

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

Tandatangan : .....

Nama Penyelia: PROF. DR. MD. RAZALI AYOB

Tarikh : 10 APRIL 2009

# KAWALAN IKLIM DALAM SATU RUANG TERTUTUP

MUHAMMAD BIN ABDULLAH

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

Fakulti Kejuruteraan Mekanikal  
Universiti Teknikal Malaysia Melaka

APRIL 2009

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

Tandatangan : .....

Nama : MUHAMMAD BIN ABDULLAH

Tarikh : 10 APRIL 2009

Dengan Nama Allah Yang Maha Pemurah Lagi Pengasihani

Buat Ibu Bapa tercinta

Abdullah Bin Mohamed dan Zainabunnesita Binti Abd. Wahab

Doa dan pengorbanan mu yang tidak ternilai selama ini akan tetap ku kenang  
sepanjang hayat

Buat ahli keluarga tersayang, rakan-rakan, dan seluruh pihak yang terlibat

Terima kasih atas sokongan dan bantuan kalian selama ini

## PENGHARGAAN

Matlamat untuk melaksana dan menyiapkan kajian Projek Sarjana Muda dalam tempoh setahun tidak mungkin mencapai kejayaan tanpa bimbingan dan bantuan daripada pelbagai pihak yang terlibat secara langsung atau tidak langsung.

Malalui kesempatan ini, saya ingin mengambil peluang untuk merakamkan setinggi-tinggi penghargaan kepada penyelia Projek Sarjana Muda saya, Profesor Dr. Md. Razali Bin Ayob yang telah banyak meluangkan masa untuk memberi bimbingan, nasihat serta dorongan kepada saya sepanjang tempoh pelaksanaan projek ini.

Tidak ketinggalan juga, saya ingin merakamkan ribuan terima kasih kepada keluarga dan rakan-rakan seperjuangan saya yang sanggup memberi maklumat dan pertolongan serta sokongan moral sepanjang masa kajian pada saya.

Akhir sekali penghargaan juga ditujukan kepada Fakulti Kejuruteraan Mekanikal, Universiti Teknikal Malaysia Melaka kerana telah menyediakan satu peluang yang berharga kepada saya untuk menimba ilmu yang berkaitan dengan kajian ini.

## ABSTRAK

Tesis ini memperincikan tentang model kaedah berangka bagi mengkaji sifat terma haba dalam kabin motokar berdasarkan kepada bahan-bahan yang meliputinya serta dalam keadaan iklim yang panas dan lembap. Model kaedah berangka dibangunkan berasaskan kaedah titik dan kaedah perbezaan terhingga. Pengkhususan model ini adalah pada mod transien tiga matra, gabungan pemindahan haba secara olakan, aliran dan sinaran, serta keamatan sinaran suria terus. Kabin dibahagikan kepada beberapa titik pepejal (bahan-bahan yang menyelaputi kabin) dan titik bendalir (isipadu udara dalaman kabin). Pembentukan kaedah keseimbangan haba pada setiap titik membolehkan perkembangan nilai suhunya diketahui. Kesan sinaran suria merupakan kriteria utama yang akan disiasat. Kajian ini memperincikan perbandingan keadaan terma antara ruang dalaman kabin secara uji kaji dan juga simulasi. Keadaan terma dalaman geometri diperolehi melalui simulasi aliran haba menggunakan perisian Fluent 6.2.16. sebaliknya keadaan terma dalaman kabin diperolehi melalui ujikaji. Keseluruhannya, taburan suhu adalah dipengaruhi oleh keamatan sinar suria, daya apungan udara, dan perolakan tabii. Perbandingan antara keputusan simulasi dan uji kaji menunjukkan terdapat beberapa titik suhu dalam kontur simulasi yang tidak mematuhi bentuk taburan suhu secara uji kaji.

## ABSTRACT

This thesis elaborate on numerical method model to study characteristic of thermal condition inside a car cabin is based on the materials it made of and the inconsistent weather such as hot and damp climatic conditions. The numerical method model developed based on nodal method and the finite difference method. Its specificities are the 3-Dimension transient mode, the taking into account of the combined convection, conduction and radiation heat transfer as well as the direct solar intensity. The cabin divided into several solid nodes that which are the materials enveloped the compartment and fluid point which are the volumes of air inside the compartment. The formations of the heat balance at every nodal point enable the temperature value development are known. The solar radiation effect is the main criteria that been investigated. This study also describes the comparison of thermal condition of the cabin, between the experimental method and simulation. The thermal conditions inside the geometry obtained by using the heat flow simulation, Fluent 6.2.16 software. On the other hand the thermal conditions for inside the cabin were obtained through experimental method. Overall, the temperature distributions are influenced by the solar intensity, the buoyant force of the air, and natural convection. The comparison between simulation and experiment shows that several temperature points for the simulation contour does not comply with temperature distribution form as in experimental method.

## 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
	<b><i>ABSTRACT</i></b>	vi
	<b>KANDUNGAN</b>	vii
	<b>SENARAI JADUAL</b>	xi
	<b>SENARAI RAJAH</b>	xii
	<b>SENARAI SIMBOL</b>	xv
	<b>SENARAI LAMPIRAN</b>	xviii
<b>BAB I</b>	<b>Pengenalan</b>	1
	1.1 Latar belakang	1
	1.2 Pernyataan Masalah	3
	1.3 Objektif	4
	1.4 Skop	4
	1.5 Kepentingan Penyelidikan	5
<b>BAB II</b>	<b>Kajian Ilmiah</b>	7
	2.1 Pendahuluan	7
	2.2 Takrif dan Perkaitan Dengan Ruang	7
	2.3 Kawalan Terma dan Rekabentuk	8



BAB	PERKARA	MUKA SURAT
2.4	Aliran Haba Dari Permukaan Luar Kenderaan	9
2.4.1	Sinaran	10
2.4.2	Perolakan	10
2.4.3	Pengaliran	11
2.5	Sifat Terma Bahan	12
2.5.1	Haba Tentu dan Muatan Terma	12
2.5.2	Keberaliran Terma dan Daya Aliran	13
2.5.3	Keberintangan Terma dan Rintangan	13
2.5.4	Daya Aliran dan Rintangan Permukaan	14
2.5.5	Keberpancaran dan Keberserapan	14
2.5.6	Rintangan Menyeluruh	15
2.5.7	Keberhantaran atau Nilai- $U$	16
2.6	Kajian Berkaitan Keselesaan Terma Ruang	16
2.6.1	Suhu Udara, $T_a$	16
2.6.2	Suhu Sinaran Purata, $T_{mrt}$	17
2.6.3	Kelembapan Relatif, $RH$	18
2.6.4	Halaju Udara, $V_a$	19
2.6.5	Aktiviti	19
2.6.6	Pakaian	20
2.7	Pengenalan Kepada CFD (Computational Fluid Dynamic)	20
2.7.1	Simulasi Sinaran Suria, Peredaran Udara, dan Taburan Suhu	21
2.8	Iklm Dalam Kenderaan	24
2.8.1	Model kawalan iklim	25

<b>BAB</b>	<b>PERKARA</b>	<b>MUKA SURAT</b>
<b>BAB III</b>	<b>KAEDAH KAJIAN</b>	33
	3.1 Pengenalan	33
	3.2 Model Kawalan Iklim	35
	3.3 Titik Bendalir	37
	3.4 Gabungan Titik Pepejal dan Bendalir	38
	3.5 Pembinaan Fail Data	43
	3.5.1 Data Geometri	44
	3.5.2 Pekali Pemindahan Haba Perolakan	44
	3.5.3 Data Iklim	45
	3.6 Penyelesaian Berangka Pemindahan Haba Transien Tiga Matra	45
	3.6.1 Perbezaan Terhingga Titik Ruang Dalaman, $D$	47
	3.6.2 Perbezaan Terhingga Titik Permukaan, $P$	49
	3.7 Geometri Kabin Motokar	50
	3.8 Analisis Visual	52
	3.9 Ujian Taburan Suhu	53
	3.9.1 Objektif	55
	3.9.2 Peralatan	56
	3.9.3 Prosedur Ujian	56
	3.9.4 Data Eksperimen	58
<b>BAB IV</b>	<b>KEPUTUSAN DAN ANALISIS</b>	59
	4.1 Perincian Keamatan Sinar Suria, $I$	59
	4.2 Data Suhu dan Halaju Udara Persekitaran	62
	4.3 Data Suhu Dalaman Kabin	64
	4.4 Taburan Suhu Zon 1	65
	4.5 Taburan Suhu Zon 2	69

<b>BAB</b>	<b>PERKARA</b>	<b>MUKA SURAT</b>	
	4.6	Taburan Suhu Zon 3	73
	4.7	Taburan Suhu Zon 4	77
	4.8	Purata Suhu Setiap Zon	81
	4.9	Purata Suhu Keseluruhan	83
	4.10	Keputusan Simulasi	85
<b>BAB V</b>	<b>PERBINCANGAN</b>	90	
	5.1	Kesan Keamatan Sinaran Suria Terhadap Pemindahan Haba	90
	5.2	Kesan Daya Apungan Udara dan Perolakan Tabii	92
	5.3	Permasalahan Simulasi	92
	5.4	Pengawalan Keadaan Terma Dalam Kabin	94
<b>BAB VI</b>	<b>KESIMPULAN</b>	95	
<b>BAB VII</b>	<b>CADANGAN</b>	97	
	<b>RUJUKAN</b>	99	
	<b>BIBLIOGRAFI</b>	101	
	<b>LAMPIRAN</b>	102	

## SENARAI JADUAL

BIL	TAJUK	MUKA SURAT
2.1	Ringkasan skop beberapa model kawalan iklim yang melibatkan keselesaan terma kabin kenderaan (disesuaikan daripada Huang et al., 1998)	32
3.1	Keterangan kedudukan titik-titik suhu dalam setiap zon	54
4.1	Data sudut-sudut dan Keamatan sinar suria, <i>I</i> mengikut masa	60
4.2	Data suhu dan halaju udara persekitaran	62
4.3	Taburan suhu titik-titik setiap jam bagi Zon 1	65
4.4	Taburan suhu titik-titik setiap jam bagi Zon 2	69
4.5	Taburan suhu titik-titik setiap jam bagi Zon 3	73
4.6	Suhu maksimum pada setiap jam bagi Zon 3	76
4.7	Taburan suhu titik-titik setiap jam bagi Zon 4	77
4.8	Suhu maksimum pada setiap jam bagi Zon 4	80
4.9	Purata suhu setiap zon mengikut masa	81
4.10	Purata suhu kabin motokar pada setiap jam	83
4.11	Perbandingan antara hasil uji kaji dan simulasi taburan suhu dalaman kabin mengikut zon pada jam 2 petang, 14 Januari 2009	85

## SENARAI RAJAH

<b>BIL</b>	<b>TAJUK</b>	<b>MUKA SURAT</b>
2.1	Faktor-faktor yang mempengaruhi keselesaan dalam sesuatu ruang seperti motokar (disesuaikan daripada Yilmaz, 1983)	9
2.2	Suhu udara, $T_a$ lawan suhu kulit purata, $T_{sk}$ (disesuaikan daripada Hoppe, 1988)	17
2.3	Suhu sinaran purata, $T_{mrt}$ lawan suhu kulit purata, $T_{sk}$ (disesuaikan daripada Hoppe, 1988)	18
2.4	Kelembapan relatif, $RH$ lawan suhu kulit purata, $T_{sk}$ (disesuaikan daripada Hoppe, 1988)	18
2.5	Halaju udara $V_a$ lawan suhu kulit purata, $T_{sk}$ (disesuaikan daripada Hoppe, 1988)	19
2.6	Beban solar ke atas permukaan cermin hadapan dan permukaan dalaman kabin (adaptasi Lin, J. H, 2002)	22
2.7	Beban solar ke atas pemandu kenderaan SUV pada keamatan solar yang berbeza (Tae, Y. H dan Lin, J. H, 2005)	23
2.8	Taburan pergerakan udara dalaman kabin (Tae, Y. H dan Lin, J. H, 2005)	24
2.9	Taburan suhu permukaan kabin (Tae, Y. H dan Lin, J. H, 2005)	24
2.10	Skematik sistem HVAC kenderaan (Huang et	26

<b>BIL</b>	<b>TAJUK</b>	<b>MUKA SURAT</b>
	al., 1998)	
2.11	Kelembapan relatif, $RH$ lawan masa, $s$ dalaman kabin kenderaan penumpang (Huang et al., 1998)	28
2.12	Geometri yang dianalisis (Mezhrab dan Bouzidi, 2005)	29
3.1	Carta Alir Kaedah Kajian	34
3.2	Gambaran pemindahan haba 3-Matra	35
3.3	Geometri kabin motokar	36
3.4	Pemindahan haba antara titik bendalir dengan sekeliling (disesuaikan daripada Mezhrab dan Bouzidi, 2005)	38
3.5	Pemindahan haba antara titik pepejal “ $i$ ” dan “ $j$ ” secara olakan dan aliran dengan sumber sinaran suria (disesuaikan daripada Mezhrab dan Bouzidi, 2005)	39
3.6	Sudut latitud, sudut jam, dan sudut pihan (disesuaikan daripada C. P. Arora, 2000)	40
3.7	Penerbitan sudut-sudut suria seperti $\beta$ , $\square$ , $\gamma$ , $\alpha$ dan $\vartheta$ (disesuaikan daripada C. P. Arora, 2000)	41
3.8	Keamatan sinaran suria terus pada permukaan mendatar (disesuaikan daripada C. P. Arora, 2000)	42
3.9	Keamatan sinaran suria terus pada permukaan condong (disesuaikan daripada C. P. Arora, 2000)	43
3.10	Pembahagian titik mengikut grid 3-Matra	46
3.11	Grid berperingkat 3-Matra bagi titik ruang dalaman (titik bendalir), $D$	47
3.12	Grid berperingkat 3-Matra bagi permukaan (titik pepejal), $P$	49
3.13	Rekabentuk kabin motokar	51
3.14	Rekabentuk geometri kabin beserta kekisi	51

<b>BIL</b>	<b>TAJUK</b>	<b>MUKA SURAT</b>
3.15	Kedudukan dan orientasi motokar	54
3.16	Pandangan pelan titik-titik suhu dalam setiap zon	55
3.17	Pandangan sisi titik-titik suhu dalam setiap zon	55
3.18	Pengelog data pengganding-pengganding suhu	56
3.19	Penyambungan antara pengelog data dan komputer riba	57
3.20	Kedudukan pengganding suhu titik satu bagi Zon 1 dan 2 (papan pemuka)	58
4.1	Orientasi motokar	60
4.2	Keamatan sinaran suria terus, $I_D$ lawan masa	61
4.3	Suhu, $T_{env}$ dan halaju udara persekitaran, $V_w$ lawan masa	63
4.4	Perkembangan suhu titik-titik Zon 1, $T_{z1}$ lawan masa	66
4.5	Perkembangan suhu titik-titik Zon 2, $T_{z2}$ lawan masa	70
4.6	Perkembangan suhu titik-titik Zon 3, $T_{z3}$ lawan masa	74
4.7	Perkembangan suhu titik-titik Zon 4, $T_{z4}$ lawan masa	78
4.8	Purata suhu setiap zon, $T_{avg}$ lawan masa	82
4.9	Purata suhu keseluruhan kabin $T_{avg,t}$ lawan masa	84
4.10	Satah kontur taburan suhu merentasi tempat duduk pemandu	87
4.11	Perbezaan taburan suhu ujikaji dan simulasi pada jam 2 petang, 14 Januari 2009	88

## SENARAI SIMBOL

$A_i$	=	Luas permukaan titik $i$ , $m^2$
$A_j$	=	Luas permukaan titik $j$ , $m^2$
$A_k$	=	Luas permukaan permukaan menyinar, $m^2$
$A_{ij}$	=	Luas permukaan antara titik $i$ dan $j$ , $m^2$
$B_i$	=	Nombor Biot
$C_p$	=	Muatan haba tentu pada tekanan malar, $J/kg.K$
$d$	=	Sudut pihan suria, (darjah)
$e$	=	Keberpancaran,
$F_o$	=	Nombor Fourier
$h$	=	Sudut jam, (darjah)
$h$	=	Pekali perolakan haba, $W/m^2K$
$h_f$	=	Pekali perolakan haba bendalir, $W/m^2K$
$h_k$	=	Pekali perolakan haba bendalir yang disebabkan oleh permukaan menyinar, $W/m^2K$
$h_w$	=	Pekali perolakan haba disebabkan aliran angin luaran kabin, $W/m^2K$
$I_D$	=	Keamatan sinaran suria terus, $W/m^2$
$I_N$	=	Keamatan sinaran suria normal, $W/m^2$
$k$	=	Keberaliran terma, $W/mK$
$k_b$	=	Keberaliran terma bahan, $W/mK$
$k_f$	=	Keberaliran terma bendalir, $W/mK$
$l$	=	Sudut latitud, $^{\circ}$
$L$	=	Jisim udara
$m_a$	=	Kadar alir jisim udara, $kg/s$
$N$	=	Hari Julian (Januari 1=1)
$Q_r$	=	Kadar haba pancaran, $W$
$RH$	=	Kelembapan relatif



$t$	=	Masa, s
$t_{ij}$	=	Jarak antara dua titik, m
$T$	=	Suhu, K
$T'$	=	Suhu perbezaan, K
$T_a$	=	Suhu udara rongga masukan, K
$T_f$	=	Suhu bendalir, K
$T_i$	=	Suhu titik $i$ , K
$T_j$	=	Suhu titik $j$ , K
$T_k$	=	Suhu permukaan yang bersinar, K
$T_{mrt}$	=	Suhu sinaran purata, K
$U$	=	Keberhantaran, $W/m^2K$
$V_a$	=	Halaju udara masukan rongga, m/s
$V_w$	=	Halaju angin di luar kabin, m/s
$\alpha$	=	Keberesapan haba, J/Ns
$\alpha$	=	Sudut azimut permukaan, (darjah)
$\beta$	=	Sudut altitud, (darjah)
$\gamma$	=	Sudut azimut yang telah diukur daripada arah utara kepada unjuran cahaya matahari pada satah melintang, (darjah)
$\phi$	=	Sudut azimut suria, (darjah)
$\theta$	=	Sudut tuju, (darjah)
$\Delta$	=	Perbezaan sesuatu perkara
$\Delta x$	=	Ketebalan bahan, m
$\rho$	=	Ketumpatan, $kg/m^3$
$\rho$	=	Rintangan haba, $mK/W$
$\sigma$	=	Pemalar Stefan Boltzman, $5.6703 \cdot 10^{-8} (W/m^2K^4)$

### Subskrip

$a$	=	Udara
$i$	=	Titik dalam model termoelektrik
$j$	=	Titik dalam model termoelektrik
$D$	=	Titik dalaman bagi penyelesaian perbezaan terhingga
$E$	=	Titik timur dari titik $D$ dalam penyelesaian perbezaan terhingga

- $I$  = Titik timur laut dari titik  $D$  dalam penyelesaian perbezaan terhingga
- $N$  = Titik utara dari titik  $D$  dalam penyelesaian perbezaan terhingga
- $O$  = Titik barat daya dari titik  $D$  dalam penyelesaian perbezaan terhingga
- $S$  = Titik selatan dari titik  $D$  dalam penyelesaian perbezaan terhingga
- $W$  = Titik barat dari titik  $D$  dalam penyelesaian perbezaan terhingga

**SENARAI LAMPIRAN**

<b>BIL</b>	<b>TAJUK</b>	<b>MUKA SURAT</b>
A	Ciri-Ciri Keadaan Sempadan Simulasi Taburan Suhu	103
B	Ciri-Ciri Bahan Yang Digunakan Dalam Simulasi Taburan Suhu	104
C	Model Aturcara Simulasi FLUENT	105

## **BAB I**

### **PENGENALAN**

#### **1.1 Latar Belakang**

Pergerakan udara di dalam sebuah bangunan atau sebuah ruang tertutup biasanya disebabkan secara terma atau perbezaan momentum diantara zon-zon yang panas dan sejuk (olakan tabii), sistem pengudaraan secara mekanikal (perolakan paksa) atau gabungan kedua-duanya. Olakan tabii adalah sangat lazim bagi sesuatu ruang tertutup seperti sebuah bilik. Sebagai contoh penyejukan sewaktu cuaca panas, kedudukan tingkap berada lebih rendah daripada kedudukan penyaman udara. Maka taburan pergerakan udara, suhu, keamatan pergolakan dan pemindahan haba yang dicetuskan oleh satu sumber haba adalah memainkan peranan yang penting dalam pemuliharaan tenaga dan keselesaan terma. Gumpalan udara sejuk yang dihasilkan melalui penyaman udara juga membantu penyebaran kotoran di udara ke seluruh ruang bilik berdasarkan proses pemindahan tenaga. Oleh itu, proses perolakan tabii dalam penyejukan ruang adalah penting untuk mengawal kualiti udara. Jenis aliran perolakan ini adalah sangat tidak stabil dan bergantung kepada banyak faktor antaranya keadaan permukaan sesuatu ruang dan jumlah haba yang dibekalkan kepadanya. Adalah sukar untuk mengukur halaju udara dan taburan suhu secara tepat berdasarkan keterbatasan ketepatan sesuatu alat pengukuran dan kesukaran berurusan dengan perbezaan-perbezaan parameter keseluruhan dalam satu kajian bereksperimen serentak.

CFD (Computational Fluid Dynamic) menyediakan satu kaedah berkesan dengan kos yang efektif untuk meramalkan seluruh jenis aliran dalam sesuatu binaan tertutup seperti motokar. Seseengah simulasi CFD seperti dalam aspek yang dinyatakan di perenggan di atas menjanjikan keputusan dan pengfokusan kepada ciri-ciri utama aliran dalam fenomena kajian. Penggunaan kaedah CFD untuk mensimulasi pergerakan udara di bangunan-bangunan atau ruang tertutup seperti motokar telah menyumbang kepada pemahaman aliran rencana dalamannya. Kajian-kajian telah juga menunjukkan bahawa aplikasi CFD pada kejuruteraan bangunan atau binaan tertutup sering berhadapan dengan kelemahan-kelemahan tertentu seperti; batasan simulasi terhadap skala penuh, gangguan aliran ringan (buoyant flow) 3-Matra, gangguan taburan bahan tercemar dalam udara kesan daripada aliran ringan dan sebagainya (Alan P. Jeary, 1997)

Ramai manusia di era serba moden ini menggunakan kenderaan pengangkutan sama ada awam atau persendirian untuk sampai ke destinasi pilihan. Adalah penting untuk menyediakan satu persekitaran terma yang baik yang memberi keselesaan optimum kepada pemandu-pemandu dan penumpang-penumpang. Interaksi pemindahan haba secara aliran, olakan dan sinaran di dalam ruang sesebuah kenderaan adalah terlalu kompleks. Sinaran matahari yang berbeza-beza serta pengaruh ketidakseragaman suhu udara, halaju udara dan sistem penyaman udara di dalam sesebuah kenderaan menyebabkan terhasilnya suatu iklim yang sangat merubah dengan masa dan ruang. Pemandu mahu pun penumpang tidak mampu mengubah posisi mereka ke suatu tahap keselesaan dalam keadaan iklim yang tidak simetri ini. Situasi di atas boleh mendorong keterlibatan seseorang dalam kemalangan terutama kepada pengguna kereta, lori, dan bas jika langkah pengawalan ruang kenderaan yang baik tidak dilakukan. Zlatoper (1991) telah menyatakan bahawa suhu dalam ruang kenderaan adalah faktor ketiga tertinggi yang menyumbang dalam insiden trafik selepas faktor penyalahgunaan alkohol dan penggunaan tali pinggang keledar.

Beberapa tahun kebelakangan ini, laporan tentang terma keselesaan di dalam sebuah kabin motokar telah dilakukan yang mana akan diterangkan dalam kajian ilmiah. Sebenarnya, keadaan terma sesebuah motokar sangat bergantung keadaan

iklim. Ruang adalah tempat di mana ketidakselesaan terma sering berlaku. Dalam musim panas, adalah sukar untuk mendapatkan suhu dalaman sebuah motokar yang sesuai apabila terdedah dengan sinaran suria untuk tempoh beberapa jam. Tanpa sistem penyaman udara, pemindahan lebihan haba keluar daripada kabin kenderaan adalah sukar dilakukan jika persekitaran luaran panas, sekalipun mempunyai sistem pengudaraan yang baik. Sistem penyaman udara sudah tentu efektif untuk menyejukkan ruang, tetapi ia bukan berlaku dengan serta-merta. Manakala dalam musim sejuk, kita memerlukan sekurang-kurangnya lebih kurang sepuluh minit sebelum mendapat satu suhu yang diterima dalam kereta jika ia telah diletakkan seketika di kawasan lapang.

Dalam tesis ini, teori yang menyokong penghasilan model matematik proses pemindahan haba dan jisim akan dijelaskan. Selain itu, pencapaian daripada simulasi pada keadaan kenderaan yang statik dengan tingkap yang tertutup rapat juga akan dihadirkan.

## **1.2 Pernyataan Masalah**

Ruang yang ada menggambarkan suatu kenikmatan dalam dunia yang serba moden dewasa ini. Bagaimanapun, ruang yang sesuai dikaji adalah ruang tertutup seperti di dalam sebuah kenderaan, kapal terbang, dan bilik bersih atau juga dalam sebuah kapal selam. Jika dilihat ruang dalaman sebuah motokar, keadaan iklim di dalamnya adalah sangat penting untuk sama ada pemandu atau penumpang. Kebiasaannya, ketidakselesaan terma di ruangan sesebuah kereta adalah nyata dan memaksa seseorang untuk mencari situasi-situasi iklim tertentu untuk mengekalkan keselesaan menurut terma-terma penerimaan terma. Statistik Kementerian Pengangkutan Malaysia menunjukkan jumlah pengguna motokar terkumpul setakat 31 Disember 2007 adalah sebanyak 7,419,643 buah. Selain itu, jumlah motokar yang didaftarkan juga meningkat sebanyak 8% setiap tahun sejak dari tahun 2000. Oleh itu, keselesaan terma untuk kependudukan dalam kabin atau ruang kenderaan menjadi satu keutamaan dalam soal aktiviti-aktiviti yang dikendalikan di dalamnya.

Maka, masalah mencipta keadaan iklim yang sesuai boleh diselesaikan jika iklim ruang boleh dikawal dengan baik.

### **1.3 Objektif**

Objektif tesis ini adalah seperti berikut:

1. Membangunkan satu model kawalan iklim kabin motokar berdasarkan Hukum Keabadian Tenaga yang mematuhi keadaan tidak mantap (transien) proses pemindahan haba dan jisim.
2. Menganalisis taburan suhu dalaman motokar dengan menggunakan kaedah simulasi CFD (Computational Fluid Dynamic).
3. Membandingkan hasil simulasi CFD dengan satu uji kaji taburan suhu dalaman kabin motokar.

### **1.4 Skop**

Skop kajian adalah penting dalam melihat ringkasan keseluruhan kajian yang dijalankan. Tanpa skop kajian, penilai atau orang luar sukar untuk memahami atau menilai perkembangan kajian yang dijalankan. Berikut dinyatakan skop kajian ini:-

1. Tesis ini melingkupi penghasilan model kawalan iklim kabin motokar yang member fokus kepada parameter-parameter yang berpengaruh serta mematuhi keadaan tidak mantap proses pemindahan haba transien. Geometri dan proses pemindahan haba yang terlibat dalam penghasilan model ini dirumuskan bermatra tiga. Juga dirumuskan bahawa tiada aliran

haba yang masuk dari permukaan yang bersentuhan dengan enjin, jalan, dan bonet motokar kerana ianya dianggap ditebat dengan sempurna.

2. Penggunaan teknik simulasi CFD (Computational Fluid Dynamic), FLUENT untuk mengkaji taburan suhu dalaman kabin motokar. Simulasi ini bersandar kepada geometri kabin motokar yang dihasilkan melalui perisian Gambit. Kemudian, ianya dieksport ke dalam perisian CFD untuk dianalisis. Geometri yang disimulasi adalah ukuran sebenar kabin motokar Proton Saga BLM. Penilaian beban haba sinaran suria terhadap kabin motokar akan diambil kira dalam proses simulasi. Ini kerana, ia memainkan peranan yang penting dalam mengenalpasti taburan suhu dalaman kabin.
3. Perbandingan antara hasil simulasi CFD-FLUENT dan hasil uji kaji taburan suhu dijalankan pada kabin motokar Proton Saga BLM. Uji kaji dijalankan di satu kawasan di Taman Tasek Utama, Ayer Keroh, Melaka. Kawasan yang dipilih tidak terdedah kepada sebarang halangan bayang-bayang yang boleh mengganggu hasil uji kaji. Ujian perbandingan ini terhad kepada taburan suhu dalaman kabin motokar dan halaju angin di luarnya. Kabin motokar dibahagikan kepada beberapa titik. Suhu diukur pada setiap jam bermula 9 pagi hingga 5 petang.

## **1.5 Kepentingan Penyelidikan**

Terdapat beberapa kepentingan dalam penghasilan penyelidikan ini iaitu:-

1. Membantu mana-mana jurutera HVAC (Heating, Ventilating and Air Conditioning) terutamanya yang berkaitan dengan bidang automotif dalam mereka bentuk suhu dalaman kenderaan. Fokus boleh diberikan kepada bagaimana untuk meningkatkan keselesaan dalaman sesebuah kenderaan secara pengudaraan seperti penghasilan pengalihan udara