

REKA BENTUK MODEL SISTEM PENGUDARAAN BERKUASA SURIA

MOHD SHARIMEN IMRAN BIN HUZAMRI

**A report submitted
in fulfilment of the requirements for the degree of
Bachelor of Mechanical Engineering (Thermal-Fluid)**

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

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

DEDIKASI

Kepada keluarga yang tersayang.

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.

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 minut. 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°C – 5°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 yang 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

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

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

SENARAI SINGKATAN

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

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
$\epsilon_{jnverter}$	=	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 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).



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.

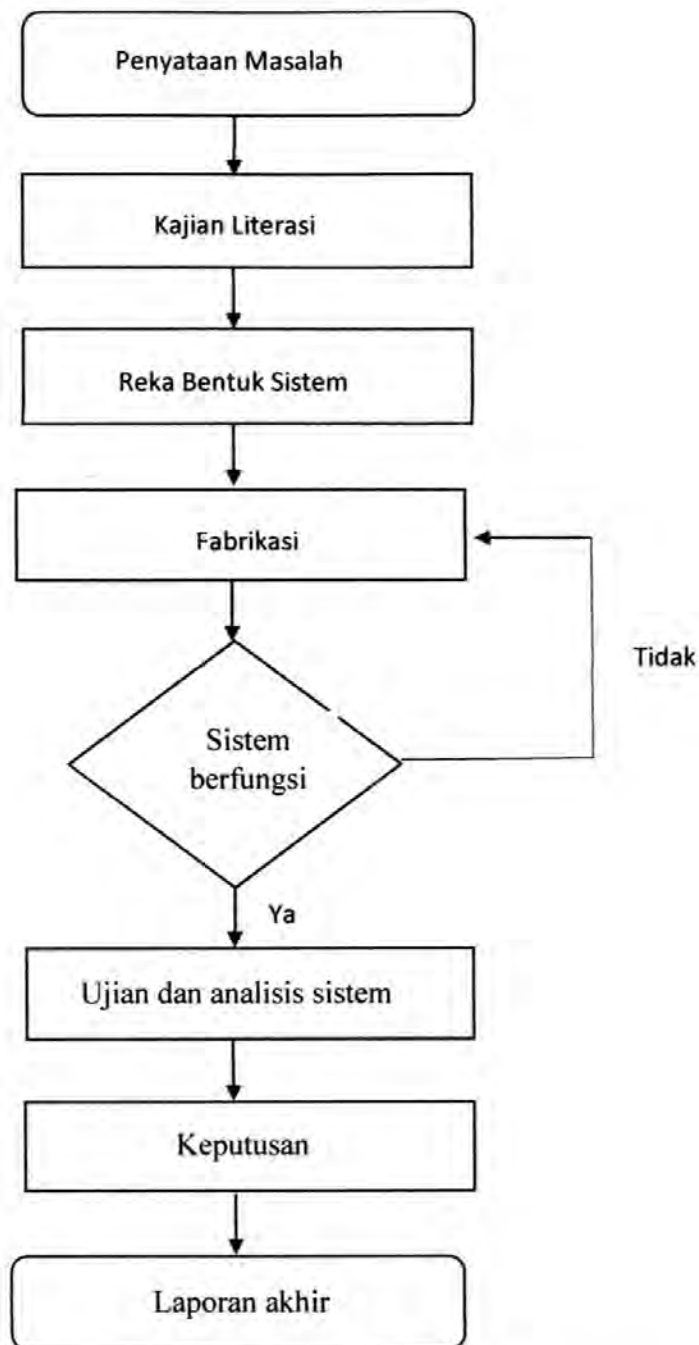
1.4 SKOP KAJIAN

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.

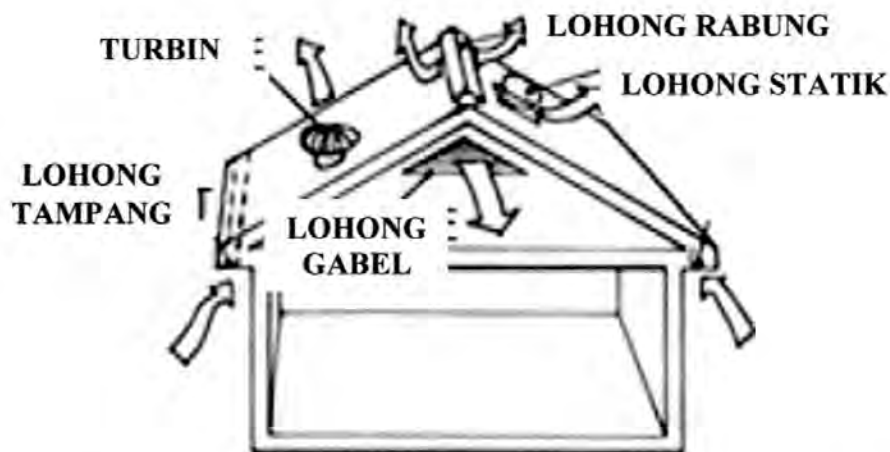
Untuk negara yang mempunyai suhu yang panas dan lembab seperti negara-negara yang berada di dalam kawasan beriklim tropikal adalah amat sesuai untuk menggunakan sistem pengudaraan ini. Hal ini demikian kerana purata suhu adalah tinggi pada kawasan tersebut (Rifa, Al-obaidi, Malek, & Rahman, 2014). Jadi, 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.

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).



Rajah 2.4 Power vent.

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