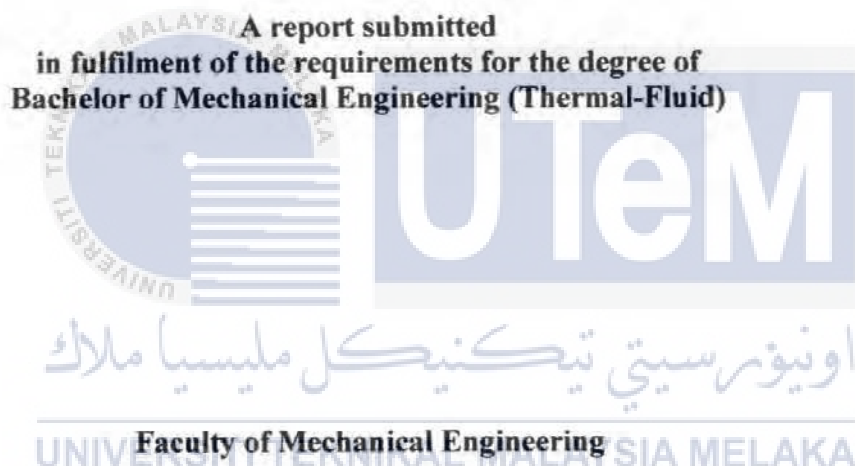


REKA BENTUK MODEL SISTEM PENGUDARAAN BERKUASA SURIA

MOHD SHARIMEN IMRAN BIN HUZAMRI



Faculty of Mechanical Engineering

UNIVERSITI TEKNIKAL MALAYSIA MELAKA

2017

PENGAKUAN PELAJAR

"Saya akui bahawa karya ini adalah hasil kerja saya sendiri kecuali yang dipetik di dalam rujukan"

Tandatangan :

Penulis : Mohd Sharimen Imran Bin Huzamri

Tarikh : 24/05/2017



اونيورسيتي تيكنيكل مليسيا ملاك

UNIVERSITI TEKNIKAL MALAYSIA MELAKA

PENGESAHAN PENYELIA

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

Tandatangan :

Nama penyelia : Dr. Mohd Afzanizam Bin Mohd Rosli

Tarikh : 24/05/2017



UTeM

اونيورسيتي تيكنيكل مليسيا ملاك

UNIVERSITI TEKNIKAL MALAYSIA MELAKA

DEDIKASI

Kepada keluarga yang tersayang.



UTeM

اونيورسيتي تيكنيكل مليسيا ملاك

UNIVERSITI TEKNIKAL MALAYSIA MELAKA

PENGHARGAAN

Pertama sekali, saya bersyukur kepada tuhan kerana memberikan kesihatan, kekuatan dan kesabaran dalam menyiapkan projek sarjana muda ini.

Saya juga ingin merakamkan ucapan terima kasih saya kepada penyelia projek saya iaitu Dr. Mohd Afzanizam Bin Mohd Rosli yang telah banyak menyumbang dalam memberi cadangan dan galakan dalam menyelaraskan projek saya terutama dalam menulis laporan ini. Beliau sentiasa memberikan sokongan, bantuan dan bimbingan berterusan sepanjang menyiapkan laporan ini.

Saya juga ingin merakamkan ucapan terima kasih kepada keluarga yang tersayang kerana telah banyak memberi sokongan moral dan memberi galakan kepada saya sepanjang pembelajaran dan menyiapkan laporan ini. Tidak ada kata-kata yang sesuai dan boleh menggambarkan penghargaan atas sokongan mereka kepada saya.

UNIVERSITI TEKNIKAL MALAYSIA MELAKA

Saya juga ingin mengucapkan terima kasih kepada rakan-rakan saya yang banyak membantu saya dalam menyiapkan projek ini dalam tempoh masa yang terhad. Akhir sekali, saya ingin mengucapkan terima kasih kepada mereka yang telah menyokong saya sama ada secara langsung atau tidak langsung dalam menyiapkan projek ini.

ABSTRAK

Malaysia adalah sebuah Negara tropikal yang disifatkan sebagai panas dan lembap dan terletak di 'Tropic of Cancer and Capricorn'. Kawasan ini terdapat unsur-unsur iklim yang dikategorikan sebagai suhu yang tinggi dan corak harian yang seragam sepanjang tahun. Suhu purata tahunan di Malaysia adalah 26.4°C dengan purata suhu maksimum harian adalah 34°C dan purata suhu minimum setiap hari adalah 23°C . Malaysia juga mempunyai langit yang terang sepanjang tahun dan menerima purata cahaya matahari dari 3.7 jam ke 8.7 jam setiap hari. Mengikut purata tahunan, Malaysia menerima 6 jam sinaran matahari setiap hari sepanjang tahun. Sinaran cahaya matahari terus ke bumbung rumah menyebabkan suhu bumbung rumah menjadi tinggi sekaligus meningkatkan juga suhu rumah. Oleh itu, projek sistem pengudaraan ini dijalankan untuk meningkatkan sistem pengudaraan di dalam bumbung rumah supaya suhu yang sesuai dan selesa untuk penghuni rumah dapat dicapai. Untuk mendapatkan suhu yang terbaik, saiz sistem pengudaraan ini dikaji agar dapat berfungsi untuk melancarkan peredaran udara di dalam bumbung rumah dengan spesifikasi saiz yang telah ditentukan. Pertama sekali, isipadu loteng dan kadar pengaliran udara akan dikira dalam kaki kubik per minit. Kemudian, pengalir udara bumbung yang sesuai akan dipilih berdasarkan kadar pengaliran udara yang dikira. Seterusnya, kuasa panel suria akan dikira secara teori sebelum panel suria yang sesuai dipilih. Ini adalah untuk mengelakkan kuasa yang dibekalkan oleh panel suria kepada motor adalah berlebihan atau berkurangan. Akhir sekali, penambahbaikan untuk pengudaraan bumbung solar juga dijalankan. Dalam penambahbaikan tersebut, satu sistem saluran udara telah direka untuk meningkatkan kadar pengudaraan loteng. Untuk projek ini, suhu yang dapat dikurangkan oleh sistem pengudaraan yang dikaji ialah sekitar $3^{\circ}\text{C} - 5^{\circ}\text{C}$. Suhu akan turun pada tahap maksimum apabila kipas bergerak dengan laju pada hari yang cerah dan suhu akan turun pada tahap minimum jika kipas bergerak perlahan dalam keadaan cuaca mendung. Suhu yang sepatutnya ingin dicapai oleh sistem yang akan dikaji ialah sebanyak 34.09°C walaupun dalam keadaan cuaca yang panas. Kesimpulannya, jenis kipas, saiz kipas dan saiz rumah yang betul diperlukan untuk mendapatkan suhu yang diinginkan tanpa menggunakan tenaga berlebihan.

ABSTRACT

Malaysia is a tropical country that is deemed to be hot and humid and is located in the Tropic of Cancer and Capricorn. In this area, there are elements of climate that is classified as high temperature and daily patterns are uniform throughout the year. The annual average temperature is 26.4 °C in Malaysia with an average daily maximum temperature is 34 °C and the average minimum daily temperature is 23 °C. Malaysia also has bright sky all year round and receives an average of 3.7 hours to 8.7 hours per day. According to an average annual data, Malaysia receive 6 hours of sunlight every day. Direct sunlight to the roof causing the roof to have a high temperature and simultaneously can increase the temperature of the house. Thus, the project is run to improve the ventilation system in the roof so that the temperature is suitable and comfortable for the occupants of the house can be reached. To get the best temperature, the size of the ventilation system is examined in order to smooth the circulation of air in the roof by using predetermined size specifications. First of all, the volume of the attic and the airflow rate will be calculated in cubic feet per minute. Then, the air diverter roof will be chosen based on the calculated airflow rate. Next, the power of the solar panel will be calculated theoretically before solar panels are selected. This is to prevent the power supplied by the solar panel to the motor is excessive or diminished. Finally, improvements to solar roof ventilation is also carried out. In these improvements, an air duct system was designed to raise levels of attic ventilation. For this project, the temperature can be reduced by ventilation system are in range of 3°C - 5°C. Temperatures will drop at the maximum level when the fan is moving with speed on a sunny day and temperatures will drop to a minimum if the fan is moving slowly in cloudy weather. Temperatures were supposed to be achieved by the system is 34.09°C even in hot weather conditions. In conclusion, the type of fan, fan size and the size of the house is required to obtain the correct desired temperature without using excessive force.

KANDUNGAN

PENGAKUAN PELAJAR	i
PENGESAHAN PENYELIA :	ii
DEDIKASI.....	iii
PENGHARGAAN.....	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KANDUNGAN	vii
SENARAI RAJAH.....	ix
SENARAI JADUAL	xi
SENARAI SINGKATAN	xii
SENARAI SIMBOL.....	xiii
BAB 1	1
Pengenalan.....	1
1.1 LATARBELAKANG	1
1.2 PENYATAAN MASALAH	3
1.3 OBJEKTIF KAJIAN	4
1.4 SKOP KAJIAN	4
1.5 KAEDAH UMUM.....	5
BAB 2	6
KAJIAN ILMIAH.....	6
2.1 GAMBARAN KESELURUHAN.....	6
2.2 PENGENALAN KEPADA SISTEM PENGUDARAAN	6
2.2.1 SISTEM PENGUDARAAN BUMBUNG BERKUASA SURIA	8
2.2.2 SAIZ KIPAS	10
2.2.3 JUMLAH ALIRAN UDARA	11
2.3 KEADAAN IKLIM DI MALAYSIA.....	12
2.4 SUMBER KUASA SURIA DI MALAYSIA.....	14
2.4.1 SISTEM FOTOVOLTAN SURIA.....	15
2.4.2 JENIS PANEL SURIA	17
2.5 KESELESAAN TERMA.....	18
2.5.1 KESELESAAN TERMA DI DALAM BANGUNAN DI MALAYSIA	19
2.5.2 SUHU DI DALAM RUANG BUMBUNG DI MALAYSIA	20
BAB 3	24

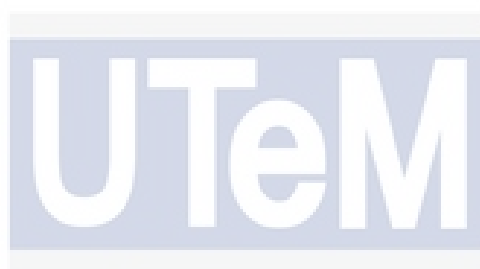
METODOLOGI	24
3.1 GAMBARAN KESELURUHAN	24
3.2 KAEDAH KAJIAN	24
3.3 REKA BENTUK BUMBUNG	27
3.4 REKA BENTUK DAN FABRIKASI SISTEM PENGUDARAAN	28
3.5 FUNGSI SISTEM	29
3.6 PEMASANGAN SISTEM PENGUDARAAN PADA BUMBUNG RUMAH	30
3.7 CARA UNTUK MENCATAT SUHU	31
3.8 ANALISIS SISTEM	32
BAB 4	35
KEPUTUSAN DAN DATA	35
4.1 UJI SISTEM	35
4.2 ANALISIS	35
4.2 DATA DAN PERBINCANGAN	38
BAB 5	45
KESIMPULAN DAN CADANGAN	45
5.1 KESIMPULAN	45
5.2 CADANGAN	45
RUJUKAN	47
LAMPIRAN A	50
LAMPIRAN B	55
LAMPIRAN C	57

UNIVERSITI TEKNIKAL MALAYSIA MELAKA

SENARAI RAJAH

RAJAH	TAJUK	MUKA SURAT
1.1	Perbezaan suhu antara bumbung yang menggunakan sistem pengudaraan dengan bumbung yang tidak menggunakan sistem pengudaraan.	2
1.2	Carta alir sistem pengudaraan bumbung berkuasa solar.	5
2.1	Menara atau copulos	7
2.2	Pergerakan udara sebelum dan selepas memasang sistem pengudaraan di dalam rumah.	8
2.3	Jenis sistem pengudaraan bumbung yang sering digunakan	9
2.4	Power vent.	9
2.5	Pembahagian iklim bumi.	12
2.6	Purata suhu tahunan bumi berdasarkan keadaan geografi.	12
2.7	Purata tahunan keamatan sinar harian di Malaysia.	14
2.8	Sel, panel dan modul.	15
2.9	Jenis-jenis rekabentuk bumbung yang dikaji.	21
2.10	Suhu di dalam ruang bumbung untuk jenis bumbung berlainan rekabentuk untuk sehari.	22
3.1	Carta alir sistem pengudaraan berkuasa solar.	25
3.2	Reka bentuk dan ukuran bumbung yang akan dikaji.	26
3.3	Model sistem pengudaraan bumbung yang akan dibina.	29
3.4	Produk sebelum dicantumkan.	29
3.5	Aplikasi PicoLog Recorder yang digunakan.	31

3.6	'sampling interval' ditetapkan kepada 30 minit.	31
3.7	Alatan yang telah siap dipasang untuk mencatat suhu.	32
4.1	Radiasi solar lawan masa.	38
4.2	Suhu lawan masa untuk empat hari eksperimen dijalankan.	39
4.3	Suhu dengan sistem pengudaraan, suhu tanpa sistem pengudaraan, radiasi suria lawan masa.	41
4.4	Voltan, radiasi suria vs masa.	42
4.5	Halaju udara, radiasi suria lawan masa.	43



اونيورسيتي تيكنيكل مليسيا ملاك

UNIVERSITI TEKNIKAL MALAYSIA MELAKA

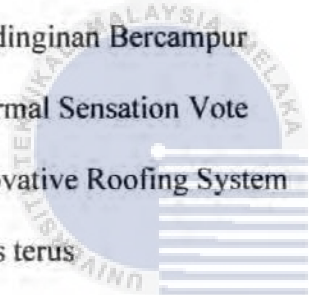
SENARAI JADUAL

JADUAL	TAJUK	MUKA SURAT
2.1	Saiz kipas dan aliran udara yang diekstrak keluar bumbung	10
2.2	Kadar perubahan setiap minit yang digunakan untuk menentukan CFM	11 & 12
2.3	Keselesaian terma di empat buah negara yang dikaji pada tahun 2015	20
2.4	Purata suhu di dalam masa 3 hari berdasarkan sistem bumbung yang berbeza	21
4.1	Masa dan radiasi suria untuk hari pertama eksperimen dijalankan.	38
4.2	Suhu ruang bumbung tanpa sistem pengudaraan.	40
4.3	Suhu ruang bumbung dengan menggunakan sistem pengudaraan.	40
4.4	Voltan yang dicatatkan pada hari pertama eksperimen.	42
4.5	Halaju udara yang dicatatkan pada hari pertama eksperimen dijalankan.	43

UNIVERSITI TEKNIKAL MALAYSIA MELAKA

SENARAI SINGKATAN

CFM	Jumlah Aliran Udara
ASHRAE	American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers
KUD	Kualiti Udara Dalam
PM	Pendinginan Mekanikal
PS	Pendinginan Semulajadi
PB	Pendinginan Bercampur
TSV	Thermal Sensation Vote
IRS	Innovative Roofing System
DC	Arus terus



اونيورسيتي تيكنيكل مليسيا ملاك

UNIVERSITI TEKNIKAL MALAYSIA MELAKA

SENARAI SIMBOL

Q	=	Jumlah Peningkatan Haba
T_i	=	Suhu Maksimum Dalaman
T_o	=	Purata Suhu Luaran
R_e	=	Keperluan Tenaga Sehari Untuk Sesuatu Aplikasi
P_e	=	Kuasa Untuk Sesuatu Aplikasi
T_d	=	Jangka Masa Aplikasi Digunakan Sehari
P_{suria}	=	Tenaga suria yang diperlukan
$P_{sebenar}$	=	Tenaga yang digunakan oleh kipas setelah diambil kira kecekapan inverter
T_{faktor}	=	Nilai faktor 1.4 digunakan
P_{kipas}	=	Kuasa kipas yang digunakan
$\epsilon_{inverter}$	=	Kecekapan inverter; kebiasaanya 85%
T_{mo}	=	masa operasi sistem pengudaraan sehari
VTL	=	kehilangan semasa transformasi voltan
CL	=	kehilangan di dalam litar
EL	=	kehilangan tenaga

BAB 1

PENGENALAN

1.1 LATARBELAKANG

Sistem bumbung yang mempunyai suhu yang rendah memainkan peranan penting dalam meningkatkan tahap keselesaan bagi penghuni di dalam rumah. Oleh itu, satu sistem pengudaraan telah direka cipta untuk mengalirkan udara yang tinggi di dalam ruang bumbung kepada kawasan luar rumah. Sistem pengudaraan ini berfungsi dengan bantuan kuasa dari sumber elektrik. Sistem pengudaraan ini berfungsi dengan mengalirkan haba-haba yang panas dalam sesuatu ruang yang kurang pergerakan udara kepada kawasan sekitar. Untuk projek ini, sistem pengudaraan yang menggunakan kuasa suria akan dikaji.

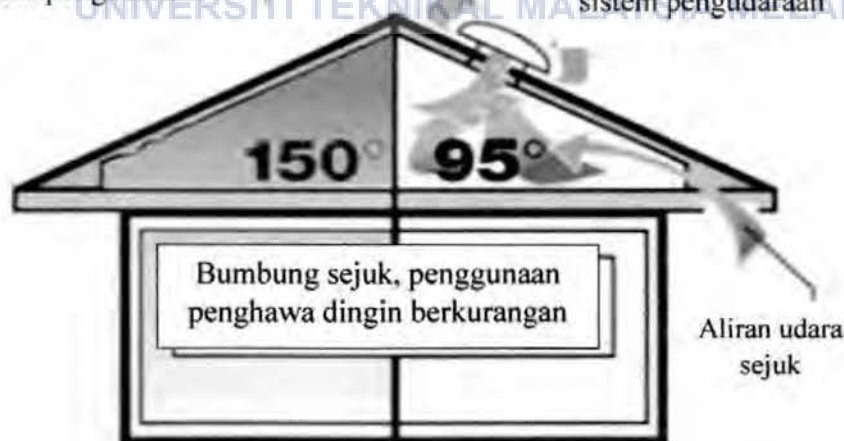
Sistem pengudaraan semula jadi telah lama digunakan untuk mencapai tahap keselesaan terma kepada manusia. kini, sistem pengudaraan ini boleh digunakan untuk dijadikan salah satu langkah untuk mengurangkan kebergantungan kepada penghawa dingin. Ini kerana penghawa dingin merupakan penyumbang utama pelepasan gas-gas yang menipiskan lapisan ozon bumi. Sistem pengudaraan ini adalah untuk mengatasi masalah aliran angin dan suhu yang tinggi disebabkan oleh keadaan iklim Malaysia yang panas dan lembap. Aliran angin dan perbezaan tekanan yang mencukupi adalah penting untuk pengudaraan dan oleh itu masalah ini boleh diatasi dengan penggunaan sistem pengudaraan bumbung berkuasa suria dengan mengalirkan udara panas dari ruang bumbung rumah ke kawasan sekitar. Pengekstrakan udara panas adalah tetap dan konsisten sepanjang siang selagi ada cahaya matahari untuk bekalan kuasa dari tenaga suria. Jadi, penggunaan tenaga elektrik boleh

dikurangkan dan kebergantungan kepada sistem penghawa dingin boleh dikurangkan dengan penggunaan sistem pengudaraan bumbung berkuasa suria ini (Jamaludin, Mohammed, Khamidi, & Wahab, 2015).

Bumbung rumah penyumbang ketara kepada kenaikan suhu sesuatu bangunan berbanding dengan permukaan yang menegak seperti dinding rumah. Hal ini demikian kerana bumbung lebih terdedah kepada cahaya matahari sepanjang siang. Bangunan kediaman di Malaysia, terutamanya bangunan yang rendah menjalani intensiti penghantaran haba yang tinggi, di mana bumbung mewakili kira-kira 70% daripada perolehan haba. Haba dari sinaran suria diserap oleh bumbung dan terperangkap di dalam ruang bumbung. Hal ini menyebabkan syiling menjadi panas dan membiaskan haba ke dalam kawasan rumah dan menyebabkan ketidakselesaan kepada penghuni. Jadi sistem pengudaraan ini digunakan supaya haba dibumbung diserap keluar ke kawasan sekitar. Aliran udara yang dihasilkan oleh sistem pengudaraan ini berkesan membawa haba dan kelembapan ke luar dan membiarkan udara dalam bahagian dalaman bumbung pada suhu yang sesuai (Rahman et al., 2014).

Tanpa menggunakan
sistem pengudaraan

Menggunakan
sistem pengudaraan



Rajah 1.1 Perbezaan suhu antara bumbung yang menggunakan sistem pengudaraan dengan bumbung yang tidak menggunakan sistem pengudaraan.

1.2 PENYATAAN MASALAH

Masalah kepanasan di dalam ruang bumbung rumah adalah disebabkan beberapa faktor. Masalah ini boleh menyebabkan suhu di dalam rumah juga meningkat. Situasi ini menyebabkan ketidakselesaan kepada penghuni. Antara penyebab peningkatan suhu di dalam ruang bumbung rumah adalah disebabkan oleh kedudukan geografi Malaysia yang berada di kawasan khatulistiwa. Malaysia dianggap sebagai negara tropikal yang bercuaca panas dan lembap sepanjang tahun. purata suhu tahunan di Malaysia ialah antara 26°C hingga 40°C manakala kelembapan relatif tahunan Malaysia adalah antara 60% hingga 90%. Mengikut purata tahunan juga Malaysia menerima sinaran matahari selama 6 jam sehari (Rahman et al., 2014). Jadi bumbung akan terdedah kepada sinaran matahari yang agak lama dan menyebabkan udara dalam ruang bumbung rumah meningkat. Selain itu juga, peningkatan suhu di dalam rumah menyebabkan keadaan yang tidak kondusif kepada penghuni. Jadi mereka memasang pendingin hawa di kediaman mereka bagi mengurangkan suhu di dalam rumah. Hal ini menyebabkan peningkatan penggunaan elektrik dan penggunaan penghawa dingin juga boleh menyebabkan kesan rumah hijau yang membawa kepada peningkatan suhu dunia. Antara sebab lain yang menjadikan suhu di dalam rumah meningkat ialah haba daripada mesin dan barang-barang elektrik dari dalam rumah. Radiasi atau pemindahan haba ke udara dari mesin ke dalam rumah menyebabkan suhu di dalam rumah meningkat dan menyebabkan suasana yang tidak kondusif kepada penghuni rumah. Oleh itu, haba yang terhasil perlu diekstrak keluar rumah untuk mencapai suhu yang sesuai untuk penghuni (Dangeam, 2011). Jadi projek yang akan saya jalankan ini iaitu sistem pengudaraan bumbung berkuasa suria adalah untuk mengurangkan suhu di dalam ruang bumbung rumah. Projek ini menggunakan tenaga dari matahari iaitu tenaga suria. Hal ini demikian kerana kebergantungan manusia kepada bahan api fosil untuk menjana elektrik menyebabkan sumber semakin berkurangan. Jadi, penggunaan tenaga suria adalah satu alternatif sumber tenaga baru yang boleh dipakai dan tidak

berkurangan. Selain itu juga, penggunaan tenaga suria juga tidak memberikan kesan yang merbahaya kepada alam sekitar.

1.3 OBJEKTIF KAJIAN

Objektif kajian ini adalah untuk:

1. Merekabentuk satu model sistem pengudaraan bumbung berkuasa suria.
2. Fabrikasi model sistem pengudaraan bumbung berkuasa suria.

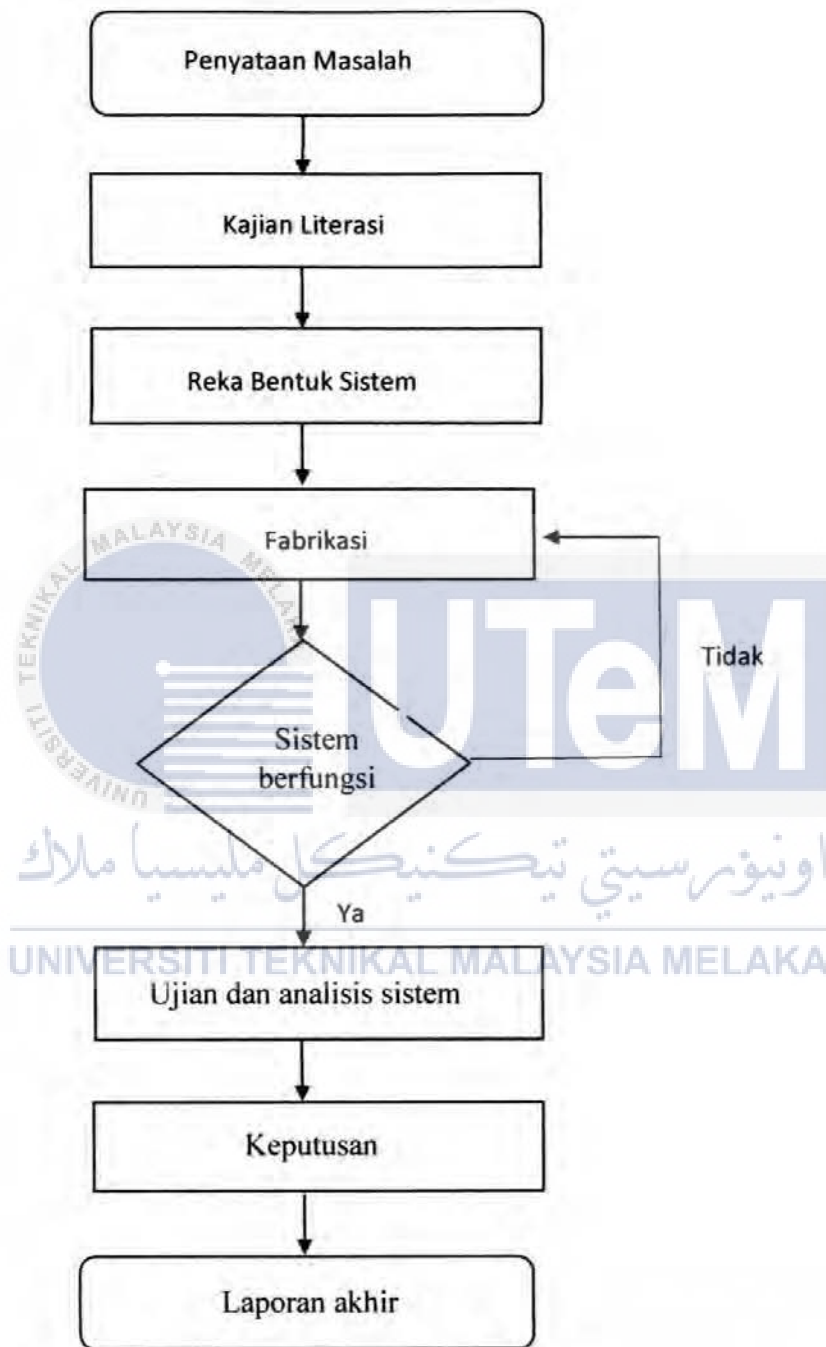
1.4 SKOP KAJIAN

Dalam mencapai objektif kajian, skop kajian ditetapkan sebagai garis panduan bagi melengkapkan projek ini:

1. Merekabentuk sistem pengudaraan bumbung yang menggunakan sumber tenaga suria.
2. Membuat fabrikasi model.
3. Membuat analisis tentang suhu yang sesuai di dalam ruang bumbung rumah.
4. Membuat analisis tentang penggunaan tenaga suria di Malaysia.
5. Kajian akan dilakukan berdasarkan bumbung logam dan rekabentuk bumbung yang digunakan pula dari jenis gabel.

1.5 KAEDAH UMUM

Carta alir kaedah umum untuk projek sistem pengudaraan bumbung berkuasa suria:



Rajah 1.2 Carta alir sistem pengudaraan bumbung berkuasa suria.

BAB 2

KAJIAN ILMIAH

2.1 GAMBARAN KESELURUHAN

Bab kedua ini adalah sebuah rujukan yang boleh digunakan untuk mengetahui dengan lebih lanjut mengenai teori dan perincian tentang skop projek yang akan dijalankan ini. Kajian ilmiah ini akan memberi tumpuan kepada pengenalan kepada sistem pengudaraan, sistem pengudaraan bumbung berkuasa suria, jenis dan saiz kipas untuk 'power vent', keadaan iklim di Malaysia, sumber kuasa suria di Malaysia, sistem suria fotovoltan dan panel suria, keselesaan terma, keselesaan terma di dalam bangunan di Malaysia dan suhu di dalam ruang bumbung di Malaysia.

2.2 PENGENALAN KEPADA SISTEM PENGUDARAAN

Teknik pengudaraan semulajadi telah digunakan oleh masyarakat zaman dahulu untuk mencapai keselesaan terma (Rifa, Al-obaidi, Malek, & Rahman, 2014). Teknik ini berfungsi dengan mengalirkan haba panas dari sesuatu kawasan bertutup atau bangunan ke kawasan luar bangunan tersebut. Pada masa ini, sistem ini masih lagi digunakan tetapi dengan bantuan alat pengudaraan. Alat pengudaraan ini membantu meningkatkan kecekapan sistem pengudaraan semulajadi. Haba yang terperangkap didalam sesuatu kawasan tertutup seperti ruang bumbung akan diekstrak keluar oleh alat pengudaraan ini ke kawasan luar dengan lebih pantas dan cekap berbanding dengan sistem pengudaraan semulajadi.

Alat pengudaraan bumbung yang pertama muncul sebagai menara atau copulos. Alat ini membantu mengalirkan udara ke atas melalui bumbung. Alat ini selalu digunakan di dalam bangunan yang terdedah kepada pembentukan bau dan bahan cemar. Untuk bangunan pada iklim yang panas, alat ini membantu meningkatkan aliran udara untuk menghasilkan keselesaan kepada penghuni (Rose, n.d.). Setelah itu, muncul pula alat pengudaraan berbentuk turbin. Alat pengudaraan ini dipasang atas bumbung bangunan. Turbin pada alat pengudaraan ini akan berpusing jika terdedah kepada angin dan akan mengekstrak keluar udara didalam ruang bumbung untuk menghasilkan pengudaraan yang baik di dalam ruang bumbung (Torasa & Sermsri, 2015). Selepas itu, 'power vent' mula digunakan untuk menghasilkan pengudaraan yang lebih baik dan berkesan. Kipas ekstraktor yang digerakkan oleh motor membolehkan lebih lancar aliran pengudaraan di dalam bumbung (Yew et al., 2013). Pada masa ini pula sistem pengudaraan bumbung berkuasa suria pula telah muncul. Sistem sama seperti 'power vent' tetapi operasi motor secara keseluruhannya bergantung kepada tenaga suria. Produk ini telah ada di pasaran telah dengan saiz yang besar dan berat. Untuk projek ini, sistem ini akan diubah saiz kepada lebih kecil dan ringan dengan kecekapan sistem yang sama.



Rajah 2.1 Menara atau copulos.

Untuk negara yang mempunyai suhu yang panas dan lembab seperti negara-negara yang berada di dalam kawasan beriklim tropikal adalah amat sesuai untuk menggunakan sistem pengudaraan ini. Hal ini demikian kerana purata suhu adalah tinggi pada kawasan tersebut (Rifa, Al-obaidi, Malek, & Rahman, 2014). Jadi, sistem pengudaraan ini boleh membantu mengurangkan suhu di dalam bangunan untuk keselesaan penghuni. Untuk projek ini, sistem pengudaraan di dalam ruang bumbung akan kita berikan tumpuan kerana salah satu masalah kepanasan di dalam rumah adalah disebabkan oleh suhu di dalam ruang bumbung yang tinggi (Dangeam, 2011).

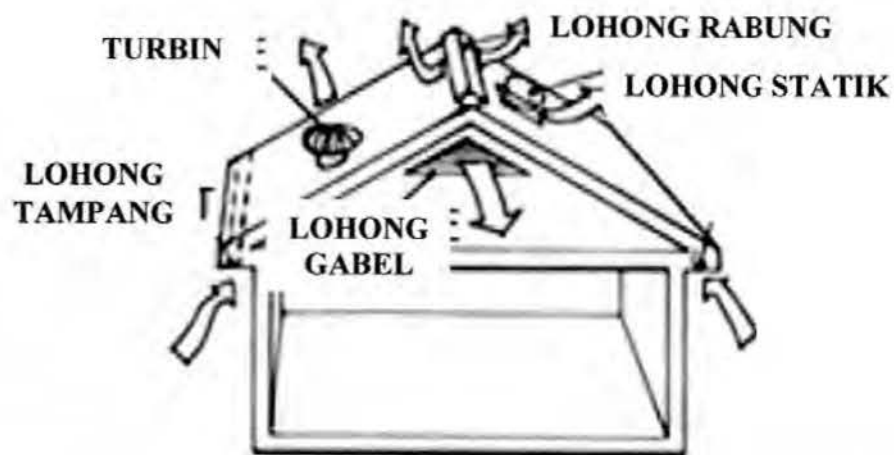


Rajah 2.2 Pergerakan udara sebelum dan selepas memasang sistem pengudaraan di dalam rumah.

UNIVERSITI TEKNIKAL MALAYSIA MELAKA

2.2.1 SISTEM PENGUDARAAN BUMBUNG BERKUASA SURIA

Terdapat pelbagai jenis sistem pengudaraan untuk bumbung yang boleh digunakan untuk mengurangkan suhu di dalam ruang bumbung antaranya ialah 'power vent', turbin, lohong rabung, lohong static, lohong tampang dan lohong gabel.



Rajah 2.3 Jenis sistem pengudaraan bumbung yang sering digunakan (Engineer, 2015).



Untuk projek ini, 'power vent' digunakan kerana telah terbukti aplikasi kipas ekstraktor yang digunakan boleh meningkatkan timbunan pengudaraan walaupun aplikasi ini menggunakan jumlah tenaga yang tinggi iaitu sekitar 250 watt. Sistem ini dijadikan salah satu alternatif yang berkesan selain daripada sistem pengudaraan yang lain (Yew et al., 2013). Untuk model ini, hanya satu kipas yang digunakan iaitu kipas ekstraktor. Kipas ini berfungsi mengeluarkan aliran udara panas di dalam bumbung ke kawasan sekitar. Jenis kipas yang digunakan pula adalah dari jenis 'axial fan'. Kecekapan kipas ini adalah lebih rendah berbanding yang lain tetapi kipas ini lebih ringkas dan boleh didapati dengan harga yang

rendah. Kipas ini juga telah banyak digunakan di dalam pelbagai aplikasi pengudaraan dan penyejukan dalam bangunan industri dan perdagangan sama ada dalam aplikasi tetap atau aplikasi boleh ubah. Untuk bilangan bilah pula, 8 bilah telah dipilih kerana nilai sesaran dan tekanan adalah lebih rendah berbanding 10 bilah dan 12 bilah (Nagakiran & Srinivasulu, 2013). Sistem pengudaraan ini dipilih kerana sistem pengudaraan ini lebih berkesan daripada yang lain dan sistem ini menggunakan motor untuk mengerakan kipas dan tidak bergantung kepada kelajuan angin untuk mengeraknya seperti turbin. Sistem yang lama menggunakan tenaga elektrik dari rumah untuk mengerakan motor tetapi untuk projek ini sumber tenaga suria akan digunakan untuk mengerakan motor.

2.2.2 SAIZ KIPAS

Saiz kipas yang digunakan di dalam 'power vent' juga amat penting. Semakin besar kipas yang digunakan semakin lancar aliran pengudaraan di dalam ruang bumbung itu sendiri. Oleh itu beberapa saiz kipas telah dikaji dan nilai aliran udara untuk saiz kipas telah ditunjukkan dalam jadual di bawah.

Jadual 2.1 Saiz kipas dan aliran udara yang diekstrak keluar bumbung (Dangeam, 2011).

Saiz kipas (inci)	Aliran udara (CFM)
14	1200
18	1533
22	2833
25	3167
30	4000
39	5833

2.2.3 JUMLAH ALIRAN UDARA

Kadar aliran udara atau CFM adalah penting untuk projek yang akan dijalankan ini. Hal ini demikian kerana CFM yang mencukupi adalah diperlukan untuk membekalkan aliran udara yang baik. Walau bagaimanapun, untuk keadaan yang terlampau panas mungkin CFM yang diperlukan adalah tinggi. Jadi, untuk menentukan nilai sebenar CFM yang diperlukan. Kita perlu mengambil kira lokasi dan purata tahap tugas sesuatu kawasan yang akan dikaji. Beberapa data yang telah dikaji dalam Jadual 2.2 boleh digunakan untuk mengira CFM. Untuk iklim yang panas, nilai yang lebih rendah akan digunakan manakala untuk iklim yang sederhana nilai yang tinggi akan digunakan. Satu formula yang akan kita gunakan untuk mengira CFM adalah seperti formula dibawah (Co., 2005):


$$CFM = \frac{\text{isipadu bumbung}}{\text{perubahan setiap minit}} \quad (2.1)$$

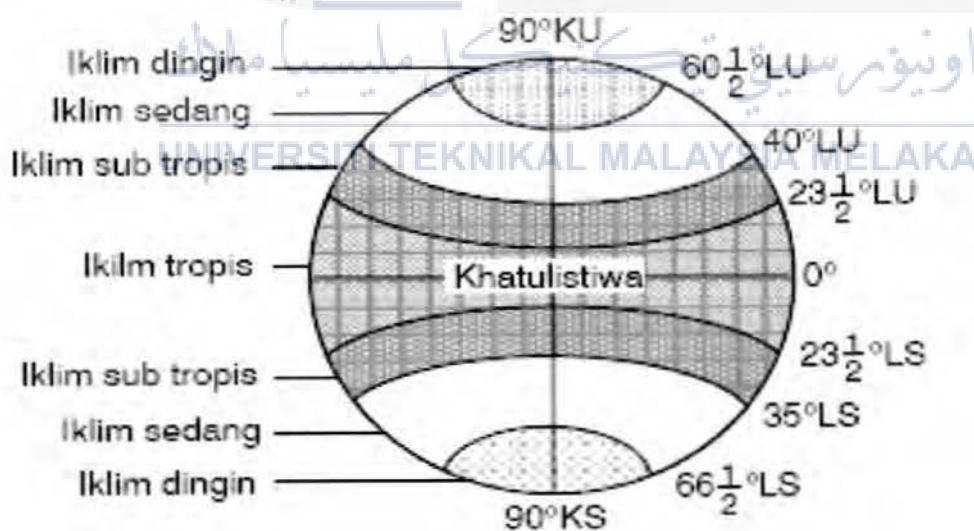
Jadual 2.2 Kadar perubahan setiap minit yang digunakan untuk menentukan CFM.

Kawasan	Perubahan setiap minit
Dewan perhimpunan	3-10
Loteng	2-4
Bilik rajah	4-6
Auditorium	3-10
Kafeteria	3-5
Bilik dandang	1-3
Dewan menari	3-7
Ruang makan	4-8

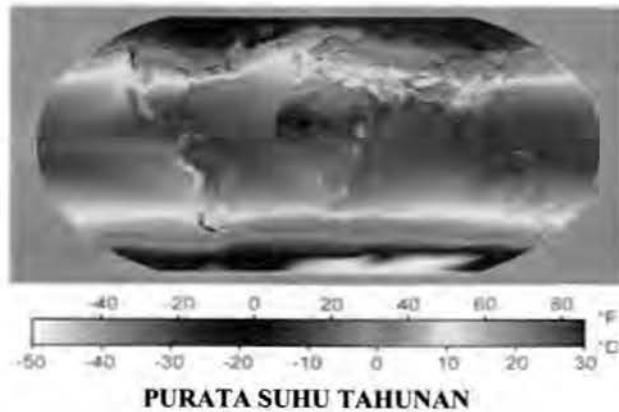
Kawasan	Perubahan setiap minit
Bilik enjin	1-3
Garaj	2-10
Bilik generator	2-5
Kilang	3-8
Pejabat	2-8
Kediaman	2-6

2.3 KEADAAN IKLIM DI MALAYSIA

Bentuk bumi yang bulat dan kecondongan paksi bumi menyebabkan bumi mempunyai keadaan cuaca atau iklim yang berbeza. Iklim sesuatu kawasan berkait rapat dengan geografi dan kedudukan kawasan itu di permukaan bumi. Ada kawasan yang menerima sinaran matahari sepanjang tahun dan ada juga menerima hanya sedikit sinaran matahari sepanjang tahun.



Rajah 2.5 Pembahagian iklim bumi.



Rajah 2.6 Purata suhu tahunan bumi berdasarkan keadaan geografi.

Seperti yang kita lihat dalam rajah 2.5. Bumi terbahagi kepada empat iklim yang berbeza-beza iaitu iklim dingin, iklim sedang, iklim sub-tropikal dan iklim tropikal. Setiap iklim mempunyai keadaan cuaca yang berbeza antara satu sama lain. Rajah 2.6 pula menunjukkan purata suhu tahunan bumi. Keadaan suhu berbeza-beza mengikut keadaan geografi bumi. Permukaan yang lebih dekat dengan matahari akan mengalami suhu yang lebih tinggi berbanding dengan permukaan bumi yang lebih jauh. Contohnya, negara-negara yang berada di kawasan garisan khatulistiwa akan mengalami keadaan cuaca yang lebih panas berbanding dengan negara-negara yang berada di kutub.

Malaysia terletak di 3°N dari khatulistiwa di kawasan tropikal dan mengalami jumlah hujan yang sama rata sepanjang tahun. Disebabkan oleh tahap radiasi suria yang tinggi, Malaysia mempunyai suhu yang tinggi iaitu antara 22°C dan 33°C . selain itu, Malaysia juga mempunyai kelembapan relatif yang tinggi (Roslan, Ibrahim, Affandi, Mohd Naw, & Baharun, 2016). Berdasarkan kajian lain pula, ia mendapati negara-negara tropikal seperti Malaysia mempunyai suhu ambien antara 26°C hingga 40°C dan mempunyai kelembapan relatif dari 60% hingga 90%. Suhu yang tinggi ditambah pula dengan kadar kelembapan relatif yang tinggi menyebabkan keadaan yang tidak selesa dan tidak kondusif kepada manusia sekaligus mengurangkan kadar produktiviti (Yew et al., 2013). Oleh kerana faktor iklim,

Malaysia memerlukan sistem pengudaraan untuk mencapai keselesaan terma di dalam bangunan. Radiasi suria jugak agak tinggi di Malaysia, jadi penggunaan tenaga daripada suria juga boleh digunakan untuk mengurangkan kebergantungan kepada tenaga yang tidak boleh diperbaharui. Jadi, iklim di Malaysia menepati syarat untuk pembinaan sistem pengudaraan bumbung berkuasa suria ini.

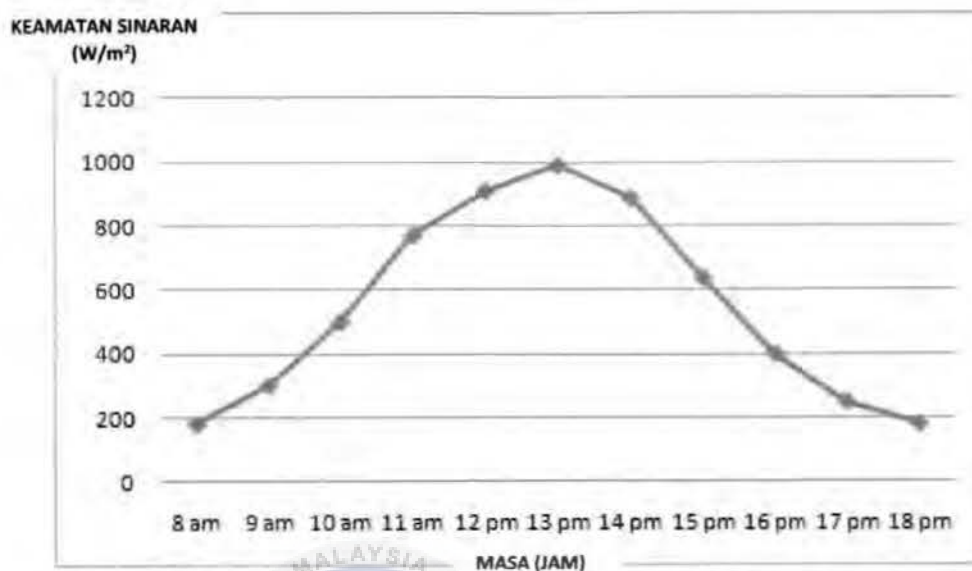
2.4 SUMBER KUASA SURIA DI MALAYSIA

Malaysia antara negara yang bergantung kepada bahan api fosil untuk menjana bekalan tenaga. Disebabkan oleh kekurangan bahan api fosil dan isu-isu minyak yang melanda Malaysia perlu mengatur langkah berjaga-jaga. Hal ini demikian kerana ianya boleh mengundang kepada kekurangan kapasiti penjanaan kuasa yang juga akan menjejaskan kestabilan sumber elektrik di Malaysia.

Selain itu, ia juga boleh mempengaruhi peningkatan dalam kos elektrik. Jadi salah satu sumber tenaga yang boleh diperbaharui di Malaysia adalah sumber tenaga suria. Malaysia mempunyai sumber radiasi suria yang besar kerana menerima sinaran cahaya matahari 12 jam sehari. Purata tahunan sumber tenaga suria di Malaysia antara 1400 ke 1900 kWh/m² setahun dengan nilai radiasi paling tinggi di catat ialah 6.8 kWh/m² pada bulan Ogos dan November. Untuk iklim di Malaysia, radiasi suria paling tinggi terjadi antara pukul 11.00 pagi hingga pukul 3.00 petang (Mun, Razali, Almsafir, & Azlee, 2015).

Potensi penghasilan tenaga suria di bumbung di Malaysia adalah kira-kira 50% lebih tinggi berbanding bumbung di Jerman dan Jepun, di mana pengguna fotovoltan suria telah dilaksanakan secara meluas di seluruh sektor kediaman. Berdasarkan kajian, radiasi di Malaysia mencapai tahap kemuncaknya pada waktu tengah hari di mana bacaannya boleh

mencapai sehingga 1000 W/m^2 pada hari yang cerah. Panel fotovoltan menukarkan tenaga dari cahaya matahari kepada tenaga elektrik dalam lingkungan 7%-17% (Na, 2013).



Rajah 2.7 Purata tahunan keamatan sinar harian di Malaysia (Na, 2013).

2.4.1 SISTEM FOTOVOLTAN SURIA

Sistem fotovoltan suria ialah sistem yang digunakan untuk menukarkan tenaga dari matahari kepada tenaga elektrik melalui satu alat iaitu sel suria. Sel suria ini boleh menghasilkan kuasa antara 1.5 watt hingga 3.0 watt. Sel ini disusun untuk membentuk panel suria dan gabungan panel suria pula membentuk modul suria. Untuk projek ini kita hanya menggunakan panel suria untuk menggerakkan motor. Sekeping silicon sel suria dijangka boleh mnghasilkan 0.5 volt. Jadi jika 36 keping sel suria digabungkan ianya boleh menghasilkan tenaga sama seperti 12 volt bateri dan sudah memadai untuk menggerakkan motor.

Panel fotovoltan ini menghasilkan tenaga mengikut persekitaran. Untuk kawasan beriklim tropikal, panel suria ini akan mengalami kerugian pra-fotovoltan iaitu dari segi kotoran dan bayang-bayang yang melindungi panel suria itu sebanyak 8%, seterusnya ialah

kehilangan dari sistem fotovoltan itu sendiri contohnya disebabkan oleh kabel dan 'inverter' sebanyak 5% manakala kehilangan disebabkan oleh penyelenggaraan pula sebanyak 6%. Selain itu, kehilangan disebabkan oleh faktor kecondongan dan orientasi pula sebanyak 50% dan kerugian haba 10%. Jadi disebabkan oleh faktor-faktor berkenaan kecekapan tenaga suria keseluruhan untuk penukaran kepada tenaga elektrik hanyalah sebanyak 16% (Na, 2013).



Rajah 2.8 Sel, panel dan modul.

Tenaga yang dihasilkan oleh panel suria dikira dalam unit watt. Satu formula yang boleh kita gunakan untuk mendapatkan jumlah tenaga yang dihasilkan oleh panel suria adalah seperti formula dibawah (Mun et al., 2015)

UNIVERSITI TEKNIKAL MALAYSIA MELAKA

Kuasa suria dihasilkan (kWh/day) = purata tahunan radiasi suria x masa terdedah kepada matahari x kecekapan panel x saiz panel

Untuk mengira jumlah tenaga suria yang diperlukan untuk mengerjakan aplikasi pula diambil kira dalam unit watt juga. Untuk projek ini aplikasi yang digunakan merujuk kepada motor yang digunakan untuk mengerjakan kipas. Jadi formula ini boleh digunakan untuk mengira berapa kuasa solar yang diperlukan untuk mengerjakan kipas ekstraktor. Formula yang digunakan adalah seperti berikut (Nirmal, Chan, Lau, & Maratha, 2015):

$$P_{\text{suria}} = P_{\text{sebenar}} \times T_{\text{faktor}} \quad (2.2)$$

Dimana;

P_{suria} : Tenaga suria yang diperlukan

P_{aplikasi} : Tenaga yang digunakan oleh kipas setelah diambil kira kecekapan inverter

T_{faktor} : Nilai faktor 1.4 digunakan

2.4.2 JENIS PANEL SURIA

Terdapat tiga jenis panel utama yang boleh di dapati secara komersial kini di Malaysia iaitu amorfus, mono-kristal dan poli-kristal. Dari segi kecekapan pula, amorfus adalah paling rendah dengan 4%-6% tenaga dihasilkan diikuti dengan poli-kristal iaitu 9%-12% dan yang paling tinggi ialah mono-kristal dengan 12%-16% kecekapan. Amin, Lung dan Sopian (2009) telah mendapati bahawa silikon amorfus dan tembaga diseleneid indium sel solar telah menunjukkan nisbah prestasi yang lebih baik berbanding mono-kristal dan poli-kristal sel untuk iklim Malaysia. Sebaliknya, Ghazali dan Abdul Rahman (2009) telah membandingkan tiga jenis panel suria berikut iaitu amorfus, mono-kristal dan poli-kristal di Malaysia. Keputusan menunjukkan poli-kristal panel adalah lebih baik berbanding yang lain untuk tempat yang mempunyai radiasi suria yang tinggi seperti Malaysia. Nisbah prestasi bagi setiap panel juga menunjukkan bahawa poli-kristal adalah yang paling sesuai untuk digunakan di dalam iklim di Malaysia (Al-Obaidi, Ismail, & Abdul Rahman, 2016).

2.5 KESELESAAN TERMA

ASHRAE 55-2013 telah mentakrifkan keselesaan terma sebagai sempadan keselesaan berdasarkan keputusan kajian yang telah dijalankan di dalam kawasan iklim yang tertentu dan kajian lapangan. Jadi kita boleh simpulkan bahawa setiap iklim yang berbeza mempunyai keselesaan terma yang berbeza. Fanger telah mencadangkan satu teori iaitu 'steady-state thermal comfort theory' dan telah dijadikan sebagai panduan antarabangsa untuk menentukan tahap keselesaan terma di sesuatu kawasan sebelum Nicol dan Humphreys telah mengeluarkan teori baharu dan mencabar teori yang telah dikeluarkan oleh Fanger. Teori itu di keluarkan pada tahun 1972 dan dikenali sebagai 'the concept of the adaptive model'. Kini, konsep ini telah digunakan secara menyeluruh untuk menentukan tahap keselesaan dalaman bangunan untuk bangunan yang mempunyai sistem pengudaraan yang semulajadi (Kumar, Mathur, Mathur, Singh, & Loftness, 2016). Seperti yang kita ketahui, manusia lebih kerap berada di dalam kawasan yang tertutup berbanding kawasan terbuka. Jadi kita perlu kekalkan Kualiti Udara Dalaman (KUD) dan keselesaan terma untuk penghuni di tahap yang paling selesa (Ahmed, Gao, & Kareem, 2017). Hal ini demikian kerana manusia memerlukan keadaan sekeliling yang selesa untuk meningkatkan kualiti kehidupan dan produktiviti. Jadi, beberapa perkara tersebut adalah antara faktor yang mempengaruhi tahap keselesaan terma untuk manusia iaitu (Jamaludin, Mohammed, Khamidi, & Wahab, 2015):

1. Suhu udara
2. Pergerakan udara
3. Jumlah pakaian yang dipakai
4. Tahap aktiviti termasuk tubuh manusia itu sendiri.

2.5.1 KESELESAAN TERMA DI DALAM BANGUNAN DI MALAYSIA

Perbandaran yang pesat di Malaysia telah menjadi salah satu faktor kepada peningkatan keselesaan terma di luar dan dalam bangunan. Jadi, kebanyakan bangunan-bangunan di Malaysia bergantung kepada penghawa dingin dan sistem pengudaraan untuk mencapai keselesaan terma di dalam bangunan. Jabatan Standard Malaysia, 2007 telah mengeluarkan garis panduan untuk reka bentuk persekitaran dalaman untuk iklim Malaysia iaitu dengan mengesyorkan suhu dalaman berada dalam lingkungan 23°C hingga 26°C . berdasarkan kajian juga, keselesaan terma di Malaysia lebih tinggi kerana keupayaan manusia itu sendiri untuk menyesuaikan diri dengan keadaan cuaca dan suhu di iklim tropikal. Penyelidikan ke atas rumah teres di Malaysia telah dibuat dan suhu yang dicadangkan untuk mencapai keselesaan terma ialah di bawah suhu 28.69°C (Jamaludin, Mohammed, Khamidi, & Wahab, 2015).

Mengikut kajian lain pula, semasa keadaan cuaca yang panas dan lembab di Malaysia, Indonesia, Singapura dan Jepun berlangsung. Anggaran sebanyak 2049 data berkenaan keselesaan terma telah dikumpulkan. Semasa kajian dijalankan, setiap bangunan mempunyai cara pengudaraan yang berbeza-beza termasuk Pendinginan Mekanikal (PM), Pendinginan Semulajadi (PS), dan Pendinginan Bercampur (PB). Berdasarkan data yang diperolehi, hampir kesemua responden berasa selesa di dalam semua lokasi kajian di jalankan. Di jepun, lebih dari 97% undian adalah berada dalam lingkungan keselesaan 'Thermal Sensation Vote' (TSV). Di Malaysia dan Indonesia pula, lebih dari 75% bersetuju melainkan untuk mod PS di Indonesia yang inginkan keadaan yang lebih panas. Ini berlainan dengan singapura di mana orang ramai inginkan suasana yang lebih dingin untuk bangunan yang menggunakan mod PM. Berdasarkan analisis probit, 80% daripada responden selesa dalam suhu antara 24.5°C ke 30°C dalam keadaan mod PM di Malaysia. Di Indonesia pula antara 26°C ke 28°C dalam keadaan mod PB. keputusan ini adalah agak tinggi berbanding dengan suhu yang disyorkan untuk setiap negara berkenaan. Berdasarkan kaedah Griffiths, suhu yang paling tinggi dan selesa di Indonesia

menggunakan mod pengudaraan PB adalah 27.5°C manakala untuk mod pengudaraan PM di Singapura, Indonesia, Jepun dan Malaysia adalah 26.4°C, 26.3°C 25.8°C dan 25.6°C masing-masing. Nilai suhu yang paling rendah dan selesa bagi penduduk ialah pada 25.8°C di Jepun dan 24.7°C di Indonesia dengan menggunakan mod PS (Damiani, Zaki, Rijal, & Wonorahardjo, 2016).

Jadual 2.3 Keselesaan terma di empat buah negara yang dikaji pada tahun 2015 (Damiani et al., 2016).

Negara	Keselesaan terma
Malaysia	25.6°C
Indonesia	26.3°C
Singapura	26.4°C
Japan	25.8°C

Dua data berbeza telah dicatatkan sebagai tahap untuk mencapai keselesaan terma di Malaysia. Jadi untuk projek ini, data yang diambil ialah antara 25.6°C untuk mencapai keselesaan terma di Malaysia kerana kajian ini dijalankan pada tahun 2015 dan data ini masih lagi boleh digunakan.

2.5.2 SUHU DI DALAM RUANG BUMBUNG DI MALAYSIA

Bumbung adalah salah satu sumber yang menyumbang kepada peningkatan suhu di dalam kawasan rumah. Anggaran sebanyak 70% sumber haba di dalam rumah adalah disebabkan oleh bumbung rumah yang panas. Hal ini demikian kerana bumbung akan terkena radiasi suria secara terus sehingga 1kW/m². Tahap penyerapan haba bagi bumbung adalah antara 20% hingga 90%. Tidak seperti negara-negara yang beriklim sejuk, Malaysia

mempunyai kadar radiasi suria yang tinggi. Malaysia ialah negara tropikal yang mengalami musim panas yang lama dan radiasi suria yang tinggi.

Selain dari radiasi suria dan keadaan iklim, penggunaan bahan untuk membuat bumbung itu sendiri menjadi salah satu faktor kepada penyerapan haba dan menyebabkan peningkatan suhu di dalam ruang bumbung. Bahan-bahan bumbung yang digunakan di Malaysia ialah terbahagi kepada tiga iaitu 85% konkrit, 10% tanah liat dan 5% logam. Kebanyakan bumbung di Malaysia berwarna gelap, jadi radiasi suria yang diterima oleh bumbung tinggi dan membuatkan suhu di dalam rumah menjadi tinggi dan tidak selesa kepada penghuni (Al-Obaidi, Ismail, & Abdul Rahman, 2014).

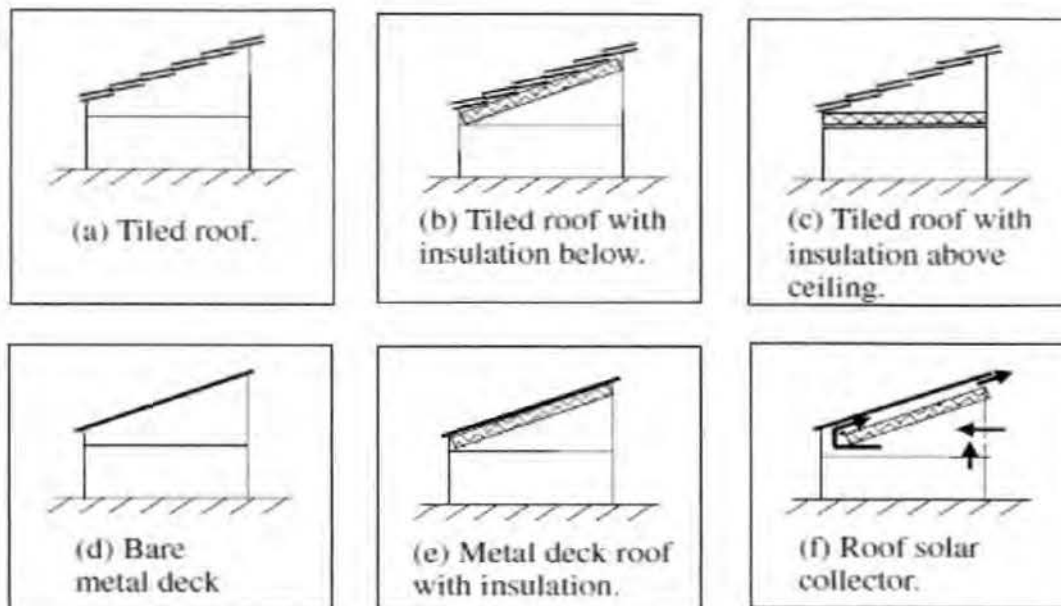
Jadual 2.4 Purata suhu di dalam masa 3 hari berdasarkan sistem bumbung yang berbeza (Al-Obaidi, Ismail, & Abdul Rahman, 2014).

Sistem bumbung	Purata suhu di dalam ruang bumbung
Bumbung biasa	37.84°C
IRS (innovative roofing system)	34.09°C

Berdasarkan kajian lain pula, enam jenis reka bentuk bumbung dikaji dan suhu setiap ruang bumbung dicatatkan. Dua jenis bumbung digunakan iaitu bumbung jubin dan bumbung logam.

Berikut adalah enam jenis reka bentuk bumbung yang dikaji:

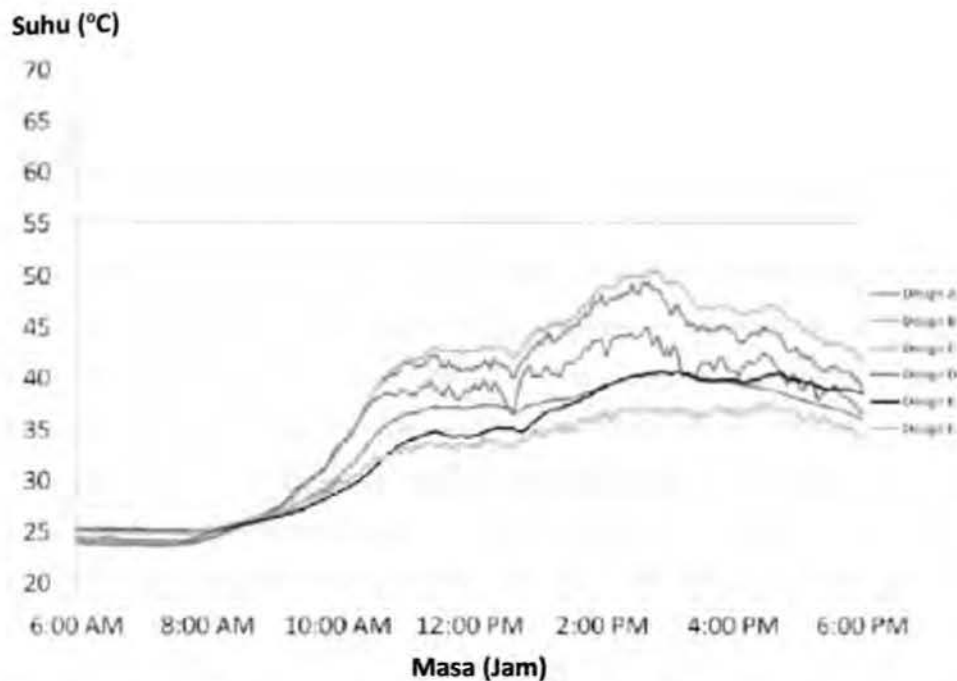
- Bumbung jubin
- Bumbung jubin dengan penebat haba
- Bumbung jubin dengan penebat haba diatas siling.
- Bumbung logam
- Bumbung logam dengan penebat haba
- Bumbung pengumpul radiasi solar



Rajah 2.9 Jenis-jenis rekabentuk bumbung yang dikaji.

Berdasarkan kajian yang telah dijalankan, suhu di dalam ruang bumbung yang dicatatkan telah dibandingkan antara enam jenis rekabentuk bumbung tersebut. Suhu ruang bumbung yang paling tinggi adalah dari bumbung jubin dengan penebat haba di atas siling manakala suhu yang paling rendah adalah bumbung pengumpul radiasi suria. Untuk jenis bumbung pengumpul solar ini, suhunya tidak lebih dari 37°C - 38°C (Ong, 2011).

UNIVERSITI TEKNIKAL MALAYSIA MELAKA



Rajah 2.10 Suhu di dalam ruang bumbung untuk jenis bumbung berlainan rekabentuk untuk sehari (Ong, 2011).

Jadi, anggaran suhu untuk ruang bumbung menggunakan sistem bumbung biasa di Malaysia adalah dalam anggaran $37^{\circ}\text{C} - 38^{\circ}\text{C}$. Untuk projek sistem pengudaraan bumbung berkuasa suria ini. Suhu yang ingin dicapai adalah dibawah 34.09°C bersamaan dengan suhu yang dicapai oleh IRS dengan menggunakan spesifikasi bumbung seperti berikut:

1. Reka bentuk bumbung jenis gabel.
2. Bumbung logam.
3. Warna bumbung (warna silver pada permukaan luar).
4. Ukuran bumbung ialah $1.67\text{m} \times 1.33\text{m} \times 0.33\text{m}$
5. Anggaran keluasan bumbung ialah 0.73m^3 .

BAB 3

METODOLOGI

3.1 GAMBARAN KESELURUHAN

Bab ini akan menerangkan dengan lebih lanjut tentang proses dan metodologi yang digunakan untuk menjayakan projek sistem pengudaraan bumbung berkuasa suria ini.

3.2 KAEDAH KAJIAN

Kaedah-kaedah berikut telah dilaksanakan untuk mencapai objektif dalam projek sistem pengudaraan bumbung berkuasa suria ini:

1. Kajian ilmiah
Jurnal, artikel, sistem pengudaraan bumbung berkuasa solar atau apa-apa bahan mengenai projek itu akan dikaji semula.
2. Reka bentuk produk
Reka bentuk sistem pengudaraan bilik berkuasa suria.
3. Fabrikasi sistem
Bahan logam akan digunakan untuk meningkatkan jangka hayat produk.
4. Fungsi sistem

Jika sistem tidak berfungsi dengan baik, berbalik kepada fabrikasi. Apabila sistem sudah berfungsi dengan baik, uji dan membuat analisis sistem tersebut.

5. Uji dan analisis

Uji dan analisis sistem pengudaraan bilik berkuasa suria.

6. Keputusan

Mengambil keputusan semasa.

7. Laporan akhir

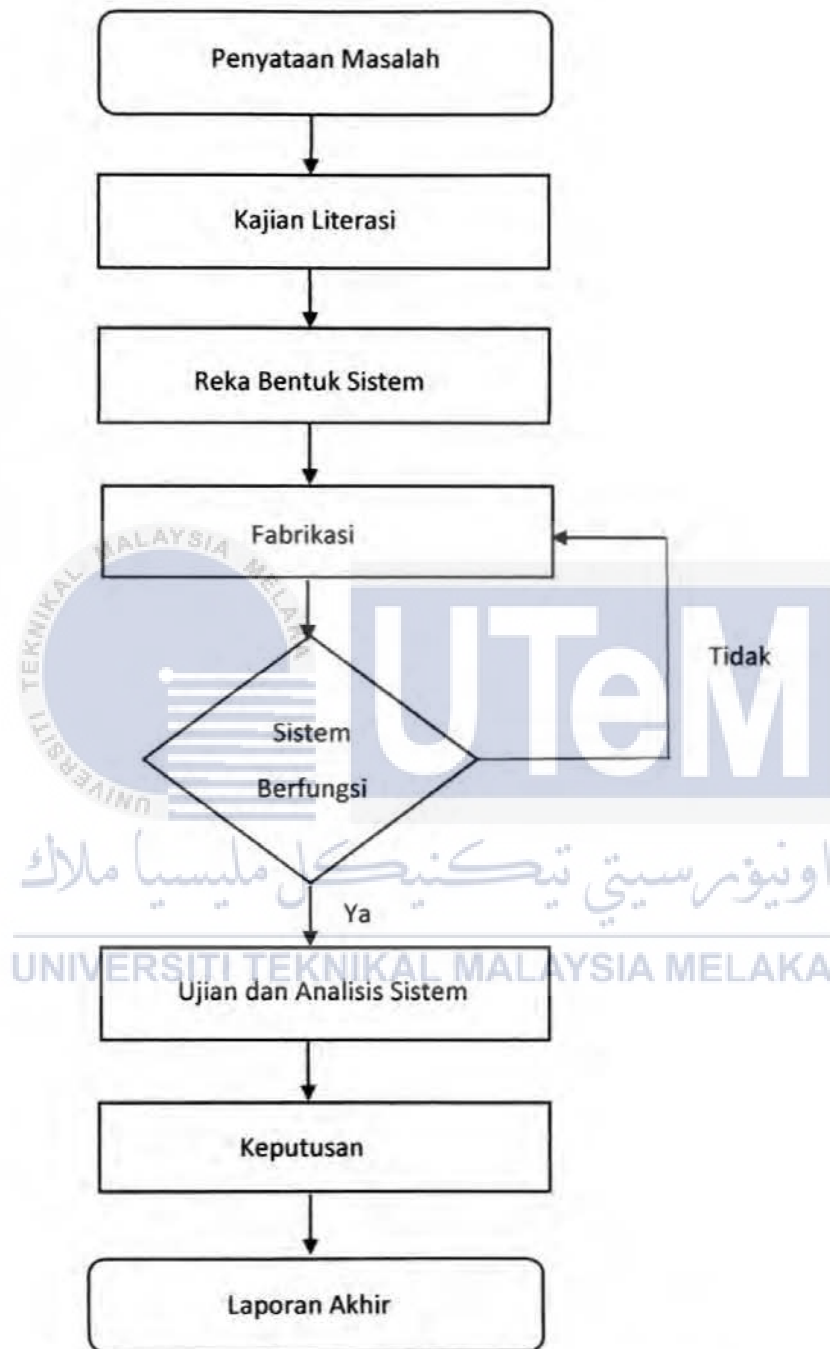
Satu laporan lengkap mengenai kajian ini yang di tulis pada akhir projek.



اونيورسيتي تيكنيكل مليسيا ملاك

UNIVERSITI TEKNIKAL MALAYSIA MELAKA

Ringkasan kajian yang diterjemahkan dalam bentuk carta alir:



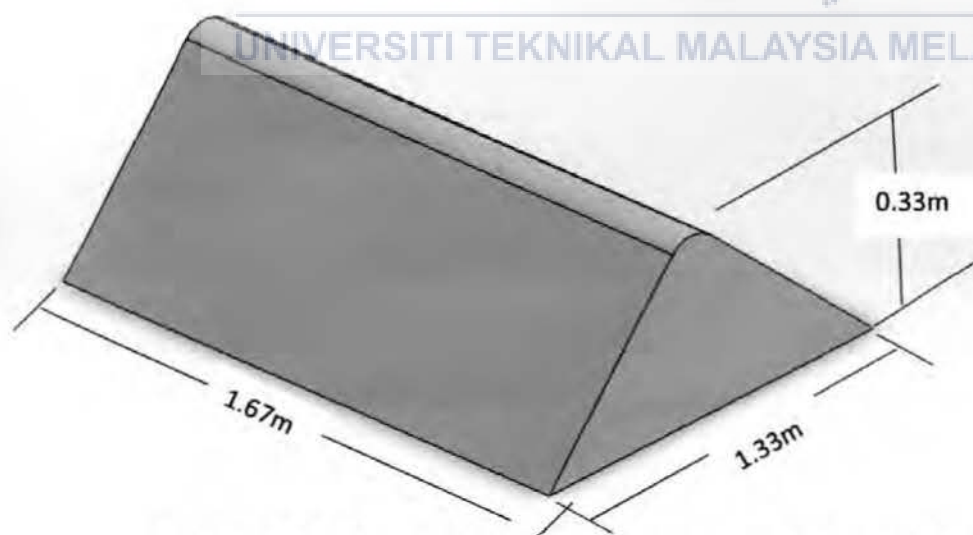
Rajah 3.1 Carta alir sistem pengudaraan bumbung berkuasa suria.

3.3 REKA BENTUK BUMBUNG

Sistem pengudaraan ini akan di pasang di atas bumbung rumah untuk mengurangkan suhu yang tinggi semasa waktu petang kerana radiasi suria yang tinggi. Untuk projek ini, bumbung yang akan dikaji berdasarkan beberapa spesifikasi berikut:

1. Reka bentuk model bumbung jenis gabel.
2. Bumbung logam.
3. Warna bumbung (warna silver pada permukaan luar).
4. Ukuran model bumbung ialah $1.67\text{m} \times 1.33\text{m} \times 0.33\text{m}$.
5. Anggaran keluasan bumbung ialah 0.73m^3 .

Bumbung logam dipilih kerana kebanyakan rumah di Malaysia adalah menggunakan bumbung logam dan bumbung ini amat panas kerana logam adalah penyerap haba yang berkesan. Jadi bumbung rumah jenis ini akan dikaji untuk mendapatkan suhu yang lebih rendah berbanding keadaan bumbung yang tidak mempunyai sistem pengudaraan.



Rajah 3.2 Reka bentuk dan ukuran bumbung yang akan dikaji.

3.4 REKA BENTUK DAN FABRIKASI SISTEM PENGUDARAAN

Rekabentuk dan saiz model sistem pengudaraan akan dibina berdasarkan spesifikasi yang telah ditetapkan. Tapak untuk sistem pengudaraan ini telah ditetapkan ialah 120mm x 120mm, saiz kipas pula 100mm dengan 7 bilah manakala panel suria 10W dari jenis poli-kristal pula akan diletakan di tepi untuk membekalkan tenaga kepada motor untuk mengerakan kipas. Motor yang digunakan pula adalah jenis arus terus. Antara bahan yang digunakan untuk membuat model sistem pengudaraan bumbung ialah:

1. kipas pengudaraan

- Saiz : 120 x 120 x 25 mm
- Voltage : 12V
- Arus terus : 0.33A
- Aliran udara : 20CFM
- Kuasa kipas : $P = V \times I = 3.96 \text{ W}$

2. panel suria

- Saiz : 280 x 240 x 15 mm
- Voltage : 12V
- Jenis : poli-kristal

3. wayar

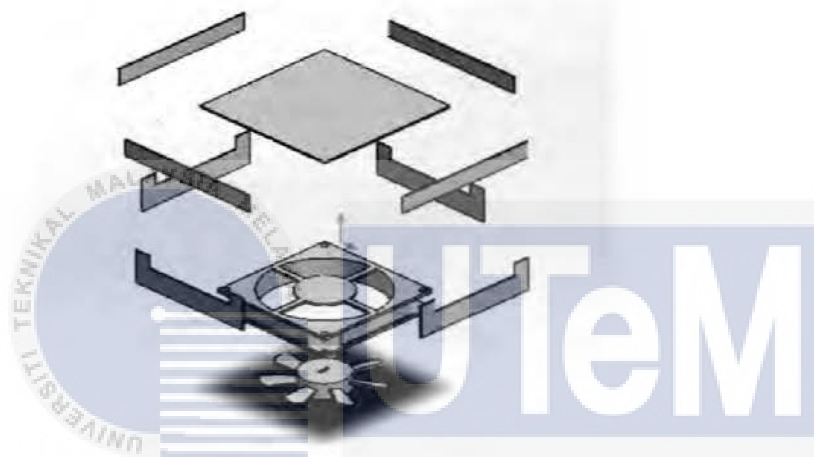
Wayar yang digunakan sebanyak 1 meter.

4. plastik perspek

Digunakan untuk membuat model sistem pengudaraan.



Rajah 3.3 Model sistem pengudaraan bumbung yang akan dibina.



Rajah 3.4 Produk sebelum dicantumkan.

UNIVERSITI TEKNIKAL MALAYSIA MELAKA

3.5 FUNGSI SISTEM

Sistem bumbung berkuasa suria ini hanya berfungsi apabila ada matahari. Hal ini demikian kerana projek ini menggunakan kuasa suria dan tidak menyimpan tenaga suria itu kedalam tempat penyimpanan seperti bateri. Apabila panel suria yang dipasang dan disambung dengan motor di dalam 'power vent' terdedah kepada matahari. Tenaga elektrik akan dijana dan mengerakan motor. Motor pula disambung dengan kipas yang digunakan untuk mengestrak udara panas yang berada di dalam ruang bumbung ke kawasan luar. Jadi udara panas yang terkumpul didalam ruang bumbung akan diekstrak keluar sekaligus menurunkan suhu di dalam ruang bumbung. Selain itu juga, projek ini hanya berfungsi untuk mengekstrak

haba yang panas daripada ruang bumbung. Jadi jika keadaan hujan dan malam bumbung telah berada dalam keadaan sejuk. Jadi sistem ini tidak perlu diaktifkan dan itu adalah salah satu sebab sistem ini hanya bergantung sepenuhnya kepada sumber tenaga suria dan tidak bergantung kepada tenaga dari bateri atau mana-mana sumber tenaga elektrik yang lain untuk mengerakan motor.

Apabila proses fabrikasi selesai, sistem ini akan diuji dari segi pergerakan kipas dan fungsi sistem yang lain. Jika sistem ini berfungsi, sistem ini akan di pasang pada bumbung yang ingin dikaji dan data akan diambil untuk setiap hari selama 4 hari. Jika fungsi salah satu sistem ini tidak berfungsi, proses fabrikasi akan di buat semula sehingga semua fungsi sistem dalam keadaan baik dan berfungsi.

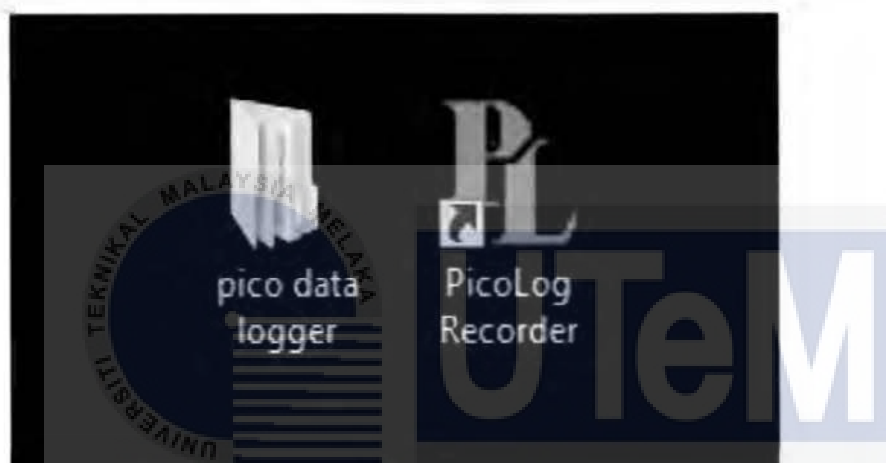
3.6 PEMASANGAN SISTEM PENGUDARAAN PADA BUMBUNG RUMAH

Apabila sistem fabrikasi telah siap dan sistem berfungsi dengan baik. Sistem ini akan dipasang pada bumbung yang akan dikaji. Pemasangan sistem pada bumbung adalah mengikut langkah-langkah berikut:

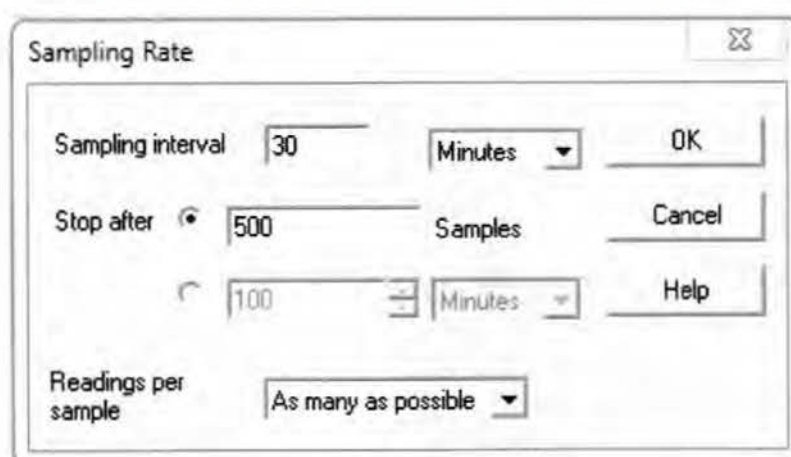
1. Pilih kedudukan yang sesuai untuk pasang sistem pengudaraan berkuasa solar ini contohnya diantara rangka bumbung untuk menyenangkan pemasangan.
2. Tebuk satu lubang antara dua rangka bumbung sebagai panduan
3. Lukisan satu bulatan berukuran 10 cm.
4. Potong lubang mengikut bulatan yang telah dilukis.
5. Pasang sistem pengudaraan dan pastikan lubang yang di potong selari dengan lubang kipas.
6. Ketatkan skru. 'nonhardening caulk' boleh digunakan untuk mengelakan berlaku kebocoran.

3.7 CARA UNTUK MENCATAT SUHU

Alat yang akan digunakan untuk mencatat suhu udara di dalam ruang bumbung ialah penggading haba jenis TC-08 dari Pico Technology. 5 titik rujukan akan diambil suhu dan purata suhu akan digunakan untuk menentukan suhu udara di dalam ruang bumbung. Selangan masa untuk mengambil data suhu pula ialah selama 30 minit sekali dan data diambil dari pukul 1.00 petang hingga pukul 4.00 petang.



Rajah 3.5 Aplikasi PicoLog Recorder yang digunakan.



Rajah 3.6 'sampling interval' ditetapkan kepada 30 minit.



Rajah 3.7 Alatan yang telah siap dipasang untuk mencatat suhu.

Selain suhu, voltan dan aliran udara juga dicatatkan dengan menggunakan voltmeter dan 'VELOCICALC Plus multi-parameter'. Catatan untuk voltan dan aliran udara juga dibuat setiap 30 minit sekali.

3.8 ANALISIS SISTEM

Reka bentuk bumbung yang akan dikaji adalah dengan menggunakan ukuran model.

Reka bentuk bumbung yang akan dibina adalah dari jenis gabel dan atap yang digunakan adalah atap logam. Tiada bahan penebat haba akan digunakan. Saiz bumbung asal akan dinisbahkan kepada 1:3 untuk mendapatkan saiz bumbung model.

Saiz bumbung asal

5m x 4m x 1m

Isipadu ruang bumbung = 20 m^3

Tukar kepada kakipadu = $20 \times 35.31 = 706.20 \text{ f}^3$

Saiz bumbung model

1.67m x 1.33m x 0.33m

Isipadu ruang bumbung = 0.73 m^3

Tukar kepada kakipadu = $0.73 \times 35.31 = 25.78 \text{ f}^3$

Berdasarkan luas bumbung asal yang diperolehi. Jumlah aliran udara untuk saiz bumbung asal boleh dikira dengan menggunakan persamaan (2.1) manakala untuk saiz bumbung model pula dengan menggunakan nisbah. Nilai CFM yang diperolehi hendaklah kurang daripada nilai CFM yang disediakan oleh kipas. Hal ini untuk mengalirkan udara secara berkesan kepada ruang bumbung.

Seterusnya untuk penggunaan tenaga pula, kuasa kipas yang akan digunakan dikira berdasarkan formula yang berikut (Nirmal et al., 2015):

$$P_{\text{sebenar}} = P_{\text{kipas}} \times \epsilon_{\text{inverter}} \quad (3.1)$$

Dimana:

P_{sebenar} : Kuasa sebenar setelah kecekapan diambil kira

P_{kipas} : Kuasa kipas yang digunakan

$\epsilon_{\text{inverter}}$: Kecekapan inverter; kebiasaanya 85%

Tetapi kipas yang digunakan adalah dari jenis arus terus dan 'inverter' tidak diperlukan, jadi kuasa yang diperlukan oleh sistem adalah sama dengan kuasa kipas itu sendiri. Setelah mendapatkan kuasa sebenar yang diperlukan oleh sistem, pengiraan untuk mendapatkan kuasa yang dibekalkan oleh panel suria boleh dibuat. Panel suria mestilah membekal kuasa yang lebih daripada kuasa kipas agar sistem dapat berfungsi. Pengiraan untuk mendapatkan kuasa untuk panel suria adalah seperti berikut.

Langkah untuk mengira kuasa panel suria secara teori:

- Tenaga yang digunakan untuk mengerakkan sistem untuk sehari dikira menggunakan formula ini:

Jumlah penggunaan elektrik sehari

$$= P_{\text{sebenar}} \times T_{\text{mo}} \times \left(1 + \frac{VTL}{100\%}\right) \times \left(1 + \frac{CL}{100\%}\right) \quad (3.2)$$

T_{mo} = masa operasi sistem pengudaraan sehari

VTL = kehilangan semasa transformasi voltan

CL = kehilangan di dalam litar

Nilai untuk masa operasi sistem pengudaraan sehari, kehilangan semasa transformasi voltan dan kehilangan di dalam litar adalah secara andaian.

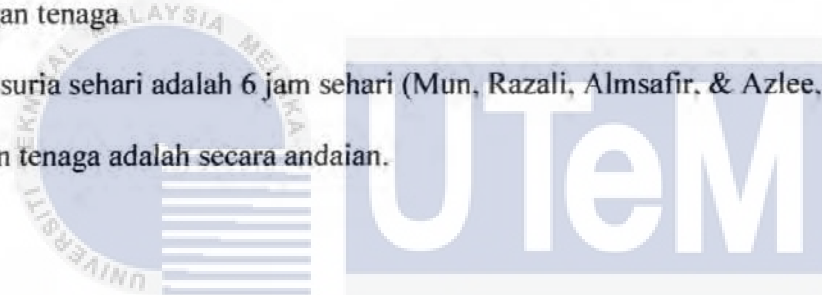
- ii. Kuasa yang dibekalkan oleh panel suria dikira menggunakan formula

Kuasa dihasilkan panel suria

$$= \frac{\text{jumlah penggunaan elektrik sehari}}{\text{purata radiasi suria sehari}} \times \left(1 + \frac{EL}{100\%}\right) \quad (3.3)$$

EL = kehilangan tenaga

Purata radiasi suria sehari adalah 6 jam sehari (Mun, Razali, Almsafir, & Azlee, 2015) dan kehilangan tenaga adalah secara andaian.



اونيورسيتي تيكنيكل مليسيا ملاك

UNIVERSITI TEKNIKAL MALAYSIA MELAKA

BAB 4

KEPUTUSAN DAN DATA

4.1 UJI SISTEM

Ujian keatas sistem dilakukan untuk mendapatkan data yang diperlukan. Ujian dilakukan pada hari yang cerah kerana projek ini memerlukan sinaran matahari. Ujian dilakukan bermula dari pukul 1.00 petang sehingga pukul 4.00 petang.

4.2 ANALISIS

Disebabkan oleh kekangan kewangan dan kos yang amat tinggi. Saiz bumbung yang asal ditukar kepada saiz bumbung model. Nisbah 1:3 digunakan dan menjadikan saiz bumbung model yang akan dikaji kepada 1.67m x 1.33m x 0.33m. Setelah saiz bumbung ditentukan. Formula yang diperlukan untuk mengalirkan udara yang mencukupi untuk bumbung bersaiz tertentu boleh dikira menggunakan formula (2.1). Formula ini hanya boleh digunakan untuk saiz yang sebenar kerana perubahan setiap minit digunakan untuk saiz bumbung yang asal. , nilai perubahan setiap minit perlu ditentukan. Untuk ruang bumbung julatnya ialah antara 2 hingga 4. Untuk cuaca yang panas, nilai yang lebih kecil perlu digunakan untuk mendapatkan CFM

yang lebih tinggi. Jadi untuk kes ini, nilai 2 digunakan. Jadi CFM yang diperlukan untuk ruang bumbung ini ialah:

$$CFM = \frac{706.20}{2} = 353.10$$

CFM untuk saiz model pula boleh ditentukan dengan menggunakan formula dibawah:

$$\frac{V_a}{V_m} = \frac{CFM_a}{CFM_m}$$

$$\frac{706.20}{25.78} = \frac{353.10}{CFM_m}$$

$$CFM_m = \frac{25.78 \times 353.10}{706.20} = 12.89$$

Jadi, CFM kipas yang digunakan perlulah melebihi CFM yang dikira untuk menghasilkan aliran udara yang baik. Untuk projek ini kipas CFM yang digunakan adalah 20 CFM.

Kipas yang digunakan adalah kipas paksi. Kipas yang digunakan memerlukan kuasa sebanyak 3.96W untuk digerakkan. Kipas yang digunakan pula adalah dari jenis arus terus dan 'inverter' tidak diperlukan. Untuk mengira kuasa sebenar yang digunakan formula (3.1) akan digunakan:

$$P_{\text{sebenar}} = (P_{\text{kipas}} = IV) \times \epsilon_{\text{inverter}}$$

$$P_{\text{sebenar}} = 3.96 \text{ W}$$

Disebabkan kipas yang digunakan adalah dari arus terus. Tiada 'inverter' diperlukan kerana panel suria itu sendiri menghasilkan arus terus. Jadi, kecekapan 'inverter' boleh kita kecualikan dan kuasa yang akan digunakan adalah sama juga dengan kuasa kipas.

Setelah mendapatkan kuasa yang diperlukan oleh sistem. Kita perlu mengira kuasa yang perlu dibekalkan oleh panel suria. Formula (3.2) dan formula (3.3) digunakan untuk mendapatkan nilai tenaga yang boleh dibekalkan oleh panel suria.

Pengiraan untuk mendapatkan tenaga yang dibekalkan oleh panel suria:

- i. Tenaga yang digunakan untuk mengerakkan sistem untuk sehari dikira menggunakan formula ini:

Andaikan kipas berkuasa 3.96W mendapat 25% kehilangan tenaga semasa transformasi voltan dan 5% kehilangan di dalam litar.

Jumlah penggunaan elektrik sehari

$$\begin{aligned}
 &= P_{\text{sebenar}} \times T_{\text{mo}} \times \left(1 + \frac{VTL}{100\%}\right) \times \left(1 + \frac{CL}{100\%}\right) \\
 &= 3.96W \times (6h/\text{day}) \times \left(1 + \frac{25\%}{100\%}\right) \times \left(1 + \frac{5\%}{100\%}\right) \\
 &= 3.96W \times (6h/\text{day}) \times (1.25) \times (1.05) \\
 &= 31.19Wh/\text{day}
 \end{aligned}$$

- ii. Kuasa yang dibekalkan oleh panel suria dikira menggunakan formula ini:

Purata radiasi suria sehari adalah 6 jam sehari (Mun, Razali, Almsafir, & Azlee, 2015) dan kehilangan tenaga pula diandaikan sebanyak 20%.

Kuasa dihasilkan panel suria

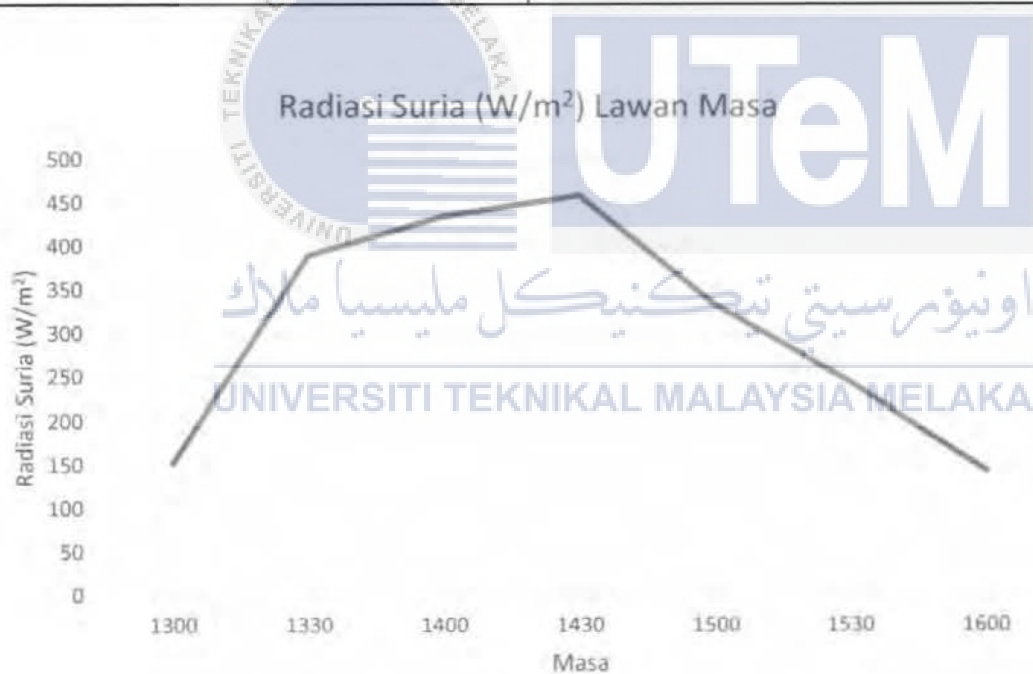
$$\begin{aligned}
 &= \frac{\text{jumlah penggunaan elektrik sehari}}{\text{purata radiasi suria sehari}} \times \left(1 + \frac{EL}{100\%}\right) \\
 &= \frac{31.19Wh/\text{day}}{6h/\text{day}} \times \left(1 + \frac{20\%}{100\%}\right) \\
 &= 6.24W
 \end{aligned}$$

Jadi, kuasa yang dibekalkan oleh panel suria adalah 6.24W manakala kuasa yang diperlukan untuk mengerakkan kipas hanya 3.96W. Kuasa yang dibekalkan oleh panel suria mestilah lebih tinggi daripada kuasa yang diperlukan oleh sistem agar tidak berlaku pengurangan tenaga dan menyebabkan kipas tidak berfungsi.

4.2 DATA DAN PERBINCANGAN

Jadual 4.1 masa dan radiasi suria untuk hari pertama eksperimen dijalankan.

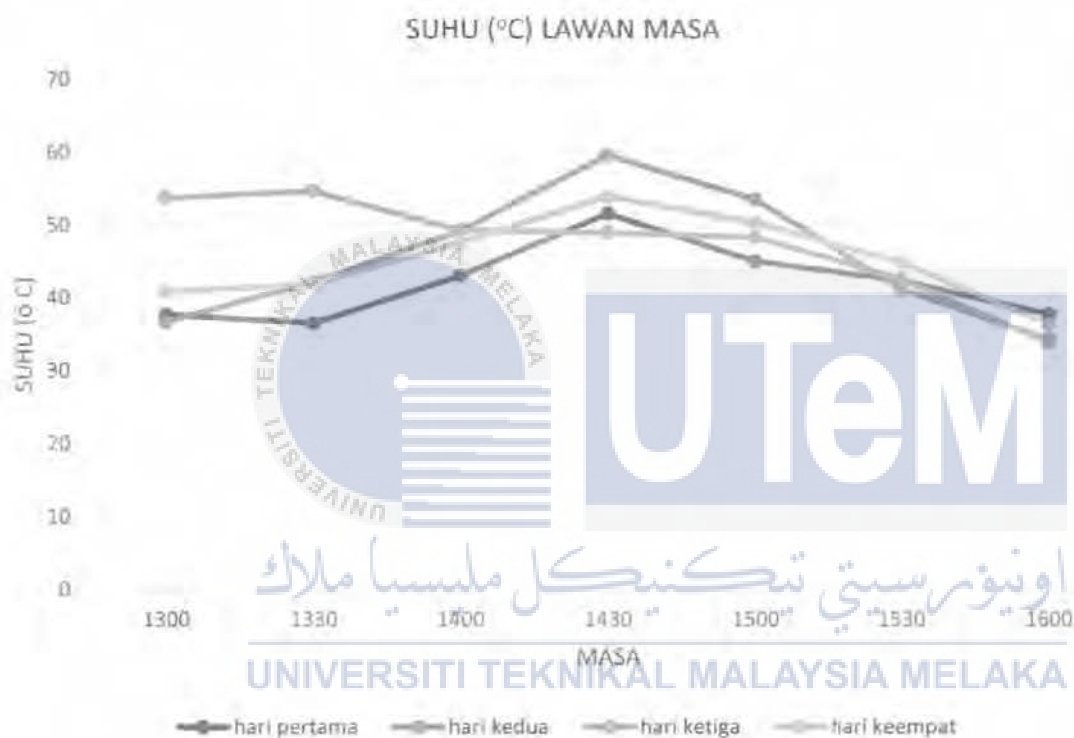
masa	Radiasi Suria (W/m^2)
1300	152
1330	389
1400	458
1430	435
1500	332
1530	243
1600	143



Rajah 4.1 Radiasi solar lawan masa.

Berdasarkan rajah 4.1 di atas menunjukkan radiasi solar lawan masa pada hari pertama eksperimen dijalankan. Radiasi solar paling tinggi ditempat eksperimen dijalankan ialah pada pukul 2.00 petang iaitu pada kadar 458 W/m^2 manakala nilai paling rendah adalah pada pukul

4.00 petang iaitu pada kadar 143 W/m^2 . Radiasi yang begini adalah amat sesuai untuk menggunakan panel suria untuk menjana tenaga kepada sistem pengudaraan yang dikaji. Untuk panel suria yang digunakan untuk projek ini, cuaca yang sesuai untuk panel suria itu mencapai tahap maksimum penghasilan tenaga ialah apabila radiasi solar pada 1000 W/m^2 dan suhu sekitar pada 25°C . Walaubagaimanapun, cuaca sekitar tempat kajian sudah sesuai dan mampu menjana tenaga untuk mengerakkan kipas untuk sistem pengudaraan yang dikaji.



Rajah 4.2 Suhu lawan masa untuk empat hari eksperimen dijalankan.

Rajah 4.2 pula adalah graf suhu lawan masa untuk empat hari eksperimen dijalankan. Daripada graf ini kita boleh simpulkan bahawa suhu untuk hari pertama, hari kedua dan hari keempat adalah pada corak yang sama kecuali suhu pada hari yang ketiga yang berlainan daripada yang lain. Berdasarkan graf pada rajah 4.2, suhu adalah paling tinggi pada pukul 2.30 petang pada hari pertama, hari kedua dan hari keempat. Jadi corak suhu ditempat eksperimen

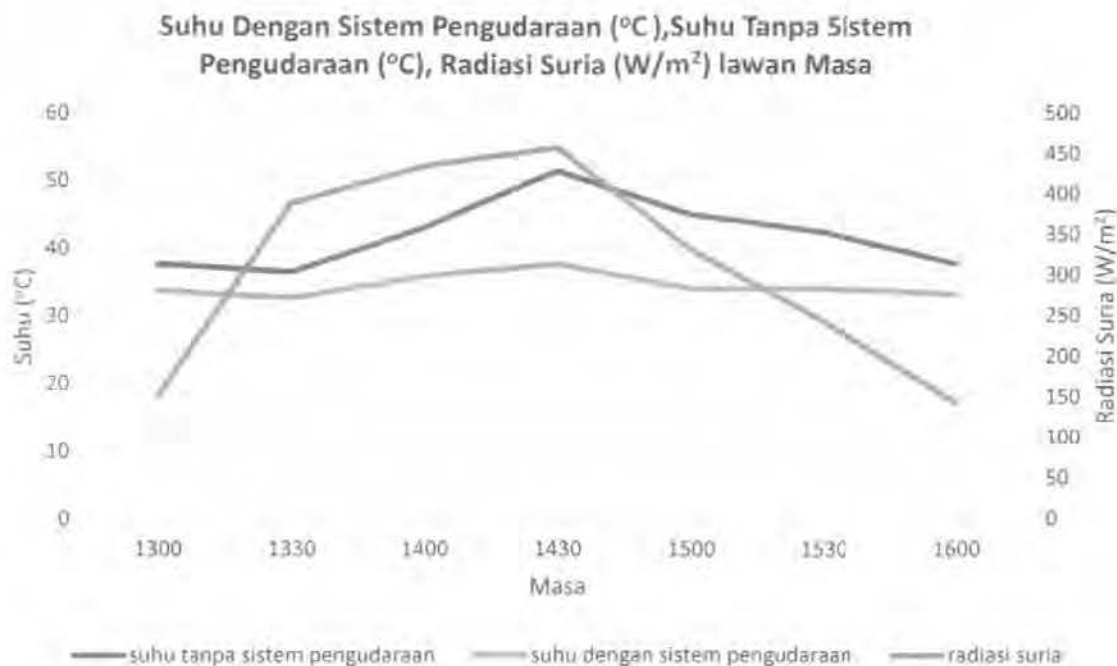
dijalankan adalah berdasarkan hari pertama, hari kedua dan hari keempat eksperimen di jalankan.

Jadual 4.2 Suhu ruang bumbung tanpa sistem pengudaraan.

Masa	Suhu ($^{\circ}\text{C}$)					
	saluran 1	saluran 2	saluran 3	saluran 4	saluran 5	purata
1300	34.32	35.07	40.65	41.40	36.82	37.66
1330	33.87	34.27	38.94	39.61	35.84	36.51
1400	35.78	36.35	50.03	50.64	42.27	43.01
1430	37.40	39.30	65.12	65.50	50.40	51.56
1500	35.44	37.61	53.85	53.98	44.07	44.99
1530	36.25	38.09	47.79	47.66	41.92	42.34
1600	34.82	35.65	40.38	40.31	37.43	37.72

Jadual 4.3 Suhu ruang bumbung dengan menggunakan sistem pengudaraan.

Masa	Suhu ($^{\circ}\text{C}$)					
	saluran 1	saluran 2	saluran 3	saluran 4	saluran 5	purata
1300	32.22	33.51	36.34	37.37	33.88	34.66
1330	32.45	31.74	36.53	37.49	34.00	34.44
1400	33.74	33.06	46.72	47.70	39.20	40.08
1430	34.83	37.16	63.79	62.79	47.26	49.17
1500	33.68	35.08	52.69	51.69	41.24	42.88
1530	32.45	36.76	46.46	45.44	38.96	40.01
1600	31.90	33.10	38.87	39.84	33.15	35.37

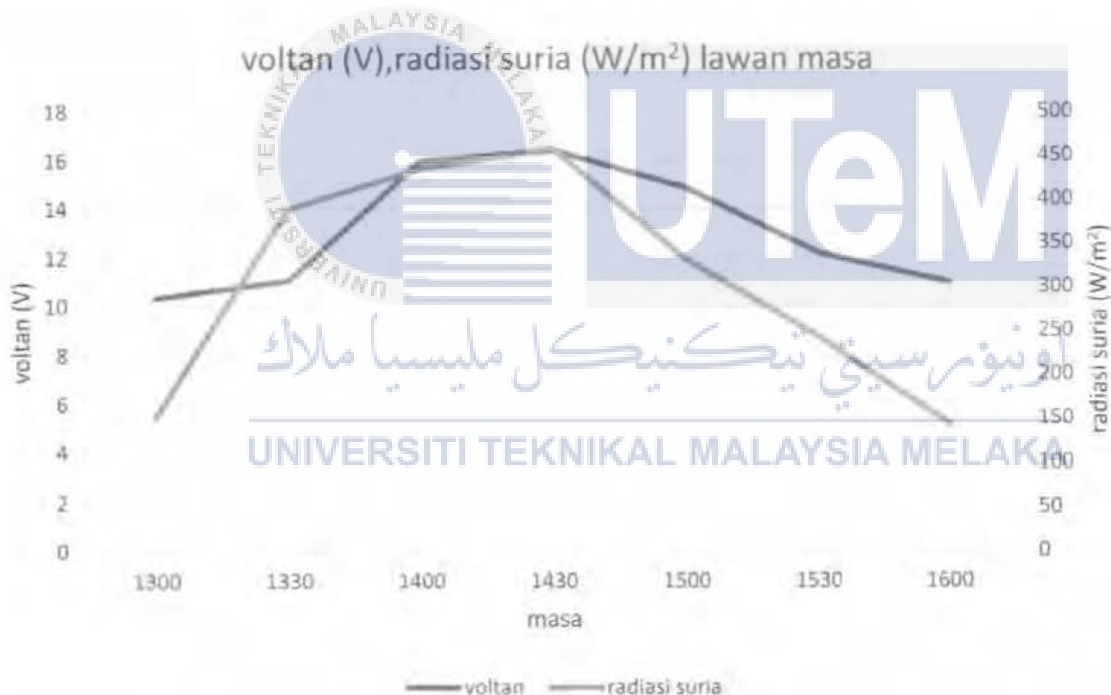


Rajah 4.3 Suhu dengan sistem pengudaraan, suhu tanpa sistem pengudaraan, radiasi suria lawan masa.

Berdasarkan rajah 4.3 suhu ruang bumbung untuk sistem pengudaraan dan tanpa sistem pengudaraan adalah selaras dengan radiasi suria. Jika dilihat pada pukul 2.30 petang, radiasi suria adalah paling tinggi begitu juga dengan suhu ruang bumbung untuk sistem pengudaraan dan tanpa sistem pengudaraan. Jika dilihat pada pukul 4.00 petang, radiasi suria telah menurun kepada nilai yang paling rendah iaitu pada kadar $143 \text{ W}/\text{m}^2$. Begitu juga dengan suhu ruang bumbung yang berkurangan pada waktu petang. Jadi corak radiasi suria dan suhu ruang bumbung dengan sistem pengudaraan dan tanpa sistem pengudaraan adalah selaras. Jika radiasi suria tinggi maka suhu di dalam ruang bumbung akan menjadi tinggi.

Jadual 4.4 Voltan yang dicatatkan pada hari pertama eksperimen.

Masa	Voltan (V)
1300	10.34
1330	11.09
1400	15.97
1430	16.43
1500	14.87
1530	12.19
1600	10.98



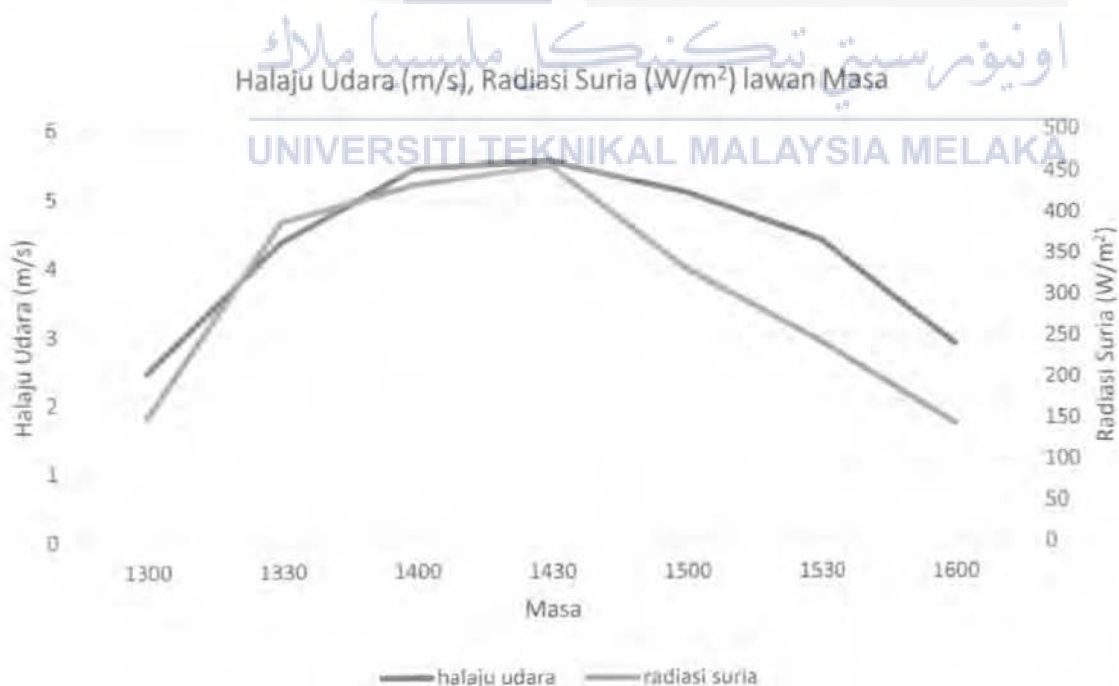
Rajah 4.4 Voltan, radiasi suria vs masa.

Data voltan yang dicatatkan adalah berdasarkan jenis panel suria yang digunakan dan beberapa lagi keadaan yang membolehkan panel suria itu mampu menghasilkan voltan yang maksimum. Berdasarkan rajah 4.5, data yang paling tinggi didapati adalah 16.43V pada pukul 2.30 petang dimana radiasi suria pada masa itu adalah paling tinggi. Hal ini mungkin

disebabkan oleh kedudukan panel suria itu sendiri. Untuk projek ini, panel suria diletakan dalam keadaan condong dan tidak terhalang oleh bayang. Selain itu, panel suria itu diletakan di atas bumbung yang tinggi. Jadi tiada bayang yang boleh menutupi panel suria itu.

Jadual 4.5 Halaju udara yang dicatatkan pada hari pertama eksperimen dijalankan.

Masa	Halaju Udara (m/s)
1300	2.47
1330	4.38
1400	5.45
1430	5.55
1500	5.10
1530	4.41
1600	2.88



Rajah 4.5 halaju udara, radiasi suria lawan masa

Untuk halaju udara pula, nilai yang diperolehi adalah dipengaruhi oleh saiz kipas dan jenis kipas yang digunakan. Untuk projek ini, kipas yang digunakan adalah dari jenis 'kipas paksi' hal ini disebabkan oleh kipas paksi mempunyai bilah yang dipasang selari dengan arah aliran udara. Kipas akan mewujudkan tekanan udara yang menyebabkan kesan sedutan keatas seluruh bilahnya. Kipas jenis ini adalah lebih sesuai kerana boleh menyedut udara dengan kuantiti yang lebih banyak berbanding kipas empar.



اونيورسيتي تيكنيكل مليسيا ملاك

UNIVERSITI TEKNIKAL MALAYSIA MELAKA

BAB 5

KESIMPULAN DAN CADANGAN

5.1 KESIMPULAN

Kesimpulannya, penggunaan sistem pengudaraan ini adalah amat penting untuk mengalirkan udara di dalam bumbung sekaligus untuk mengurangkan suhu ruang bumbung yang amat panas. Hal ini demikian kerana suhu yang tinggi di dalam ruang bumbung boleh menjadi penyebab kepada peningkatan suhu di dalam rumah dan sekaligus menyebabkan keselesaan terma tidak boleh dicapai oleh penghuni rumah. Oleh itu penggunaan sistem udara boleh membantu menurunkan suhu yang tinggi itu. Kajian ini dilakukan ntuk menentukan kadar aliran udara yang diperlukan untuk menurunkan suhu di dalam ruang bumbung secara maksimum. Kajian ini adalah untuk menentukan saiz kipas yang akan digunakan, jenis kipas yang akan digunakan, penggunaan solar dan saiz bumbung yang bersesuaian dengan saiz kipas yang akan digunakan. Untuk kajian ini, penurunan suhu yang diperolehi tidak memuaskan. Hal ini mungkin dipengaruhi oleh beberapa faktor. Antaranya ialah kedudukan sistem pengudaraan, kuar penggading haba dipasang terlalu dekat dengan zin dan mungkin kajian ini perlu dilakukan pada saiz yang sebenar.

5.2 CADANGAN

Cadangan untuk penambahbaikan projek ini adalah dengan menambahkan saluran udara kepada sistem yang sedia ada. Hal ini untuk menyenangkan lagi sistem sedia ada untuk menyedut udara di dalam ruang bumbung. Selain itu juga cadangan lain untuk projek ini adalah

dengan membuat eksperimen menggunakan simulasi perisian. Daripada eksperimen itu, ia boleh menentukan udara panas yang terperangkap di bahagian mana. Jadi ia boleh memudahkan penambahbaik dilakukan terhadap sistem pengudaraan untuk mengeluarkan udara yang terperangkap itu.



RUJUKAN

Al-Obaidi, K. M., Ismail, M., & Abdul Rahman, A. M. (2014). Design and performance of a novel innovative roofing system for tropical landed houses. *Energy Conversion and Management*, 85, 484–504.

Al-Obaidi, K. M., Ismail, M., & Abdul Rahman, A. M. (2016). A comparative study between unvented and vented attics powered by the hybrid turbine ventilator in Malaysian houses. *International Journal of Sustainable Energy*, 35(2), 148–160.

Co., D. E. M. (2005). Available exclusively at, (Ventilation Fundamentals).

Damiati, S. A., Zaki, S. A., Rijal, H. B., & Wonorahardjo, S. (2016). Field study on adaptive thermal comfort in office buildings in Malaysia, Indonesia, Singapore, and Japan during hot and humid season. *Building and Environment*, 109, 208–223.

Dangeam, S. (2011). An electric generator driven by a roof ventilator. *Energy Procedia*, 9, 147–158.

Engineer, D. (2015). Performance Charecteristics of Turbo Ventilator : A Review, (4), 2276–2282.

Jamaludin, N., Mohammed, N. I., Khamidi, M. F., & Wahab, S. N. A. (2015). Thermal Comfort of Residential Building in Malaysia at Different Micro-climates. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 170, 613–623.

Mun, W. K., Razali, M., Almsafir, M. K., & Azlee, F. (2015). Prospects of solar energy for domestic area in malaysia. *The 3rd National Graduate Conference (NatGrad2015)*, (April), 332–337.

Na, A. (2013). Empowering Distributed Solar PV Energy for Malaysian Rural Housing: Towards Energy Security and Equitability of Rural Communities. *International Journal of Renewable Energy* ..., 2(February), 59–68.

Nagakiran, M., & Srinivasulu, S. (2013). Analysis of Axial Flow Fans, 1, 1–7.

Nirmal, U., Chan, W. T., Lau, S. T. W., & Maratha, P. (2015). Design and Fabrication of a Solar Powered Roof Exhaust Fan. *Journal of Advanced Manufacturing Technology (JAMT)*, 9(2), 1–10.

Ong, K. S. (2011). Temperature reduction in attic and ceiling via insulation of several passive roof designs. *Energy Conversion and Management*, 52(6), 2405–2411.

Rahman, M. M., Chu, C. M., Kumaresen, S., Yan, F. Y., Kim, P. H., Mashud, M., &

Rahman, M. S. (2014). Evaluation of the modified chimney performance to replace mechanical ventilation system for livestock housing. *Procedia Engineering*, 90, 245–

Rifa, R. T., Al-obaidi, K. M., Malek, A., & Rahman, A. (2014). Improving Stack Effect in Hot Humid Building Interiors with Hybrid Turbine Ventilator (s), 2, 1–10.

Rose, W. B. (n.d.). Early History of Attic Ventilation William. *Research Architect Building Research Council-School of Architecture University of Illinois at Urbana-Champaign*, 1–18.

Roslan, Q., Ibrahim, S. H., Affandi, R., Mohd Nawi, M. N., & Baharun, A. (2016). A literature review on the improvement strategies of passive design for the roofing system of the modern house in a hot and humid climate region. *Frontiers of Architectural Research*, 5(1), 126–133.

Torasa, C., & Sermsri, N. (2015). The Application of Roof Ventilator for Electricity Generation. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 197(February), 1690–1696.

Yew, M. C., Ramli Sulong, N. H., Chong, W. T., Poh, S. C., Ang, B. C., & Tan, K. H. (2013). Integration of thermal insulation coating and moving-air-cavity in a cool roof system for attic temperature reduction. *Energy Conversion and Management*, 75, 241–248.

LAMPIRAN A

Tanpa sistem pengudaraan

Hari pertama

Masa	Suhu ($^{\circ}\text{C}$)					
	saluran 1	saluran 2	saluran 3	saluran 4	saluran 5	purata
1300	34.32	35.07	40.65	41.40	36.82	37.66
1330	33.87	34.27	38.94	39.61	35.84	36.51
1400	35.78	36.35	50.03	50.64	42.27	43.01
1430	37.40	39.30	65.12	65.50	50.40	51.56
1500	35.44	37.61	53.85	53.98	44.07	44.99
1530	36.25	38.09	47.79	47.66	41.92	42.34
1600	34.82	35.65	40.38	40.31	37.43	37.72

Hari kedua

Masa	Suhu ($^{\circ}\text{C}$)					
	saluran 1	saluran 2	saluran 3	saluran 4	saluran 5	purata
1300	36.12	34.76	37.55	39.44	35.62	36.70
1330	40.87	43.44	42.54	40.64	43.48	42.19
1400	50.86	50.76	48.87	49.76	45.87	49.22
1430	58.43	59.76	60.32	61.46	57.87	59.57
1500	50.15	53.61	53.76	56.43	53.65	53.52
1530	38.07	42.09	41.87	42.87	41.34	41.25
1600	34.67	33.86	32.61	35.87	34.26	34.25

Hari ketiga

Masa	Suhu ($^{\circ}\text{C}$)					
	saluran 1	saluran 2	saluran 3	saluran 4	saluran 5	purata
1300	50.16	52.07	55.78	56.49	54.20	53.74
1330	55.42	53.87	54.00	53.75	56.09	54.63
1400	49.67	50.02	48.78	49.67	48.26	49.28
1430	47.89	49.83	48.26	49.54	49.06	48.92
1500	48.23	48.66	46.99	48.26	49.57	48.34
1530	41.56	42.07	43.68	42.96	42.49	42.55
1600	33.67	33.88	32.93	34.78	33.86	33.82

Hari keempat

Masa	Suhu ($^{\circ}\text{C}$)					
	saluran 1	saluran 2	saluran 3	saluran 4	saluran 5	purata
1300	42.52	39.67	40.11	41.06	40.89	40.85
1330	41.45	43.85	41.07	42.67	40.15	41.84
1400	46.07	48.16	49.45	47.34	46.86	47.58
1430	50.15	55.34	53.88	54.02	56.00	53.88
1500	49.98	50.65	51.87	48.98	50.13	50.32
1530	45.24	44.76	43.94	44.34	46.08	44.87
1600	37.07	35.89	34.91	36.66	37.14	36.33

Dengan sistem pengudaraan

Hari pertama

Masa	Suhu ($^{\circ}\text{C}$)					
	saluran 1	saluran 2	saluran 3	saluran 4	saluran 5	purata
1300	32.22	33.51	36.34	37.37	33.88	34.66
1330	32.45	31.74	36.53	37.49	34.00	34.44
1400	33.74	33.06	46.72	47.70	39.20	40.08
1430	34.83	37.16	63.79	62.79	47.26	49.17
1500	33.68	35.08	52.69	51.69	41.24	42.88
1530	32.45	36.76	46.46	45.44	38.96	40.01
1600	31.90	33.10	38.87	39.84	33.15	35.37

Hari kedua

Masa	Suhu ($^{\circ}\text{C}$)					
	saluran 1	saluran 2	saluran 3	saluran 4	saluran 5	purata
1300	32.13	32.35	34.43	36.87	33.44	33.84
1330	36.00	40.76	39.69	38.94	40.83	39.24
1400	45.76	48.87	45.03	46.21	43.76	45.93
1430	55.07	54.11	54.43	56.12	55.56	55.06
1500	47.01	49.35	49.09	50.99	50.87	49.46
1530	36.66	38.41	38.23	39.88	37.56	38.15
1600	31.17	31.98	30.76	32.42	31.83	31.63

Hari ketiga

Masa	Suhu ($^{\circ}\text{C}$)					
	saluran 1	saluran 2	saluran 3	saluran 4	saluran 5	purata
1300	47.01	49.43	52.11	53.56	51.43	50.71
1330	50.03	50.54	51.09	50.67	52.98	51.06
1400	44.27	46.32	46.56	47.87	46.67	46.34
1430	44.10	47.88	45.34	46.45	45.90	45.93
1500	45.99	46.07	45.52	46.20	46.87	46.13
1530	38.74	40.06	39.72	40.70	39.20	39.68
1600	30.08	31.87	29.99	31.04	30.56	30.71

Hari keempat

Masa	Suhu ($^{\circ}\text{C}$)					
	saluran 1	saluran 2	saluran 3	saluran 4	saluran 5	purata
1300	39.76	36.10	38.34	39.09	38.98	38.45
1330	38.23	40.19	38.20	37.75	38.06	38.49
1400	42.23	44.76	45.89	44.84	43.27	44.20
1430	48.81	50.11	48.91	48.65	51.17	49.53
1500	45.27	47.02	47.96	45.80	47.67	46.74
1530	41.66	40.49	39.20	40.38	41.56	40.66
1600	33.63	33.18	31.82	33.98	35.45	33.61

Voltan

Masa	Voltan (V)			
	Hari pertama	Hari kedua	Hari ketiga	Hari keempat
1300	10.34	10.45	15.62	10.96
1330	11.09	13.09	15.04	11.21
1400	15.97	15.87	14.69	14.25
1430	16.43	16.54	14.12	15.12
1500	14.87	16.87	14.20	14.82
1530	12.19	12.76	11.89	13.89
1600	10.98	9.38	9.24	9.86

Halaju udara

Masa	Halaju udara (m/s)			
	Hari pertama	Hari kedua	Hari ketiga	Hari keempat
1300	2.47	2.56	5.67	3.96
1330	4.38	4.98	5.46	4.44
1400	5.45	5.39	4.69	4.99
1430	5.55	5.70	4.36	5.58
1500	5.10	5.80	4.23	5.07
1530	4.41	4.43	4.01	4.68
1600	2.88	2.91	3.45	3.79

LAMPIRAN B



(a)



(b)



(c)



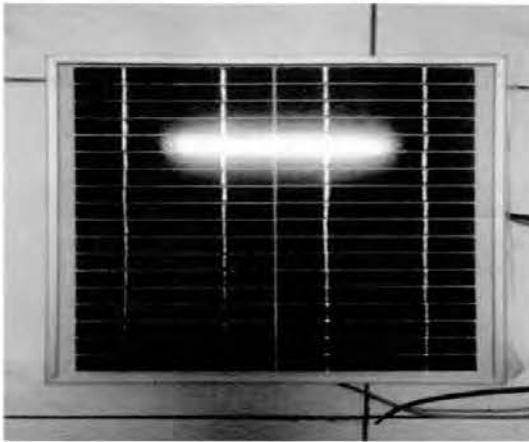
(d)



(e)



(f)



(g)



(h)

Catatan:

- (a) VELOCICALC Plus multi-meter
- (b) Bacaan untuk CFM pada hari ujian dijalankan
- (c) Voltmeter
- (d) Bacaan untuk voltan pada hari ujian dijalankan
- (e) Penggasing suhu
- (f) Bacaan suhu yang diperolehi menggunakan penggasing suhu
- (g) Panel suria yang digunakan
- (h) Spesifikasi untuk panel suria yang digunakan

اونيورسيتي تيكنيكل مليسيا ملاك

UNIVERSITI TEKNIKAL MALAYSIA MELAKA

LAMPIRAN C

Gant Chart untuk PSM 1

ACTIVITY/MO NTH /WEEK(W)	SEPTEMBER				OCTOBER				NOVEMBER				DISEMBER		
	W 1	W 2	W 3	W 4	W 5	W 6	W 7	W 8	W 9	W1 0	W1 1	W1 2	W1 3	W1 4	W1 5
GET PSM TITLE															
LITERATURE REVIEW															
METHODOLOGY															
PROGRESS REPORT 1 SUBMISSION															
DESIGN PRODUCT															
REPORT PREPARATION															
SUBMISSION DRAFT FINAL REPORT															
SEMINAR AND PRESENTATION															

 = jangka masa siap

Gant Chart for PSM 2

ACTIVITY/MON TH /WEEK(W)	FEBRUARY				MARCH				APRIL				MAY		
	W 1	W 2	W 3	W 4	W 5	W 6	W 7	W 8	W 9	W1 0	W1 1	W1 2	W1 3	W1 4	W1 5
PROJECT															
PROGRESS AND TESTING															
DATA ANALYSIS															
PROGRESS REPORT SUBMISSION															
DISCUSSION															
CONCLUSION AND RECOMMENDA TION															
REPORT SUBMISSION															
SEMINAR AND PRESENTATION															

■ = jangka masa siap