabila psikologi penghuni terganggu ialah produktiviti terganggu, cepat malas, beremosi dan sebagainya. Secara lazimnya, kesan psikologi ini tidak dapat dilihat dengan mata kasar, tetapi boleh diukur dari segi prestasi pekerja itu sendiri. Beberapa kajian-kajian lepas berjaya mengenalpasti kesan ketidakselesaan termal telah memberi kesan kepada prestasi kerja seseorang. Hal ini dapat dibuktikan melalui kajian yang dijalankan oleh Berglund et al. (1990); Roelofsen (2001); Jensen et al. (2009), Lan et al. (2011), Lan et al. (2012) dan sebagainya. Menurut kajian yang dijalankan oleh Fisk & Rosenfeld (1997), bahawa peningkatan kualiti persekitaran dalam bangunan telah meningkatkan produktiviti pekerja dari 0.5 peratus kepada 5 peratus. Selain itu, kajian Fisk et al. (2011) turut mendapati peningkatan kualiti persekitaran dalam ruang bekerja berjaya meningkatkan pulangan keuntungan ekonomi tahunan dari \$17 bilion kepada \$26 bilion. Hal ini juga turut disokong oleh kajian yang dijalankan oleh Seppänen et al. (2003), di mana prestasi pekerja menurun sebanyak 2 peratus bagi setiap pertambahan 1°C dalam julat suhu di antara 25-32°C namun tiada kesan pada prestasi pekerja jika dalam julat suhu di antara 21-25°C. Kajian-kajian ini telah membuktikan bahawa suhu dalam bangunan boleh mempengaruhi produktiviti pekerja.

Selain itu, pelbagai faktor yang mempengaruhi keselesaan termal di tempat kerja antaranya kadar aliran angin lazim yang rendah, bukaan pada bangunan tidak digunakan sepenuhnya, landskap yang terlalu sedikit, keadaan suhu dalam bangunan yang panas dan sebagainya. Bagi mengatasi masalah ini, kebanyakan bangunan menggunakan alat penyaman udara. Jika aspek keselesaan termal ini tidak dititikberatkan di ruang bekerja, penghuni akan cepat merasa letih, lesu, malas, emosi tidak stabil, kurang tumpuan pada kerja, produktiviti kerja terganggu malahan kesihatan pekerja turut terancam.

1.3 Konsep keselesaan termal

Keselesaan termal merupakan aspek pengkajian tentang tindak balas badan manusia terhadap kesan iklim (Hanafi, 1999). Iklim yang dimaksudkan di sini ialah iklim bagi sesuatu kawasan yang ditentukan oleh keadaan angin lazim serta unsur-unsurnya

seperti sinaran matahari, suhu, kelembapan udara, angin dan kerpasan yang boleh memberi kesan kepada keadaan haba di sesuatu bangunan. Manakala hubungan keselesaan manusia dengan persekitarannya bergantung kepada beberapa faktor seperti keadaan fizikal, psikologi dan sosiologi. Haba selesa dikatakan suatu kualiti yang subjektif yang bergantung kepada seseorang individu untuk mentafsirkannya. Dengan sebab itu, amat sukar untuk mewujudkan persekitaran yang selesa bagi semua manusia. Walau bagaimanapun, jika 95 peratus pengguna merasakan puas terhadap persekitaran termal mereka, maka ia sudah dianggap sebagai persekitaran optimum (Fanger, 1970).

Selain daripada itu, terdapat beberapa faktor yang perlu diambilkira dalam menentukan haba selesa. Faktor pergerakan angin, suhu udara, kelembapan bandingan, sinaran matahari merupakan faktor alam sekitar yang utama dalam menentukan haba selesa. Manakala faktor fizikal lain dan faktor subjektif bergantung kepada diri individu itu sendiri dan kebolehan mereka untuk menyesuaikan diri dengan keadaan persekitaran mereka. Penentuan keselesaan termal ini dilakukan dalam dua cara iaitu secara empirik dan secara teori. Penentuan keselesaan termal secara empirik dijalankan melalui kaedah pengukuran suhu di stesen persampelan kajian. Kaedah empirik lazimnya melibatkan pengiraan angka atau sesuatu bacaan yang dianalisis sama ada secara kualitatif atau kuantitatif. Sementara, kaedah teori pula dijalankan dengan menggunakan borang soal selidik yang memerlukan responden menilai tahap keselesaan dalam ruang bekerja mereka. Kaedah teori merupakan satu idea atau penjelasan yang dibentuk oleh pengkaji-pengkaji sebelum ini dalam sesuatu bidang yang dikaji. Dalam kajian ini, kaedah teori yang digunakan ialah Skala Bedford, Skala ASHRAE, dan Skala Humphreys. Skala-skala ini selalu digunakan dalam kajian yang berkaitan tahap keselesaan termal. Melalui kaedah teori ini juga, skala keselesaan diberikan untuk mengetahui keadaan keselesaan suatu persekitaran itu (Shafii, 2007). Angus (1968), menyatakan bahawa matlamat utama kajian keselesaan termal ialah bagi mewujudkan 'zon selesa' atau mengetahui julat suhu selesa bagi majoriti penghuni sesebuah bangunan. Karyono (1989), menyatakan keselesaan sebagai suatu keadaan penghuninya merasa puas, senang, nyaman dan selesa. Merujuk kepada *The American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers* (ASHRAE) Standard 55-1992, keselesaan termal ditakrifkan sebagai suatu keadaan minda yang menyatakan puas terhadap persekitaran termal. Berbeza dengan Fanger (1970), ASHRAE Standard 55-

1992 menyatakan bahawa, jika 80 peratus penghuni berasa selesa dengan persekitarannya, ianya dikatakan persekitaran termal yang boleh diterima.

Penyaman udara atau pendingin hawa diistilahkan sebagai satu proses mengawal suhu, kelembapan serta kualiti udara dan seterusnya mengagihkannya ke dalam satu ruang yang memerlukannya. Umumnya, penyaman udara digunakan atas beberapa faktor seperti berikut;

- i. Di pejabat – untuk memberi keselesaan pada pekerja bagi menghasilkan mutu kerja yang berkualiti dan meningkatkan daya pengeluaran.
- ii. Menjaga peralatan dan komponen yang berharga supaya tidak rosak atau berkarat seperti alat elektronik (komputer) dan alat ganti.
- iii. Mengawal suhu dan kelembapan dalam bilik proses ubat-ubatan dan menyimpan atau memproses makanan dan penyimpanannya.
- iv. Mengawal suhu, kelembapan dan kebersihan udara di dalam bilik pembedahan, makmal khas, dan sebagainya.

(Sumber: Kursus Pemantapan Kemahiran Teknikal Juruteknik, 2004).

Selain itu, penentuan saiz penyaman udara yang digunapakai dalam sesebuah bangunan perlu mengambil kira beberapa faktor bangunan berkenaan seperti;

- i. Kedudukan bangunan – arah bangunan (arah ke utara, selatan, timur atau barat).
- ii. Fungsi bangunan – sama ada pejabat, bilik komputer, hospital dan sebagainya.
- iii. Bentuk bangunan – ciri-ciri rekabentuk bangunan seperti tinggi bangunan atau tingkat, ketinggian siling dan lain-lain.
- iv. Bahan binaan yang digunakan untuk membuat lantai, dinding, tingkap, bumbung dan sebagainya.
- v. Jumlah penghuni bangunan dalam satu-satu ruang atau bilik.
- vi. Lampu, komputer dan peralatan-peralatan lain yang mengeluarkan haba.
- vii. Keadaan sekeliling bangunan bersebelahan seperti tinggi bangunan dan arahnya, suhu dan kelembapan di sekitar kawasan.

(Sumber: Kursus Pemantapan Kemahiran Teknikal Juruteknik, 2004).

1.4 Penyataan masalah

Kajian keselesaan termal bukanlah satu kajian yang masih baru dijalankan di Malaysia. Namun demikian, sangat sedikit kajian yang menekankan aspek persepsi penghuni terhadap ruang bekerja mereka terutama bangunan pentadbiran. Permasalahan kajian yang diketengahkan dalam kajian ini ialah isu persekitaran kerja yang tidak selesa kerana perubahan termal yang seterusnya memberi kesan kepada kesihatan penghuni sama ada dari aspek psikologi dan fisiologi yang dinilai berdasarkan pengukuran lapangan dan persepsi.

Masalah-masalah yang sering timbul disebabkan persekitaran kerja yang tidak selesa dari aspek keselesaan termal ialah masalah kesihatan. Antaranya ialah penghuni mudah kelesuan, cepat berpeluh, cepat letih, demam, batuk, selesema, pening dan sebagainya. Hal ini dapat dijelaskan dengan sejenis sindrom yang dikenali sebagai Sindrom Bangunan Sakit (SBS). Pesakit yang mengalami penyakit SBS kebiasaannya dapat sembuh apabila berada jauh dari bangunan atau mengambil cuti berehat. Sehingga sekarang penyakit SBS ini masih tidak dapat diketahui punca penyakit itu bermula tetapi boleh dikenalpasti apabila 20 peratus atau majoriti daripada penghuni mengadu tentang masalah kesihatan apabila berada dalam bangunan (Mohd Yusof, 2011) dan proses kajian klinikal (Ghodish, 1995). Namun demikian, faktor-faktor yang mendorong penyakit ini lebih cepat merebak ialah disebabkan kemerosotan kualiti udara dalam bangunan, tahap keselesaan termal tidak baik, faktor pencahayaan, kesan hingar dan banyak lagi (EPA, 2010).

Kajian keselesaan termal yang dijalankan di Thailand pada bulan April (musim panas) yang melibatkan 1,100 orang responden mendapati bahawa suhu neutral bagi bangunan ini ialah 27.4°C di mana julat suhu selesa responden ialah di antara 22°C sehingga 30.5°C (Busch, 1992). Selain itu, kajian yang dijalankan di Singapura mendapati bahawa, zon keselesaan termal ialah 27.6°C dengan 70% kelembapan relatifnya dan 27.9°C dengan 35% kelembapan relatifnya (de Dear et al., 1991). Selain itu, kajian yang dijalankan sekitar tahun 2000 juga telah mendapati suhu neutral bagi bangunan yang menggunakan pengudaraan semulajadi di Thailand oleh Busch dan Singapura oleh De Dear ialah 28.5°C dan meningkat kepada 28.8°C pada tahun 2003 di Singapura (Wong & Khoo, 2003).

Malaysia Standard (MS) 1525:2001 menyatakan bahawa julat suhu bagi bangunan bukan perumahan (*building non-residential*) yang menggunakan alat penyaman udara ialah di antara 23°C - 26°C. Namun demikian, Kementerian Tenaga, Teknologi Hijau dan Air (KETTHA) pada tahun 2011 telah mengeluarkan pekeliling mewajibkan semua bangunan kerajaan melaraskan suhu alat penyaman udara tidak kurang dari 24°C bagi menjimatkan penggunaan tenaga elektrik. Hasil perbandingan analisis kajian-kajian keselesaan termal yang dijalankan di Asia Tenggara mendapati bahawa penduduk yang hidup di negara-negara beriklim panas dan lembap sepanjang tahun lebih cenderung atau selesa pada julat suhu di antara 25°C - 30°C (Roonak & Kamaruzzaman, 2009).

Bagi menyokong isu kajian ini, ketidakselesaan termal di persekitaran kerja penghuni berlaku apabila keadaan ruang berkenaan dalam keadaan terlalu sejuk ataupun terlalu panas. Malah, beberapa kajian yang dijalankan mendapati, memang terdapat penurunan produktiviti penghuni apabila ruang aktiviti itu terlalu panas atau terlalu sejuk [Wyon (1986); Seppänen et al. (2006); Berglund et al. (1990); Roelofsen (2001); Jensen et al. (2009); Lan et al. (2011)].

1.5 Persoalan kajian

Berdasarkan pernyataan masalah yang dinyatakan sebelum ini, wujud persoalan berbangkit dalam kajian ini iaitu:

- i. Apakah keselesaan termal berbeza mengikut masa?
- ii. Sejauh manakah keselesaan termal yang dirasai oleh penghuni mengikut persepsi mereka?
- iii. Adakah kualiti hidup penghuni dalam bangunan UTHM berada dalam keadaan terbaik?

1.6 Matlamat kajian

Matlamat utama kajian ini ialah mengenalpasti julat keselesaan bagi penghuni di bangunan UTHM.

1.7 Objektif kajian

Objektif kajian ini adalah;

- i. Mengetahui keselesaan termal mengikut masa.
- ii. Mengetahui keselesaan termal mengikut persepsi penghuni.
- iii. Mengetahui kualiti hidup penghuni di bangunan UTHM berdasarkan keselesaan termal mengikut masa dan persepsi penghuni.

1.8 Skop kajian

Pada bulan Ogos 2011, UTHM telah berjaya menyiapkan projek pembinaan bangunan fakulti-fakulti baru. Antara fakulti-fakulti tersebut ialah Fakulti Pengurusan Teknologi dan Perniagaan (FPTP), Fakulti Pendidikan Teknikal dan Vokasional (FPTV), Fakulti Kejuruteraan Awam dan Alam Sekitar (FKAAS) dan Fakulti Sains Komputer dan Teknologi Maklumat (FSKTM). Selain fakulti-fakulti ini, terdapat empat buah fakulti yang turut beroperasi di dalam kampus induk UTHM antaranya ialah Fakulti Kejuruteraan Mekanikal dan Pembuatan (FKMP), Fakulti Kejuruteraan Elektrik dan Elektronik (FKEE), Fakulti Sains, Teknologi dan Pembangunan Insan (FSTPi) dan Fakulti Teknologi Kejuruteraan.

Skop kajian ini hanya menumpukan kepada tiga buah bangunan fakulti sahaja iaitu bangunan FPTP, FPTV dan FKAAS. Pemilihan tiga bangunan ini sahaja adalah disebabkan beberapa faktor yang hampir sama iaitu orientasi bangunan, tempoh pengoperasian bangunan, ciri-ciri binaan bangunan yang menggunakan konkrit dan keluli, ciri-ciri landskap di sekitar bangunan dan fungsi bangunan sebagai ruang bekerja responden. Selain itu, kajian ini hanya melibatkan responden yang

menggunakan bangunan berkenaan sahaja. Responden yang menggunakan bangunan ini adalah terdiri daripada pensyarah-pensyarah yang aktif (bukan bercuti) di UTHM.

Manakala, kaedah yang digunakan bagi mendapatkan data-data kajian ialah melalui kaedah kuantitatif iaitu kaedah borang soal selidik dan kaedah pengukuran di stesen kajian yang terpilih. Kaedah borang soal selidik pula diedarkan bagi mendapatkan persepsi responden berkenaan tahap keselesaan termal mereka, sementara kaedah pengukuran pula bertujuan untuk mendapatkan bacaan suhu udara dan kelembapan relatif di stesen-stesen kajian yang terpilih. Kedua-dua kaedah ini dijalankan pada bulan Mac 2013 sehingga April 2013 kerana cuaca kering berlaku pada tempoh ini. Pemilihan cuaca kering sebagai tempoh kajian adalah kerana bagi mengelakkan berlaku ralat dan perbezaan bacaan bagi tiga hari bacaan yang diambil. Malah kajian ini dijalankan bagi mengenalpasti julat keselesaan penghuni dalam cuaca kering. Pengukuran ini dijalankan di dalam bilik dan di luar bilik responden selama tiga hari berturut-turut pada tiga waktu yang berbeza iaitu waktu pagi, tengah hari dan petang.

1.9 Hipotesis kajian

Hipotesis merupakan andaian penyelidikan yang dibentuk oleh kajian pada peringkat awalan berkaitan dengan tajuk kajian (Abdul Ghafar, 1999). Hipotesis ini dibentuk bagi mencapai objektif-objektif kajian ini. Terdapat tiga hipotesis yang dibentuk iaitu:

Ho¹ - Tidak terdapat hubungan yang signifikan di antara cuaca di luar bangunan (waktu pagi) dengan tahap keselesaan termal responden.

Ho² - Tidak terdapat hubungan yang signifikan di antara cuaca di luar bangunan (waktu tengah hari) dengan tahap keselesaan termal responden.

Ho³ - Tidak terdapat hubungan yang signifikan di antara cuaca di luar bangunan (waktu petang) dengan tahap keselesaan termal responden.

1.10 Kepentingan kajian

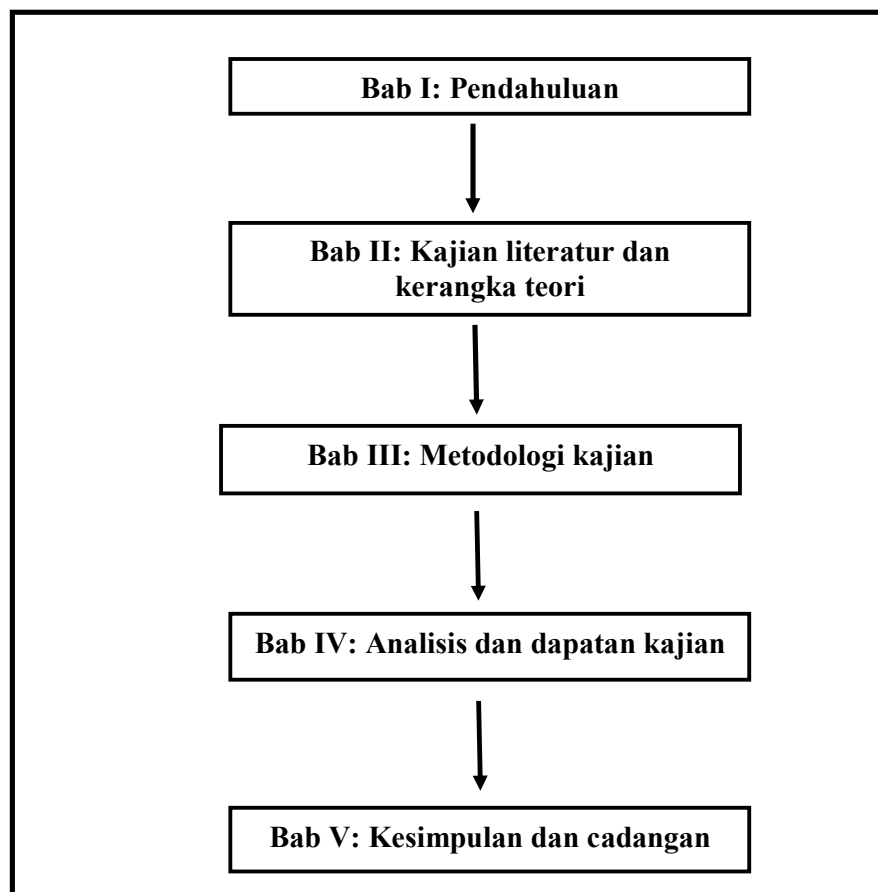
Kajian berkenaan keselesaan termal sudah lama dijalankan di merata dunia. Namun demikian, kajian seumpama ini hanya dijalankan melibatkan keselesaan bilik kuliah, penginapan pelajar, sekolah, rumah, masjid dan sebagainya. Tambahan lagi, kajian yang menjurus kepada matlamat untuk menentukan kualiti hidup dan zon keselesaan termal penghuni bagi bangunan di UTHM belum pernah dijalankan sepenuhnya.

Oleh itu, kajian ini penting bagi membantu pihak Jabatan Pentadbiran dan Pengurusan Hartabina (JPPH) UTHM bagi mereka bentuk bangunan yang lebih mementingkan keselesaan penghuni dari aspek keselesaan termal. Reka bentuk bangunan ini perlulah mengambilkira aspek reka bentuk bangunan yang bercirikan kelestarian. Kelestarian di sini bermaksud bangunan ini boleh dihuni dengan selesa walaupun alat penyaman udara tidak digunakan malah boleh bergantung sepenuhnya dengan menggunakan pengudaraan semulajadi.

Selain itu, kajian ini sangat berguna dalam bidang akademik khususnya para pensyarah dan pelajar-pelajar yang turut menjalankan kajian dalam bidang keselesaan termal. Malah hasil kajian ini boleh memberi pandangan yang lebih jelas kepada pengkaji-pengkaji lain berkenaan situasi sebenar dalam aspek keselesaan termal di tempat kerja pada masa kini. Justeru, kajian-kajian yang akan datang mungkin akan memberikan hasil kajian yang agak berbeza kerana isu pemanasan global. Oleh itu, hasil kajian ini boleh dijadikan sebagai perbandingan hasil-hasil kajian akan datang.

1.11 Organisasi penulisan tesis

Organisasi penulisan tesis dirangka bagi memudahkan perancangan penyelidikan yang lebih teratur dan sistematik. Di bawah sub-topik ini, pengkaji menjelaskan berkenaan setiap bab dalam kajian ini. Rajah 1.1 menunjukkan ringkasan carta alir organisasi penulisan tesis kajian ini.



Rajah 1.1: Carta alir organisasi penulisan tesis

Bab I: Pendahuluan

Dalam bab ini menjelaskan berkenaan dengan pengenalan kajian, keselesaan termal dan keperluannya kepada penghuni, latar belakang kajian, konsep keselesaan termal, pernyataan masalah, persoalan kajian, matlamat kajian, objektif kajian, skop kajian, hipotesis kajian, kepentingan kajian, dan organisasi penulisan tesis.

Bab II: Kajian literatur dan kerangka teori

Dalam bab ini menerangkan dan menjelaskan lebih terperinci berkenaan dengan definisi keselesaan, konsep keselesaan termal, Piawai ASHRAE 55-2004, faktor-faktor utama yang mempengaruhi keselesaan termal penghuni, panduan persekitaran yang

selesa, bahan binaan bangunan, pengudaraan bangunan, orientasi bangunan, zon keselesaan termal, sensasi keselesaan termal, indeks keselesaan termal, pendekatan kepada keselesaan termal, konsep persepsi, kualiti hidup, Sindrom Bangunan Sakit (SBS), dan kesihatan penghuni dalam bangunan, landskap dan persekitaran bangunan, peranan tumbuh-tumbuhan terhadap persekitaran dalam bangunan, kerangka teori penyelidikan, hubungan di antara keselesaan termal dengan produktiviti penghuni, dan kajian-kajian lepas yang berkaitan dengan keselesaan termal yang menggunakan pendekatan persepsi.

Bab III: Metodologi kajian

Dalam bab ini menerangkan lebih jelas berkenaan kawasan kajian, pengumpulan data, reka bentuk kajian, persampelan, dan cara menganalisis data kajian.

Bab IV: Analisis dan dapatan kajian

Dalam bab ini semua hasil dan analisis kajian dengan menggunakan perisian SPSS bagi menganalisis persepsi responden dalam borang soal selidik dan analisis korelasi bagi beberapa pembolehubah yang telah ditetapkan dalam kajian ini. Hasil daripada ini, matlamat kajian dapat dicapai.

Bab V: Kesimpulan dan cadangan

Dalam bab ini menyimpulkan semua bab dalam satu bab ini dengan lebih padat dan lengkap selain beberapa cadangan bagi meningkatkan lagi mutu kajian ini untuk para penyelidik akan datang.

1.12 Kesimpulan

Malaysia merupakan antara negara yang beriklim panas dan lembap sepanjang tahun. Iklim panas dan lembap ini menjadikan bangunan-bangunannya bersuhu sekitar 20°C sehingga 32°C dengan kelembapan relatif 55 peratus hingga 100 peratus. Isu yang kerap dihadapi oleh penghuni dalam bangunan ialah isu ketidakselesaan termal. Hal ini berlaku disebabkan tubuh manusia tidak selesa dengan keadaan persekitarannya. Ketidakselesaan ini menimbulkan pelbagai masalah antaranya, produktiviti kerja terganggu, hilang tumpuan pada kerja, kelesuan, malas, kesihatan pekerja terancam dan sebagainya. Keselesaan termal ini dipengaruhi oleh dua faktor iaitu faktor persekitaran dan peribadi. Bagi mencapai matlamat kajian, dua kaedah digunakan dalam kajian ini iaitu kaedah borang soal selidik dan pengukuran termal yang dijalankan bagi mendapatkan persepsi penghuni dan julat dan purata bacaan suhu dan kelembapan relatif udara di kawasan kajian. Bagi mendapatkan hasil kajian yang berkualiti, pengkaji memfokuskan kajian kepada tiga buah bangunan fakulti sahaja iaitu FPTP, FPTV dan FKAAS yang melibatkan seramai 170 responden dan 15 stesen pencerapan termal. Hasil kajian ini penting bagi menentukan sama ada pensyarah-pensyarah yang bekerja di bangunan UTHM berasa selesa dengan persekitaran kerja (kualiti hidup). Dalam bab II seterusnya akan membincangkan lebih lanjut berkenaan kerangka teori penyelidikan dan kajian-kajian lepas yang berkaitan dengan keselesaan termal yang menggunakan pendekatan persepsi.



BAB II

KAJIAN LITERATUR

2.0 Pengenalan

Dalam bab I telah membincangkan berkenaan dengan keselesaan termal dan keperluannya kepada penghuni, latar belakang kajian dan teori keselesaan termal, dan beberapa perkara penting yang perlu dibincangkan dalam kajian ini. Manakala Bab II pula akan membincangkan lebih mendalam tentang kajian ini dan turut meneliti kajian penyelidik-penyelidik lain yang berkaitan dengan keselesaan termal bagi mengukuhkan lagi kajian ini. Bab ini juga turut membincangkan kerangka teori penyelidikan dan kajian-kajian lepas yang berkaitan dengan keselesaan termal.

2.1 Keselesaan dan konsep keselesaan termal

Selesa merupakan suatu perasaan yang subjektif dan setiap individu mempunyai tahap selesa yang berbeza. Menurut Klein & Schlenger (2008) dalam bukunya *Basic Room Conditioning*, mendefinisikan selesa ialah "...a feeling of wellbeing.". Manakala, Model Fanger dalam Fermanel & Miriel (1999), menyatakan keselesaan itu dipengaruhi oleh beberapa faktor antaranya parameter suhu (keselesaan termal), parameter pendengaran (*acoustic*), kualiti pencahayaan semulajadi atau buatan, dan

kualiti udara persekitaran. Keselesaan juga merupakan suatu keadaan tertentu yang menghasilkan perasaan menyenangkan bagi penghuninya (Karyono, 1989).

Selain itu, McIntyre (1980), menyatakan seseorang akan dikatakan selesa apabila mereka merasakan persekitaran mereka tidak perlu lebih sejuk atau lebih panas. Hasil kajian lapangan yang dijalankan oleh Trost (1999), telah mendapati kebanyakan responden dalam sesebuah bangunan akan memilih suhu pada takat 70°F (21.1°C) pada cuaca sejuk dan 75°F (23.8°C) pada cuaca panas.

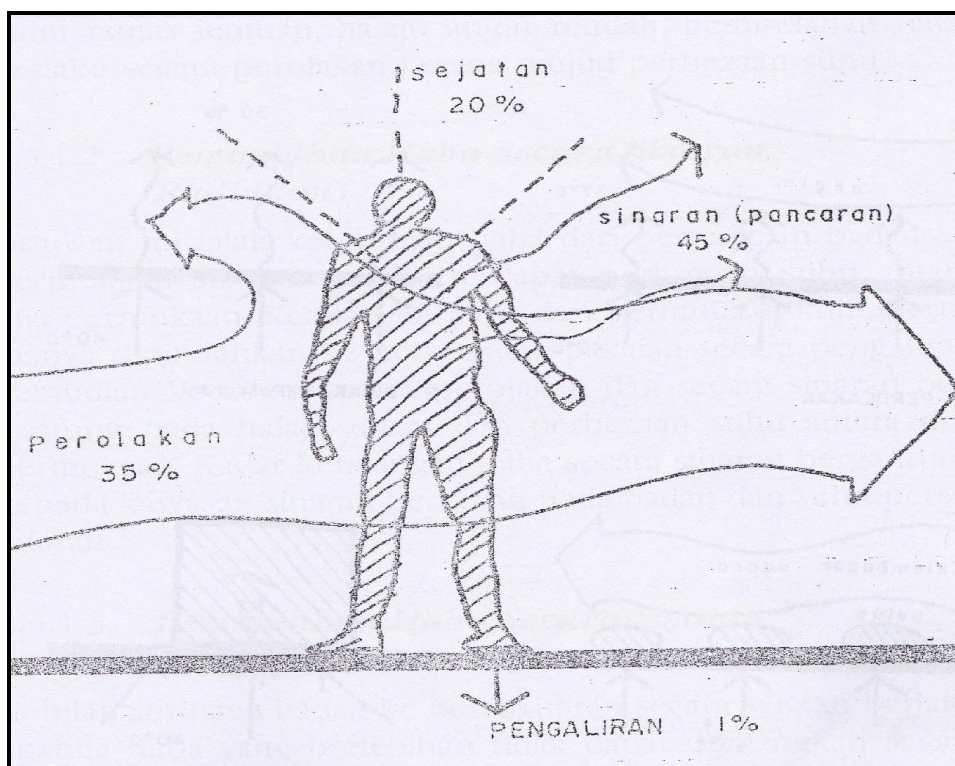
Kesimpulannya, keselesaan merupakan suatu kejadian alam yang dirasai oleh tubuh badan manusia. Keselesaan ini diperlukan hampir setiap masa bagi tubuh manusia bagi memudahkan mereka melakukan aktiviti harian tanpa merasa resah, lesu, sakit dan sebagainya. Tubuh badan manusia secara semulajadi akan berasa selesa apabila tidak terlalu sejuk atau tidak terlalu panas (dari sudut termal), tidak hingar (dari sudut pendengaran), tidak terlalu silau (dari sudut pencahayaan) dan udara persekitaran yang bebas dari pencemaran (dari sudut kualiti udara).

2.1.1 Konsep keselesaan termal

Keselesaan termal merupakan aspek pengkajian tentang refleks tubuh badan manusia terhadap kesan iklim (Hanafi, 1999). Keselesaan merujuk kepada empat faktor iaitu suhu, pendengaran, pencahayaan dan kualiti udara. Fanger (1970), menyatakan dari sudut fahaman subjektif, keselesaan termal wujud daripada keseimbangan faktor psikologi, biologi, fizikal dan fisiologi. Apabila membincangkan berkenaan termal, ianya melibatkan reaksi sistem dalam badan manusia terhadap perubahan suhu sama ada dalam badan mahupun suhu persekitaran.

Trost (1999), juga menyatakan bahawa keselesaan fizikal (tubuh badan manusia) memerlukan pembuangan haba badan bagi mengelakkan implikasi “*overheat*”. Manusia normal memerlukan suhu badan pada takat 37°C bagi memastikan sistem dalam badan manusia berjalan secara normal. Proses pembuangan atau penyingkiran haba dari badan ini melalui tiga kaedah utama iaitu kaedah perolakan, radiasi (sinaran) dan penyejatan. Selain itu, haba boleh disingkirkan dari badan melalui kaedah konduksi iaitu melalui kaki (tanpa sarung) yang menyentuh lantai yang sejuk. Akan tetapi, tiga kaedah di atas lebih efektif bagi

menyingkirkan haba dari badan. Rajah 2.1 menunjukkan penyingkiran haba dari badan ke persekitaran dengan menggunakan kaedah perolakan, sinaran, penyejatan dan konduksi (pengaliran).



Rajah 2.1: Pertukaran haba antara badan dan persekitaran (Hanafi, 1999)

Menurut kajian yang dijalankan oleh Abdul Shukor (1993), suhu selesa orang Malaysia ialah di antara 25.5°C sehingga 28.0°C . Keselesaan termal asasnya terjadi apabila seseorang terlindung dari terkena sinaran matahari secara terus selain kehadiran angin yang terhasil dari persekitarannya sama ada melalui sistem pengudaraan semulajadi mahupun sistem pengudaraan mekanikal (Abdul Malek, 2004).

Matlamat utama kajian berkaitan dengan keselesaan termal ialah untuk mewujudkan “zon selesa” atau julat suhu di mana sebahagian besar penghuninya berasa selesa (Angus, 1968). Olgyay (1963), pula mentafsirkan “zon selesa” ialah suatu keadaan di mana manusia akan dapat mengurangkan kadar pengeluaran tenaga dalam badannya untuk mengadaptasikan dirinya dengan persekitarannya.

2.1.1.1 Perolakan (*Convection*)

Proses perolakan berlaku apabila molekul-molekul dalam cecair atau gas bergerak disebabkan terdapatnya perbezaan suhu. Apabila suhu udara persekitaran kurang dari suhu badan manusia (kulit), haba dari badan akan disingkirkan melalui proses perolakan ke persekitaran. Peningkatan pergerakan udara persekitaran (angin yang bertiup) akan meningkatkan atau mempercepatkan proses penyingkiran haba dari badan melalui proses perolakan (Trost, 1999). Manakala Adithan dan Laroia (1995), mendefinikan proses perolakan secara umumnya ialah proses pemindahan haba di mana molekul cecair atau gas bergerak yang disebabkan oleh perubahan dalam suhu dan tekanan.

2.1.1.2 Radiasi/Sinaran (*Radiant*)

Trost (1999), menyatakan radiasi atau sinaran merupakan proses pemindahan haba melalui gelombang elektromagnet dari kawasan panas ke kawasan sejuk. Permukaan badan manusia (kulit) berfungsi untuk mengeluarkan haba dari badan ke persekitaran yang sejuk atau lebih rendah. Jika suhu badan seseorang lebih sejuk dari suhu persekitaran, badan manusia akan bertambah panas dan sebaliknya. Adithan dan Laroia (1995), menyatakan proses radiasi boleh berlaku dalam ruang yang kosong dan tidak memerlukan perantara atau apa-apa bahan untuk memindahkan haba dari satu tempat ke tempat yang lain.

2.1.1.3 Penyejatan (*Evaporation*)

Proses penyejatan ialah proses menukar atau mengubah dari bentuk cecair ke bentuk wap atau gas (Trost, 1999). Tubuh manusia boleh menyingkirkan haba dari badan melalui penyejatan. Wap air akan dikeluarkan melalui pernafasan dan kadar penyejatan akan bertambah dengan peningkatan proses respirasi atau melalui peluh

badan. Udara persekitaran akan menjadi lembap dengan peningkatan jumlah wap air dalam udara dan sekaligus akan memberikan keselesaan termal pada penghuni.

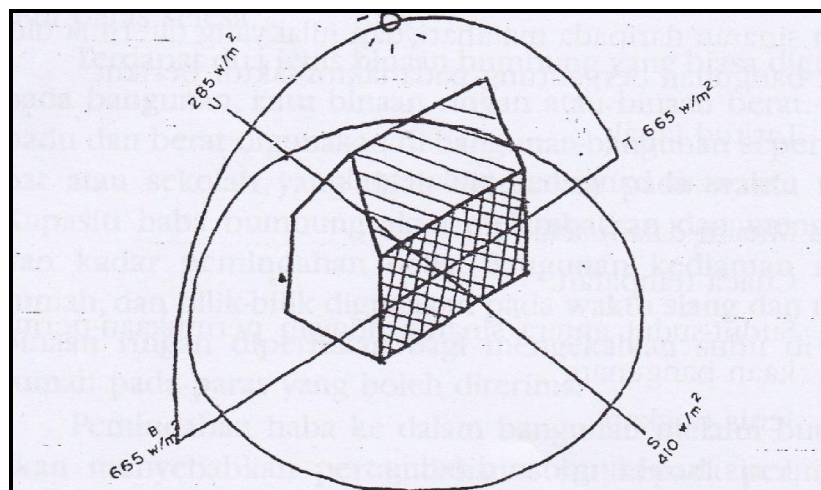
2.2 Piawaian ASHRAE 55-2004

Piawaian ASHRAE 55-2004 juga adalah berdasarkan kepada kajian di dalam makmal dengan keadaan terkawal iaitu hampir sama dengan Piawaian ISO 7730-84. Piawaian ASHRAE 55-2004 adalah piawaian yang dikhususkan kepada keadaan persekitaran termal untuk penghuni yang menjalankan aktiviti ringan seperti duduk dan membaca. Piawaian ini juga menjurus kepada keselesaan termal. Ia tidak merangkumi sepenuhnya persekitaran termal kerja yang lasak di mana individu terdedah kepada persekitaran yang panas atau sejuk. Skop piawaian adalah tidak terhad kepada jenis bangunan tertentu. Oleh itu, piawaian ini boleh digunakan sama ada untuk bangunan perumahan, bangunan komersial, bangunan baru atau bangunan lama.

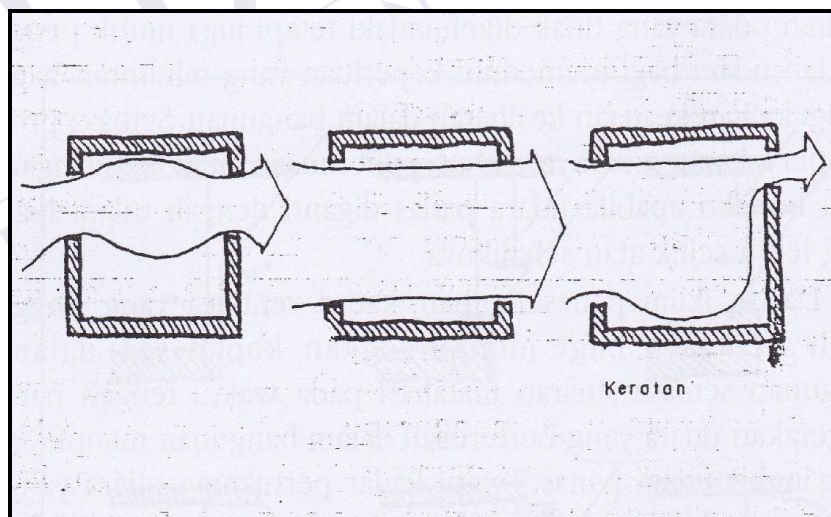
2.3 Faktor –faktor utama mempengaruhi keselesaan termal

Keselesaan termal manusia dipengaruhi oleh pelbagai aspek. Keselesaan termal yang selalu dititik beratkan ialah keselesaan termal manusia dalam bangunan. Faktor-faktor seperti iklim, keadaan semulajadi tanah, bahan-bahan binaan yang tersedia dan topografi memberi kesan kepada keselesaan termal dalam bangunan. Selain daripada itu juga, orientasi bangunan, bukaan tingkap dan pintu, elemen landskap, penghadang dan seumpamanya turut mempengaruhi kesan keselesaan termal dalam bangunan. Rajah 2.2 menunjukkan orientasi bangunan dan jumlah penerimaan haba bagi setiap permukaan dinding bangunan. Bagi dinding yang menghadap di sebelah timur dan barat, jumlah penerimaan haba dari sinaran matahari lebih tinggi berbanding dinding yang menghadap sebelah utara dan selatan.

Fungsi dinding bagi sesebuah bangunan adalah untuk mengawal dan mengatur pergerakan haba, udara dan bunyi bagi mengekalkan keselesaan. Dinding selalunya mempunyai panel, tingkap, pintu dan bukaan kekal. Dalam iklim panas dan kering, dinding sangat berfungsi untuk mengurangkan kesan kekuatan sinaran matahari, membenarkan pergerakan udara yang maksimum dan kebebasan dari gangguan awam (*privacy*). Rajah 2.3 menunjukkan kedudukan dan saiz bukaan tingkap dan pintu serta pengaruhnya terhadap aliran pengudaraan ke dalam bangunan.



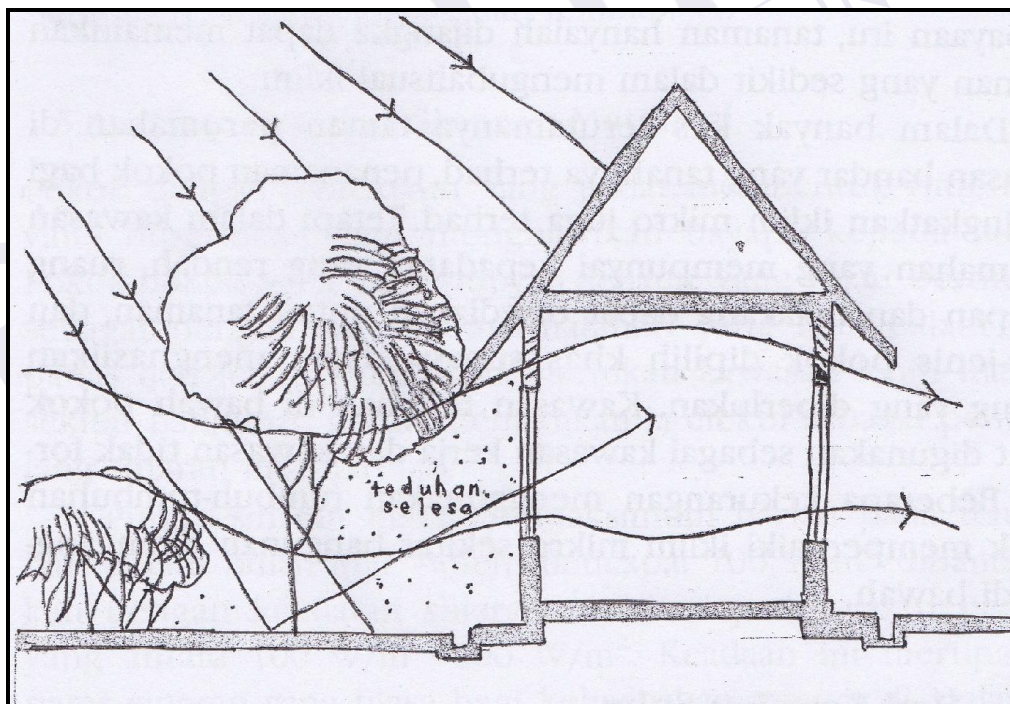
Rajah 2.2: Orientasi bangunan dan jumlah penerimaan haba (Hanafi, 1999)



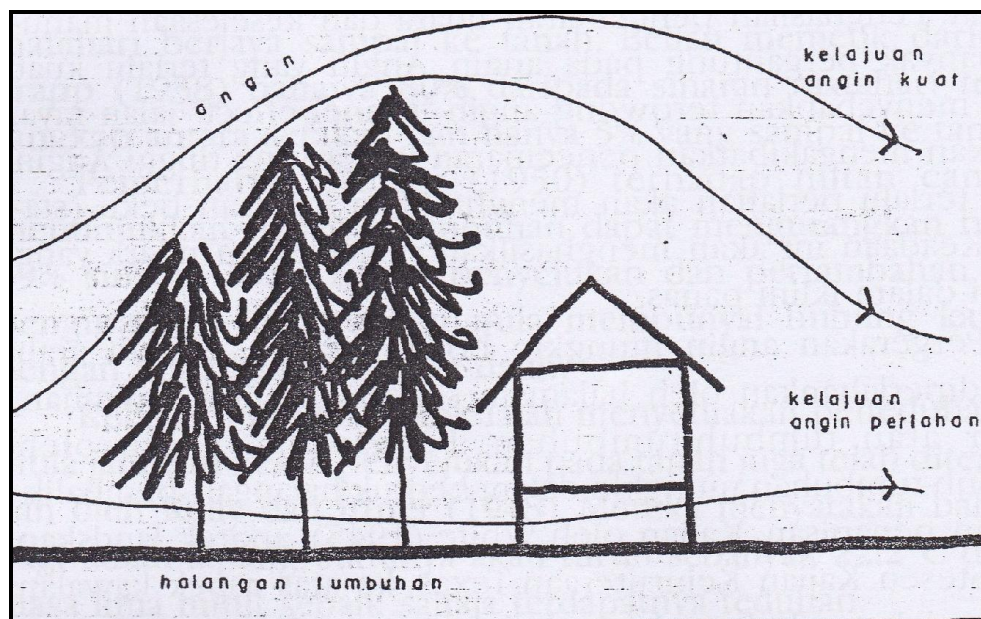
Rajah 2.3: Kedudukan dan saiz bukaan tingkap dan pintu serta pengaruhnya terhadap aliran pengudaraan (Hanafi, 1999)

Selain itu, elemen landskap turut mempengaruhi kepada keselesaan termal dalam bangunan. Penggunaan tumbuh-tumbuhan untuk meningkatkan kualiti persekitaran bangunan bergantung pada fungsi dan kualiti tumbuh-tumbuhan berkenaan. Kualiti fungsi tumbuh-tumbuhan ini diukur dari sudut bentuk, ketinggian, lebar pepohon, kadar pertumbuhan, keupayaan menahan angin dan menghasilkan bayang. Manakala, kualiti landskap ditentukan berdasarkan pada bentuk, tekstur dan warna daun-daunnya. Fungsi utama landskap ke atas sesebuah bangunan ialah bagi mengawal sinaran matahari, mengawal aliran angin, mengawal kelembapan dan suhu udara, dan kawalan kerpasan. Rajah 2.4 menunjukkan fungsi tumbuhan dalam mengawal sinaran matahari sementara, Rajah 2.5 pula menunjukkan fungsi tumbuh-tumbuhan mengawal aliran angin.

Angin merupakan elemen iklim yang dapat memberikan kesan kepada keselesaan manusia. Halaju angin yang rendah mungkin sesuai dan mungkin juga tidak sesuai bagi seseorang individu. Namun demikian, apabila halaju angin bertambah, keadaan yang tidak selesa dan boleh merosakkan harta benda.



Rajah 2.4: Tumbuhan dapat mengawal sinaran matahari (Hanafi, 1999)



Rajah 2.5: Tumbuh-tumbuhan mengawal aliran angin (Hanafi, 1999)

Menurut Fanger (1970), keselesaan termal dipengaruhi oleh dua faktor ataupun parameter iaitu faktor persekitaran (*environment*) dan faktor individu (*personal*). Dalam faktor persekitaran terdiri daripada suhu udara, suhu sinaran purata, kelembapan relatif dan halaju udara. Sementara, faktor individu pula ialah aktiviti dan pakaian penghuni.

Selain itu, Yu (1997), mengelaskan keselesaan termal seseorang dipengaruhi oleh dua faktor iaitu keadaan fizikal sekeliling (suhu udara, kelembapan relatif udara, halaju relatif udara, suhu radiasi purata, cahaya dan warna permukaan ruang) dan ciri-ciri penghuni (tahap aktiviti, jenis pakaian, umur, dan keturunan).

2.3.1 Suhu udara (*air temperature*)

Suhu ditakrifkan sebagai satu darjah kepanasan atau kesejukan bagi sesuatu jirim bahan. Ianya merupakan satu pengukuran tenaga kinetik termal (haba ketara) bagi sesuatu bahan (Adithan dan Laroiya, 1995). Suhu juga turut didefinisikan sebagai udara yang berada di persekitaran tubuh manusia yang mewakili aspek persekitaran, di mana ia mempengaruhi pengaliran haba di antara badan manusia dan udara

RUJUKAN

- Abdul Ghafar, M. N. (1999). *Penyelidikan Pendidikan*. Johor Darul Ta'zim: Universiti Teknologi Malaysia.
- Abdul Majid Ismail (1993). Pengudaraan dan Alir Udara di dalam Bangunan serta Permasalahannya. Dicapai pada April 12, 2012 dari http://www.hbp.usm.my/ventilation/pengudaraan_dan_permasalahannya.htm.
- Abdul Malek, A. R. (2004). *Low Energy Cooling Technology for Malaysian Homes*. Pulau Pinang: Universiti Sains Malaysia.
- Abdul Rahman, S. & Kannan, K. S. (1997). A Study of Thermal Comfort in Naturally Ventilated Classrooms: Towards New Indoor Temperature Standards. *Asia Pacific Conference on the Built Environment*. Kuala Lumpur, Malaysia.
- Abdul Shukor (1993). Human Thermal Comfort in Tropical Climates. University College London : Tesis Doktor Falsafah. Tidak diterbitkan.
- Adithan, M. & Laroiya, S.C. (1995). *Penyejukan dan Penyamanan Udara Praktikal*. Selangor: IBS Buku.
- ASHRAE (1992). *Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy*. Atlanta: ASHRAE Standard 55a.
- ASHRAE (2004). *Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy*. Atlanta: ASHRAE Standard 55.
- Angus (1968). Dlm: Ruzaimah binti Razman (2009). *Kajian Berkaitan dengan Keselesaan Terma di Bangunan Asrama: Kajian Kes di Bangunan Asrama Universiti Tun Hussein Onn Malaysia, Batu Pahat*. Universiti Tun Hussein Onn Malaysia: Tesis Sarjana Muda. Tidak diterbitkan.
- Appah-D.J & Koranteng C. (2012). *As Assessment of Thermal Comfort in a Warm and Humid School Building at Accra, Ghana*. *Applied Science*. 3(1), 535-547.

- Apte, M. G., Fisk, W. J., Daisey, J. M. (2000). Indoor Carbon Dioxide Concentrations and SBS in Office Workers, *Proceedings of Healthy Buildings, Vol. 1*.
- Auliciems, A. & de Dear, R. (1986). Airconditioning in Australia I—Human Thermal Factors. *Architectural Science Review*. 29 (3), 67-75.
- Bedford, T (1936). *The Warmth Factor in Comfort at Work: A Physiological Study of Heating and Ventilation*. Industrial Health Research Board Report No. 76. London: HMSO.
- Berglund, L., Gonzales, R., & Gagge, A. (1990). Predicted human performance decrement from thermal discomfort and ET*. *Proceedings of The Fifth International Conference on Indoor Air Quality and Climate*. Toronto, Canada. vol 1:215-220.
- Brierley, C. (1996). *Acclimation: Familiarisation to Hot, Humid Environments, and its Effects on Thermal Comfort Requirements*. Universiti Loughborough United Kingdom: Tesis Sarjana. Tidak diterbitkan.
- Brook, E. P. (1950). *Climate in every day*. London: Earnest Bermon.
- Busch, J. F. (1992). *A Tale of Two Populations: Thermal Comfort in Air-Conditioned and Naturally Ventilated Buildings in Singapore*. *International of Journal Biometeorology*. 34: 259-265.
- Cham, C. H. (2004). *Designing for Thermal Comfort for Housing in Tropical Climate*. Universiti Teknologi Malaysia: Tesis Ijazah Sarjana Muda. Tidak diterbitkan.
- Chua Y. P. (2006). *Kaedah Penyelidikan Buku 1*. Malaysia: Mc Graw-Hill.
- Clark, R. P. & Edholm, O. G. (1985). *Man and His Thermal Environment*. London: Edward Arnold.
- Clements-Croome, D. (2006). *Creating the Productive Workplace*. London: E & FN Spon.
- Cronbach, L. J. (1951). *Coefficient alpha and the internal structure of tests*. *Psychometrika*. 16 (3), 297–334
- de Dear, R., K. G. Leow & S. C. Foo, (1991). *Indoor Climate and Thermal Comfort in the Humid Tropics-Part I: Climate Chamber Experiments on Temperatures Preferences in Singapore*. *ASHRAE Transactions*. 97, 874-879.

- de Dear, R. J. (1998). A Global Database of Thermal Comfort Field Experiments. *ASHRAE Transactions*, 104, part 1.
- de Dear, R., Brager, G. & Cooper, D. (1998). *Developing an Adaptive Model of Thermal Comfort and Preference*. ASHRAE Transactions. Atlanta, USA.
- Ellis, F.P. (1953). *Thermal Comfort in Warm Humid Atmosphere: Observation on Groups and Individuals in Singapore*. *Journal of Hygiene*. 51, 422-430.
- Environmental Protection Agency (2010). Indoor Air Facts No.4 (revised) Sick Building Syndrome. Dicapai pada Febuari 4, 2013 dari <http://www.epa.gov/iaq/pubs/sbs.html>.
- Fanger, P.O. (1970). *Thermal Comfort*. Copenhagen: Danish Technical Press.
- Fanger, P.O. (1973). *Thermal Comfort*. New York: McGraw Hill.
- Fermanel, F. & Miriel, J. (1999). *Air Heating System: Influence of a Humidifier on Thermal Comfort*. *Applied Thermal Engineering*. 19, 1107-1127.
- Fisk, W. J., Black, D. & Brunner, G. (2011). *Benefits and costs of improved IEQ in U.S. offices*. *Indoor Air*. 21, 357-367.
- Fisk, W. J. & Rosenfeld, A. H. (1997). *Estimates of Improved Productivity and Health from Better Indoor Environment*. *Indoor Air*. 7, 158-172.
- Folk, G. E. (1974). "Adaptation and heat loss: the past thirty years". Heat loss from animals and man: assessment and control . *Proceedings of the 20th Easter School in Agricultural Science*. Butterworths, London: University of Nottingham.
- Ghodish, T. (1995). *Sick Building: Definition, Diagnosis and Mitigation*. Indiana: Lewis Publishers.
- Giles, B. D., Balafoutis, C. H. & Maheras, P. (1990). *Too Hot for Comfort: the Heatwaves in Greece in 1987 and 1988*. *International Journal of Biometeorology*. 34, 98-104.
- Givoni, B. (1976). *Man, Climate and Architecture*. 2nd ed. London: Applied Science Publishers.
- .Goldsmith (1974). "Acclimatisation to cold in man -fact or fiction?". Heat loss from animals and man: assessment and control . *Proceedings of the 20th Easter School in Agricultural Science*. Butterworths, London: University of Nottingham.

- Gonzalez, R. R. (1979). Role of Natural Acclimatization (Cold and Heat) and Temperature: Effect on Health and Acceptability in the Built Environment, Indoor Climate, P.O. Fanger.
- Hanafi, Z. (1999). *Reka Bentuk Bangunan dalam Iklim Panas dan Lembab di Malaysia*. Kuala Lumpur: Dewan Bahasa dan Pustaka.
- Hassan, M. F. (2006). *Merekabentuk Sistem Pengudaraan untuk Mengurangkan Kesan Tekanan Haba terhadap Pekerja Kedai Dobi*. Kolej Universiti Teknologi Tun Hussein Onn: Tesis Ijazah Sarjana Muda. Tidak diterbitkan.
- Hens, H. S. L. C. (2009). *Thermal Comfort in Office Buildings: Two Case Studies Commented*. *Building and Environment*. 44, 1399-1408.
- Holdsworth, B. & Sealey, A. (1992). *Healthy Building – A Design Primer for a Living Environment*. United Kingdom: Longman Group.
- Humphreys, M. A. (1976). *Field Studies of Thermal Comfort Compared and Applied*. *Building Services Engineer*. 44, 5-27.
- Humphreys, M. A. (1978). *Outdoor Temperature and Comfort Indoors*. *Building Research and Practice*. 6(2).
- Hwang, R-L, Lin, T-P, Cheng, M-J, & Chien, J-H (2007). *Patient thermal comfort requirement for hospital environments in Taiwan*. *Building and Environment*. 42, 2980-2987.
- Jabatan Perangkaan Malaysia (2012). *Buku Tahunan Perangkaan Malaysia*. Malaysia.
- Jabatan Perdana Menteri (2005). *Garis Panduan dan Peraturan bagi Perancangan Bangunan oleh Jawatankuasa Kecil Piawaian dan Kos bagi Jawatankuasa Perancang Pembangunan Negara*. Dicapai pada Oktober 19, 2012, dari <http://www.jp-ph.gov.my/V2/pdf/GarisPanduanBangunan.pdf>
- James A. Gregson. A Conceptual Framework for Green Career and Technical Education: Sustainability and the Development of a Green-Collar Workforce. *Journal of Technical Education and Training*. 124. Dicapai pada Mac 3, 2012 dari <http://eprints.uthm.edu.my/568/>.
- Jansz, J. (2011). *Chapter 2 Theories and Knowledge about Sick Building Syndrome*. Dicapai pada Februari 10, 2013 dari http://www.springer.com/cda/content/document/cda_downloaddocument/9783642179181-c1.pdf?SGWID=0-0-45-1123948-p174093380

- Jensen, K. L., Toftum, J. & Friis-Hanse, P. (2009). *A Bayesian Network Approach to the Evaluation of Building Design and its Consequences for Employee Performance and Operational Costs*. *Building and Environment*. 44, 456-462.
- Karyono, T. H. (1998). *Report on Thermal Comfort and Building Energy Studies in Jakarta Indonesia*. *Building and Environment*. 35, 77-90.
- Klein, O. & Schlenger, J. (2008). *Basics Room Conditioning*. Birkhäuser: Basel.
- Koenigsberger, O. H., Ingersoll, T. G., Mayhem, A, & Szokolay, S.V. (1973). *Manual of Tropical Housing and Building*. London: Longman.
- Konting, M. M (2000). *Kaedah Penyelidikan Pendidikan*. 5th ed. Kuala Lumpur: Dewan Bahasa dan Pustaka.
- Koranteng, C. (2011). *A Thermal Comfort Evaluation in Low-Rise Office Building in Ghana*. *Applied Science Research*. 3(5), 165-178.
- Kwok, A. (1998). *Thermal comfort in tropical classrooms*. *ASHRAE Transactions*. 104 (1B), 1031-1047.
- Lan, L., Wargocki, P. & Lian, Z. W. (2011). *Quantitative Measurement of Productivity Loss due to Thermal Discomfort*. *Energy and Buildings*. 43, 1057-1062.
- Lan, L., Wargocki, P. & Lian, Z. (2012). *Optimal Thermal Environment Improves Performance of Office Work*.
- Liu, J., Yao, R., Wang, J., & Li, B. (2012). *Occupants' Behavioural Adaptation in Workplaces With Non-Central Heating and Cooling Systems*. *Applied Thermal Engineering*. 35, 40-54.
- Malaysia Standard (2001). *Code of Practice on Energy Efficiency and Use of Renewable Energy for Non-Residential Buildings*. Malaysia: MS 1525.
- Mansor, M. (2004). *Keselesaan termal dalam pembangunan perumahan bandar baru perbandingan di antara jenis-jenis rumah di Bandar Tun Hussein Onn dan Cheras Perdana*. Universiti Kebangsaan Malaysia: Tesis Sarjana. Tidak diterbitkan.
- McIntyre, D. A. (1980). *Indoor Climate*. London: Applied Science Publishers.
- Mohd Sari, K. A. (2003). *Kajian Keselesaan Terma di Penginapan Pelajar Universiti Sains Malaysia*. Universiti Sains Malaysia: Tesis Sarjana. Tidak diterbitkan.

- Mohd. Shariff, M. K. (2000). *Hortikultur Hiasan dan Landskap*. Kuala Lumpur: Dewan Bahasa dan Pustaka.
- Mohd Yusof, M. Z. (2011). *Getting to Know Our Buildings Better: Ventilation, Thermal Comfort, Air Freshness, Indoor Air Quality (IAQ), Sick Building Syndrome (SBS)*. Johor Darul Takzim: UTHM.
- Mohd Zahari, N. (2008). *Kesan Pemilihan Tumbuhan Landskap Dalaman terhadap Prestasi Termal Persekitaran Dalaman*. Universiti Tun Hussein Onn Malaysia: Tesis Ijazah Sarjana Muda. Tidak diterbitkan.
- Nicol, J.F. & Humphreys, M. A. (2002). *Adaptive Thermal Comfort and Sustainable Thermal Standard for Building*. *Energy and Building*. 34(6), 563- 572.
- Olgay, V. (1963). *Design with Climate: Bioclimatic Approach to Architectural Regionalism*. USA: Princeton University Press.
- Oughton & Hodgkinson (2002). *Heating and Air Conditioning of Buildings*. 9th ed. Great Britain: Elsevier Butterworth-Heinemann.
- Parsons, K. C. (2002). *The Effects of Gender, Acclimation State, The Opportunity to Adjust Clothing and Physical Disability on Requirements for Thermal Comfort*. *Energy and Buildings*. 34(6), 593-600.
- Parsons, K. C. (2003). *Human Thermal Environment*. 2nd ed. London: Taylor & Francis.
- PPH (2012). *Pejabat Pembangunan dan Pengurusan Hartabina*, UTHM.
- Prosser, C. L (Ed.) (1958). *Physiological adaptation*. Washington : American Physiological Society. ms. 167-180.
- Rahim, N. S. (2008). *Kesan Rekabentuk Landskap Dalaman terhadap Prestasi Termal Persekitaran Dalaman*. Universiti Tun Hussein Onn Malaysia: Tesis Sarjana Muda. Tidak diterbitkan.
- Razman, R. (2009). *Kajian Berkaitan dengan Keselesaan Terma di Bangunan Asrama: Kajian Kes di Bangunan Asrama Universiti Tun Hussein Onn Malaysia, Batu Pahat*. Universiti Tun Hussein Onn Malaysia: Tesis Sarjana Muda. Tidak diterbitkan.
- Robert J. M. D. & Paul D. S. (1996). *Health Education Evaluation and Measurement: A Practitioner's Perspective*. 2nd ed. New Jersey: Prentice Hall.

- Roelofsen, P. (2001). The design of the work place as a strategy for productivity enhancement. *Proceedings of Clima 2000/Napoli 2001 World Congress*. Napoli.
- Roonak, D. & Kamaruzzaman, S. (2009). *Effective Ventilation Parameters and Thermal Comfort Study of Air-Conditioned Offices*. *Applied Sciences*. 6, 943-951.
- Seppänen, O., Fisk, W. J., & Faulkner, D. (2003). *Cost Benefit Analysis of the Night-Time Ventilative Cooling*.
- Seppänen, O., Fisk, W.J., & Lei, Q.H. (2006). *Room Temperature and Productivity in Office Work*. Dicapai pada Februari 2, 2013 dari <http://escholarship.org/uc/item/9bw3n707#page-1>.
- Shafii, H. (2007). *Persepsi Penduduk Terhadap Tempat Tinggal dan Kualiti Hidup Masyarakat*. Bangi: Pusat Pengajian Siswazah Universiti Kebangsaan Malaysia.
- Shafii, H. (2012). *Keselesaan Terma Rumah Kediaman dan Pengaruhnya terhadap Kualiti Hidup Penduduk*. *Geografia Malaysian Journal of Society and Space*. 8 (4), 28-43.
- Thom, E. C. (1959). *The discomfort index*. *Weatherwise*, 12, 57-60.
- Trost, J. (1999). *Heating, Ventilating, and Air Conditioning*. 11 ed. USA: Prentice Hall.
- Wang, Z. (2006). *A field study of the thermal comfort in residential buildings in Harbin*. *Building and Environment*. 41, 1034-1039.
- Williams, S. (1996). *Behavioural Responses to Maintain Thermal Comfort in Office Environments*. Universiti Loughborough United Kingdom: Tesis Sarjana. Tidak diterbitkan.
- Williamson, T. J. (1991). *Aspect of Thermal Preferences in Housing in a Hot Humid Climate, with Particular Reference to Darwin, Australia*. *International Journal of Biometeorology*. 34, 251-258.
- Wong, N. H. & Khoo, S. S. (2003). *Thermal comfort in classrooms in the tropics*. *Energy and Buildings*. 35, 337-351.
- World Health Organization (1984). Dlm: Environment Protection Agency (1991). *Indoor Air Facts No.4 (Revised) Sick Building Syndrome*. Dicapai pada Januari 29, 2013, dari http://www.epa.gov/iaq/pdfs/sick_building_factsheet.pdf

- Wyon, D. P. (1986). *How is Productivity and Performance Affected by the Indoor Climate in Swedish*. *VVS & Energi*, 3, 59-65.
- Yeang, K. (1997). *Skyscraper, Bioclimatically Considered: A Design Primer*. 2nd ed (Revised). Great Britain: John Wiley & Sons.
- Yu, C. K. (1997). *Kajian Keselesaan Terma di dalam Sekolah Rendah*. Universiti Teknologi Malaysia: Tesis Ijazah Sarjana Muda. Tidak diterbitkan.
- Zainol Abidin, A. M. (1997). *Kajian Keselesaan Termal dalam Sistem Penyaman Udara di Bangunan Pejabat (Kajian Kes)*. Universiti Teknologi Malaysia: Tesis Ijazah Sarjana Muda. Tidak diterbitkan.



PTTA UTHM
PERPUSTAKAAN TUNKU TUN AMINAH