

**PENGUMPUL HABA PARABOLA
BAGI SISTEM PEMANASAN AIR**

NURUL AIN BINTI ABDUL RAHIM

**PEPUN...
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH**

**DISERTASI YANG DIKEMUKAKAN UNTUK MEMENUHI SEBAHAGIAN
DARIPADA SYARAT MEMPEROLEH IJAZAH SARJANA MUDA SAINS DENGAN
KEPUJIAN**

**PROGRAM FIZIK DENGAN ELEKTRONIK
FAKULTI SAINS DAN SUMBER ALAM
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH**

2014



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

24267



UNIVERSITI MALAYSIA SABAH
BORANG PENGESAHAN STATUS TESIS

JUDUL: PENGUMPUL HABA PARABOLA BAGI SISTEM PEMANASAN

IJAZAH: IJAZAH SARJANA MUDA SAINS DENGAN KEPUJIAN FIZIK DENGAN ELEKTRONIK

SAYA: NURUL AIN BINTI ABDUL RAHIM SESI PENGAJIAN: 2013/2014
(HURUF BESAR)

Mengaku membenarkan tesis *(LPSM/Sarjana/Doktor Falsafah) ini disimpan di Perpustakaan Universiti Malaysia Sabah dengan syarat-syarat kegunaan seperti berikut:-

1. Tesis adalah hakmilik Universiti Malaysia Sabah.
2. Perpustakaan Universiti Malaysia Sabah dibenarkan membuat salinan untuk tujuan pengajian sahaja.
3. Perpustakaan dibenarkan membuat salinan tesis ini sebagai bahan pertukaran antara institusi pengajian tinggi.
4. Sila tandakan (/)

SULIT (Mengandungi maklumat yang berdarjah keselamatan atau kepentingan Malaysia seperti yang termaktub di AKTA RAHSIA RASMI 1972)

TERHAD (Mengandungi maklumat TERHAD yang telah ditentukan oleh organisasi/badan di mana Penyelidikan dijalankan)

TIDAK TERHAD

am
(TANDATANGAN PENULIS)

Alamat tetap: NO. 2222 KG. GONG KEMUNTING, KUALA IBAI, 20400 KUALA TERENGGANU, TERENGGANU.

Disahkan NURULAIN BINTI ISMAIL
LIBRARIAN
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH
(TANDATANGAN PUSTAKAWAN)

Dr. Haidee F. Abdul Amir
NAMA PENYELIA

Tarikh: 16/6/2014

Tarikh: 17/6/2014

Catatan :-
• Potong yang tidak berkenaan.
• Jika tesis ini SULIT atau TERHAD, sila lampirkan surat daripada pihak berkuasa/organisasi berkenaan dengan menyatakan sekali sebab dan tempoh tesis ini perlu dikelaskan sebagai SULIT dan TERHAD.
• Tesis dimaksudkan sebagai tesis bagi Ijazah Doktor Falsafah dan Sarjana Secara penyelidikan atau disertai bagi pengajian secara kerja kursus dan Laporan Projek Sarjana Muda (LPSM)

PERPUSTAKAAN UMS



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

PENGAKUAN

Saya akui bahawa karya ini adalah hasil karya saya sendiri kecuali nukilan dan ringkasan yang setiap satunya telah dijelaskan sumbernya.

ain

NURUL AIN BINTI ABDUL RAHIM

BS11110500

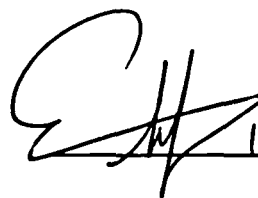
12 JUN 2014

DIPERAKUKAN OLEH

Tandatangan

1. PENYELIA

(PROF. MADYA DR. HAIDER F. ABDUL AMIR)



17/6/2014

2. PEMERIKSA

(ENCIK AG. SUFIYAN ABD HAMID)

3. DEKAN

(PROF. MADYA DR. BABA MUSTA)

PENGHARGAAN

Salam sejahtera. Syukur alhamdulillah kerana dengan izin-Nya disertasi saya dapat disiapkan setelah dua semester bagi memenuhi syarat memperoleh ijazah. Di kesempatan ini, saya ingin merakamkan ucapan ribuan terima kasih kepada pihak-pihak yang terlibat dalam penghasilan disertasi ini. Penghargaan utama saya berikan kepada Prof. Madya Dr. Haider F. Abdul Amir selaku penyelia saya yang telah banyak memberikan buah fikiran, bimbingan dan dorongan serta penunjuk jalan bagi menjayakan projek serta disertasi ini. Selain itu, penghargaan juga kepada pemeriksa saya En. Ag. Sufiyan Abd. Hamid dan pensyarah-pensyarah lain yang memberikan kritikan yang membina bagi menjayakan lagi disertasi ini. Saya juga ingin mengucapkan terima kasih kepada pembantu Makmal Kimia kerana sudi memberikan kerjasama yang baik untuk saya menggunakan peralatan makmal yang diperlukan. Terima kasih juga kepada ibu bapa saya serta keluarga saya yang telah banyak memberikan bantuan dari segi kewangan, usaha, nasihat serta pencetus semangat dalam usaha saya menyiapkan disertasi ini. Tidak dilupakan juga kepada rakan-rakan seperjuangan yang lain yang sentiasa memberikan bantuan serta dorongan dalam penghasilan disertasi ini. Sekian, terima kasih.

ABSTRAK

Tenaga alternatif merupakan satu keperluan pada masa kini bagi mengurangkan kebergantungan tenaga elektrik dalam kehidupan seharian. Tenaga suria mampu ditukarkan kepada pelbagai jenis tenaga. Dalam sistem pemanasan air berasaskan tenaga suria, ianya mampu membekalkan tenaga haba seterusnya mengurangkan penggunaan tenaga elektrik dalam penghasilan air panas. Justeru, penggunaan pengumpul haba parabola yang bergerak mengikut keamatan cahaya sekitaran mampu direka cipta bagi menghasilkan suhu air yang tinggi. Dalam kajian yang dilakukan pengumpul haba parabola yang bergerak mengikut keamatan cahaya matahari dicipta. Hanya sejenis penyerap haba yang digunakan iaitu aluminium. Prototaip ini menggunakan sensor cahaya bagi mengesan keamatan cahaya sekitaran. Parabola bergerak mengikut keamatan cahaya yang dominan yang diterima pada parabola. Parabola yang berkilat di bahagian dalam digunakan supaya bertindak seperti cermin yang mampu menfokuskan cahaya pada satu titik fokus. Air dari tangki dibiarkan melalui kawasan paip aluminium melalui proses termosifon dan melalui proses konduksi haba, haba yang diserap oleh paip aluminium dipindahkan kepada air. Bacaan suhu air diambil setiap satu jam. Kajian ini dijalankan pada bulan Mac dan diulang pada bulan April. Hasilnya, suhu air tertinggi dicatatkan ialah 38°C pada Mac dan 33°C pada April. Bacaan suhu air tertinggi mampu diperolehi pada jam 1.00 petang sehingga 2.00 petang. Secara keseluruhannya objektif kajian telah dicapai.

ABSTRAK

Tenaga alternatif merupakan satu keperluan pada masa kini bagi mengurangkan kebergantungan tenaga elektrik dalam kehidupan seharian. Tenaga suria mampu ditukarkan kepada pelbagai jenis tenaga. Dalam sistem pemanasan air berasaskan tenaga suria, ianya mampu membekalkan tenaga haba seterusnya mengurangkan penggunaan tenaga elektrik dalam penghasilan air panas. Justeru, penggunaan pengumpul haba parabola yang bergerak mengikut keamatan cahaya sekitaran mampu direka cipta bagi menghasilkan suhu air yang tinggi. Dalam kajian yang dilakukan pengumpul haba parabola yang bergerak mengikut keamatan cahaya matahari dicipta. Hanya sejenis penyerap haba yang digunakan iaitu aluminium. Prototaip ini menggunakan sensor cahaya bagi mengesan keamatan cahaya sekitaran. Parabola bergerak mengikut keamatan cahaya yang dominan yang diterima pada parabola. Parabola yang berkilat di bahagian dalam digunakan supaya bertindak seperti cermin yang mampu menfokuskan cahaya pada satu titik fokus. Air dari tangki dibiarkan melalui kawasan paip aluminium melalui proses termosifon dan melalui proses konduksi haba, haba yang diserap oleh paip aluminium dipindahkan kepada air. Bacaan suhu air diambil setiap satu jam. Kajian ini dijalankan pada bulan Mac dan diulang pada bulan April. Hasilnya, suhu air tertinggi dicatatkan ialah 38°C pada Mac dan 33°C pada April. Bacaan suhu air tertinggi mampu diperolehi pada jam 1.00 petang sehingga 2.00 petang. Secara keseluruhannya objektif kajian telah dicapai.

KANDUNGAN

Muka Surat

PERAKUAN	ii
PENGESAHAN	iii
PENGHARGAAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
SENARAI KANDUNGAN	vii
SENARAI JADUAL	x
SENARAI RAJAH	xi
SENARAI FOTO	xii
SENARAI SIMBOL	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1 Pengenalan	1
1.2 Penggunaan Tenaga Suria di Malaysia	3
1.3 Penyataan Masalah	5
1.4 Objektif Kajian	6
1.5 Skop Kajian	6
1.6 Hipotesis Kajian	6
BAB 2 KAJIAN LITERATUR	
3.1 Pengenalan	7
3.2 Sejarah Penggunaan Tenaga Solar	7
3.2.1 Pada Abad ke-17	7
3.2.2 Pada Abad ke-18	8



3.2.3	Pada Abad ke-19	9
3.2.4	Pada Abad ke-20	10
3.3	Sinaran Matahari pada Permukaan	11
3.4	Instrumentasi Mengukur Sinaran Suria	13
3.5	Sinaran Suria di Malaysia	14
3.6	Pengumpul Suria	15
3.7	Cermin Sfera	16
3.8	Motor	17
3.9	Unsur Perpindahan Haba	17
3.10	Kategori Sistem Pemanasan Suria	18
BAB 3 BAHAN DAN KAEDAH		20
3.1	Pengenalan	20
3.2	Rekabentuk Mekanikal Awal	20
3.3	Radas	21
3.4	Mekanisme Penyediaan dan Pergerakan Pengumpul Haba Berbentuk Parabola	21
3.5	Metodologi	23
3.6	Litar Skematik	24
3.7	Carta Aliran Mekanisma	27
BAB 4 KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN		28
4.1	Pengenalan	28
4.2	Data Kajian	29
4.3	Perbincangan	30

BAB 5 KESIMPULAN	33
5.1 Pengenalan	33
5.2 Kesimpulan	33
5.3 Kelemahan yang Dapat diperhatikan	34
5.4 Cadangan Masa Hadapan	35
RUJUKAN	37

SENARAI JADUAL

No.Jadual		Muka Surat
1.1	Penggunaan Tenaga Elektrik mengikut Aplikasi di Kediaman	5
4.1	Purata Suhu Air bagi Bulan Mac	29
4.2	Purata Suhu Air bagi Bulan April	29

SENARAI RAJAH

No.Rajah		Muka Surat
1.1	Struktur Mudah Matahari	2
1.2	Peratusan Tinjauan mengenai Sumber Tenaga Alternatif di Malaysia	4
2.1	Axicon Bersudut 90°	10
2.2	Sudut Condong dan Sudut Kemiringan Sinaran Suria θ pada Permukaan Condong	12
2.3	Perbandingan Sinaran Suria yang diukur dan Jangkaan di Kota Kinabalu	14
2.4	Sinaran Suria Tahunan Dunia Unit kJ/cm^2	15
2.5	Cermin Piring Sfera dengan Jejari, R dan Sudut Rim 2α	17
3.1	Litar Skematik Pengumpul Haba Aktif	24
3.2	Carta Aliran bagi Sistem Pengumpul Haba Parabola bagi Sistem Pemanasan Air	27
4.1	Graf Purata Suhu Air Lawan Masa	31

SENARAI FOTO

No.Foto		Muka Surat
2.1	Pengumpul Cermin Silinder-Parabola oleh Shuman-Boys	11
3.1	Komponen Litar Pengumpul Haba Aktif	25
3.2	Alat Pengukuran Suhu Air dan Keamatan Cahaya	25
3.3	Komponen Pengumpul Haba Parabola bagi Sistem Pemanasan Air	26
4.1	Kajian dilakukan	28

SENARAI SIMBOL

k	kilo
K	Kelvin
AU	Unit Astronomi
c	centi
W	Watt
Z	koordinat suria tempatan matahari
A	koordinat suria tempatan matahari
Θ	sudut kemiringan
φ	koordinat condong permukaan
Δ	koordinat condong permukaan
2a	sudut rim
U	Utara-arah garis bujur
T	Timur-arah latitud
R	jejari
f	titik fokus
C	Celsius

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Pengenalan

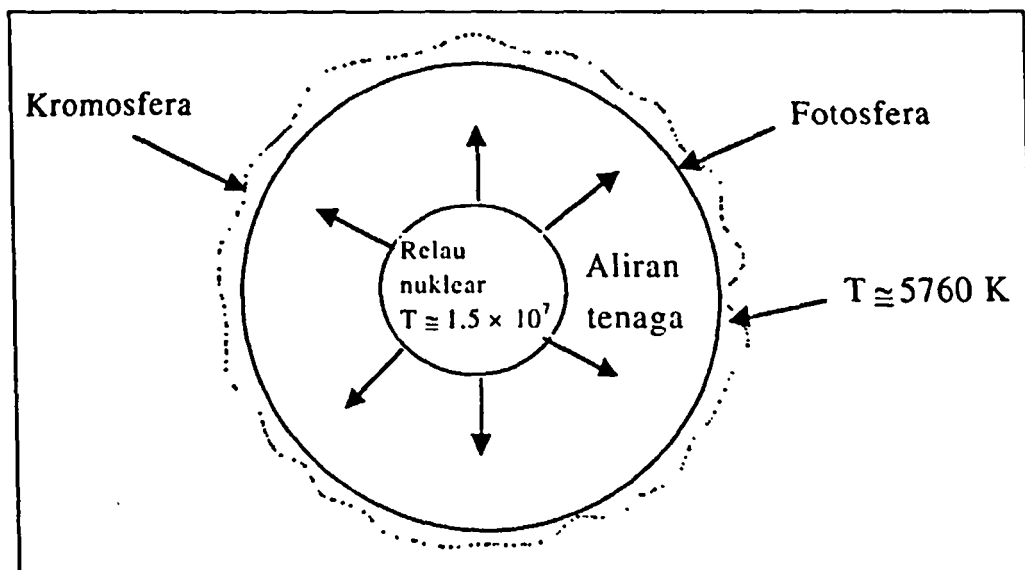
Matahari merupakan sebuah bintang yang memberikan sumber tenaga kepada semua makhluk untuk hidup di muka bumi ini. Pada masa kini, kebanyakan tenaga yang terdapat di bumi seperti tenaga untuk pemanasan terus, tenaga angin, kuasa hidroelektrik dan tenaga yang diperoleh daripada bahan api fosil berpunca daripada matahari. Oleh itu, segala perubahan yang berlaku pada matahari dan bentuk peredaran bumi akan mempengaruhi iklim dan suasana di bumi serta kebolehdapatan sinaran suria di sesuatu lokasi.

Berdasarkan pencerapan yang dilakukan di luar permukaan matahari dan model binaannya matahari mempunyai ciri-ciri seperti jisim, jejari, ketumpatan, suhu dan lain-lain.

- (a) Jisim matahari bersaiz $= 1.989 \times 10^{30}$ kg iaitu (3.3×10^5 kali ganda daripada jisim bumi)
- (b) Jejari matahari bersaiz $= 6.96 \times 10^8$ m iaitu (109 kali ganda daripada jejari bumi)
- (c) Jarak antara matahari dan bumi $= 1.0167$ AU (4 Julai) dan berubah kepada 0.983 AU (4 Januari)
- (d) Luas permukaan matahari $= 6.093 \times 10^{12}$ km²
- (e) Ketumpatan matahari $= 1.4000$ gcm⁻²
- (f) Gravitasi pada matahari $= 2.7398 \times 10^{12}$ ms⁻²
- (g) 1 AU 1 unit astronomi $= (1.5 \times 10^{11}$ m)
- (h) Suhu di luar permukaan matahari $= 5762$ K



Umumnya, struktur mudah matahari dapat digambarkan mempunyai dua bahagian utama iaitu fotosfera dan kromosfera. Permukaan matahari iaitu fotosfera adalah bahagian transisi dan ketumpatannya berkurang secara tiba-tiba. Bahagian dalam matahari ialah bahagian yang amat legap. Pada bahagian fotosfera terdapat atmosfera matahari yang dikenali sebagai kromosfera. Bahagian kromosfera ini menyerap sebahagian sinaran yang dipancarkan oleh bahagian fotosfera. Bahagian ini juga ialah bahagian telus cahaya (Mohd Yusof & Kamaruzzaman, 2002)



Rajah 1.1 Struktur Mudah Matahari (Mohd Yusof & Kamaruzzaman, 2002)

Suhu bahagian dalaman matahari adalah sekitar 1.5×10^7 K dan berkurang menjadi sekitar 5760 K di permukaan. Hidrogen dan Helium merupakan komposisi kimia matahari. Kedua-dua unsur ini dianggarkan membentuk 96 hingga 99 peratus jisim matahari di bawah tekanan yang cukup tinggi dan hanya kekuatan graviti yang cukup besar sahaja yang boleh memisahkannya.

Kebanyakan sinaran yang tiba di bumi berasal dari fotosfera. Bumi dikelilingi oleh lapisan atmosfera yang di dalamnya mengandungi pelbagai jenis gas, habuk, zarah seni pepejal, cecair dan juga pelbagai jenis awan. Apabila sinaran matahari dari fotosfera melalui lapisan atmosfera bumi, keamatannya akan berkurang apabila tiba di permukaan bumi.

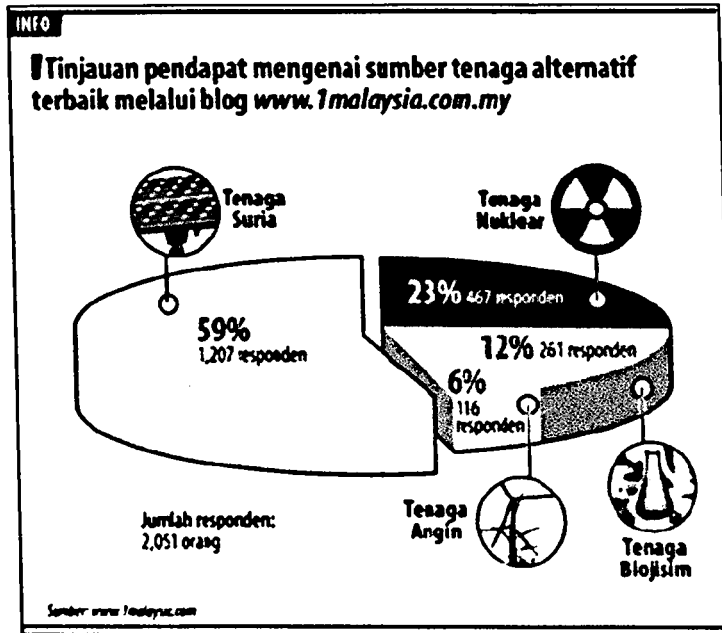
Kekurangan pada sinaran suria ini adalah disebabkan oleh penyerapan oleh wap air, molekul oksigen, ozon dan karbon dioksida dalam julat panjang gelombang tertentu. Selain itu, terdapat juga sebaran Rayleigh oleh molekul gas yang berbeza dan zarah debu yang terdapat dalam atmosfera bumi. Tambahan lagi, sebaran Mie iaitu sebaran sinaran suria oleh molekul udara atau zarah gas yang bersaiz sangat kecil berbanding panjang gelombang sinaran suria.

Terletak di kawasan tropika, langit Malaysia diliputi awan dan kesan sinaran suria adalah amat ketara. Daripada sinaran yang tiba di permukaan bumi, 30 peratus daripadanya dipantulkan balik ke atmosfera bumi oleh awan, disebarkan oleh zarah debu dan gas di dalam atmosfera serta pembalikan semula oleh permukaan bumi yang dinamakan *albedo*. Justeru, sinaran yang tiba dipermukaan bumi terdiri daripada sinaran terus dan sinaran resapan. Sinaran terus ialah sinaran yang tidak disebarkan manakala sinaran resapan ialah sinaran yang tersebar dengan panjang gelombangnya berubah-ubah.

1.2 Penggunaan Tenaga Suria di Malaysia

Tenaga alternatif merupakan tenaga yang boleh diperbaharui tanpa memberi kesan kepada tenaga yang tidak boleh diperbaharui. Tenaga suria merupakan salah satu sumber tenaga alternatif yang bersifat semulajadi dan mesra alam. Iklim tropika Malaysia yang menerima sebanyak tujuh jam sinaran suria sehari secara purata bagi menghasilkan elektrik berasaskan suria mampu membangunkan lagi teknologi elektrik berasaskan tenaga suria.

Melalui satu tinjauan yang telah dilakukan mengenai pilihan tenaga alternatif di Malaysia, sebanyak 59 peratus daripada 2051 responden telah mengesyorkan tenaga suria dijadikan sebagai sumber alternatif di Malaysia diikuti 23 peratus bagi tenaga nuklear, 12 peratus bagi tenaga biojisim dan enam peratus bagi tenaga angin. (Zanariah, 2010)



Rajah 1.2 Peratusan Tinjauan mengenai Sumber Tenaga Alternatif di Malaysia (Zanariah, 2010)

Penggunaan tenaga elektrik di kediaman domestik banyak tertumpu pada penggunaan alat-alat elektrik seperti peti sejuk, sistem pemanasan air, komputer, dan lain-lain. Melalui satu kajian yang telah dilakukan oleh penyelidik dari Universiti Tun Hussein Onn Malaysia (UTHM), penggunaan tenaga elektrik di kawasan kediaman menunjukkan sistem pemanasan air menggunakan kuasa yang tinggi. Justeru, tenaga suria mampu dikembangkan bagi mengatasi kebergantungan kepada tenaga elektrik bagi sistem pemanasan air.

No	Appliances	Power(W)
1	Shower Heater(4 kg)	3600
2	Electric Kettle	2000-2200
3	Air conditioner	1200
4	Fan(ceiling)	100
	Fan(stand)	50-60
	Fan(table)	35
5	Pendafloor lamp	36
6	Microwave oven	1100-1200
7	Rice cooker	600-700
8	Toaster	700
9	Refrigerator(220L)	500
10	Vacuum	1200-1600
11	Iron	1200-1400
12	Washing machine(7kg)	480-700
13	Hair Dryer	1200
14	PC	750
15	Laptop	65
16	Television	75

Jadual 1.1 Penggunaan Tenaga Elektrik mengikut Aplikasi di Kediaman (Asmarashid, 2007)

1.3 Penyataan Masalah

Sistem pemanasan air merupakan satu sistem yang banyak menggunakan tenaga elektrik. Pada masa kini terdapat dua jenis pengumpul sistem pemanasan air yang digunakan iaitu pengumpul plat datar dan pengumpul tiub vakum. Kedua-dua jenis pengumpul ini adalah pengumpul jenis pasif. Pengumpul jenis plat datar kurang efisien apabila sinaran suria mengenai pengumpul pada sudut yang berlainan. Selain itu, pengumpul jenis ini juga mempunyai kawasan terdedah kepada matahari yang besar. Keadaan ini membuatkan lebih banyak tenaga haba yang akan hilang ke atmosfera.

1.4 Objektif Kajian

Objektif kajian ini adalah:-

- (a) Untuk merekabentuk sebuah pengumpul haba berbentuk piring parabola yang mampu bergerak seiring dengan keamatan cahaya sekitaran bagi sistem pemanasan air.
- (b) Untuk mengukur suhu air yang dihasilkan oleh pengumpul haba berbentuk parabola pada keamatan cahaya adalah optimum.

1.5 Skop Kajian

Kajian ini dilakukan di Universiti Malaysia Sabah (UMS) Kota Kinabalu. Seterusnya, kajian ini dilakukan dengan menggunakan pengumpul haba berbentuk parabola. Haba yang dikumpulkan adalah berdasarkan keamatan cahaya sekitaran yang optimum pada hari kajian dilakukan. Kajian ini dilakukan selama tiga hari pada setiap bulan selama dua bulan iaitu pada bulan Mac dan April. Selain itu, hanya satu jenis penyerap haba iaitu aluminium yang digunakan dalam kajian ini.

1.6 Hipotesis Kajian

Melalui kajian ini dijangkakan tenaga haba yang akan dikumpulkan adalah maksimum dengan penggunaan pengumpul haba parabola mampu bergerak mengikut keamatan cahaya yang optimum dengan bantuan motor yang dibekalkan arus elektrik. Seterusnya, dijangkakan penggunaan tenaga elektrik untuk memanaskan air mampu dikurangkan berikutan suhu air yang tinggi mampu dihasilkan dalam sistem pemanasan.

BAB 2

KAJIAN LITERATUR

2.1 Pengenalan

Tenaga suria telah digunakan sejak abad ke-17. Pada masa kini kegunaan aplikasi berasaskan tenaga suria terus berkembang dengan penciptaan teknologi baru. Aplikasi yang dihasilkan perlu mengambil kira beberapa faktor yang berkaitan. Bagi sistem pemanasan air berasaskan tenaga suria, kebolehdapatan sinaran suria di sesuatu tempat penting bagi mengenalpasti rekabentuk dan jenis pemanasan air yang akan digunakan. Terdapat beberapa jenis pengumpul suria yang terdapat di pasaran. Kepelbagaian rekabentuk ini akan memberikan kesan pemanasan yang berbeza. Jenis sistem pemanasan air yang digunakan mestilah sesuai mengikut arah pergerakan matahari dan cuaca tempatan.

2.2 Sejarah Penggunaan Tenaga Solar

2.2.1 Pada Abad ke-17

Pada tahun 1601-1680, Athanasius Kircher membuat satu ujikaji untuk menyalakan api pada timbunan kayu pada satu jarak untuk membuktikan kebenaran secara saintifik bahawa pada tahun 1800 tahun dahulu Archimedes telah mengetahui mengenai sains optik. Arhimedes telah merangka bagaimana untuk menumpukan cahaya matahari pada satu jarak dimana kapal-kapal boleh dibakar daripada jarak yang jauh.



Pada tahun 1615, Solomon de Crux telah menerbitkan penerangan mengenai solar bergerak 'motor'. Beliau telah menggunakan beberapa kanta kaca yang dipasang pada bingkai yang menumpukan sinaran matahari pada satu kedap udara logam yang diisi dengan air. Sinaran matahari akan memanaskan dan mengembangkan udara dalaman kemudiannya pancuran air akan dikeluarkan sebagai air pancut.

Seterusnya di Florence, semasa zaman Renaissance, Averani dan Targioni (1695) mencuba untuk mencairkan berlian dengan menggunakan cermin.

Perkembangan tenaga solar diteruskan lagi oleh Ehreinfried von Tschirnhaus (1651-1700) seorang ahli di French National Academy of Science. Beliau telah menggunakan kanta berdiameter sehingga 76 cm untuk mencairkan bahan seramik. Satu daripada kanta-kanta ini telah digunakan oleh Homberg seorang ahli fizik untuk mencairkan emas dan perak. Rakannya Geoffroy kemudiannya menggunakan kanta ini untuk mengasingkan besi, tembaga, timah dan merkuri daripada bijihnya. (B.Meinel & P.Meinel, 1976)

2.2.2 Pada Abad ke-18

George Louis Leclerc Buffon (1707-1788) seorang naturalis yang terkenal membuat cermin relau suria berganda. Cermin relau ini mempunyai 360 cermin flat yang kecil yang menghalakan cahaya matahari pada satu titik fokus. Dengan menggunakan relau yang kecil dengan 168 cermin flat yang berukuran 6 inci persegi, beliau berjaya menyalakan timbunan api pada jarak 60 m.

Nicholas de Saussure dan Jacques Cassini membuat ujikaji berkaitan ketuhar dan kaca pembakar dimana nilai suhu yang dihasilkan menjadi dapatan utama dalam kedua-dua ujikaji tersebut.

Pada tahun 1743-1794, Antoine Lavoisier membuat relau yang terdiri daripada dua kepingan kaca melengkung untuk menghasilkan satu kanta cembung yang berganda. Ruang pada dua kanta ini diisi dengan alkohol. Kanta yang

mempunyai cecair ini mempunyai diameter 130 cm dan mempunyai jarak fokus 320 cm.

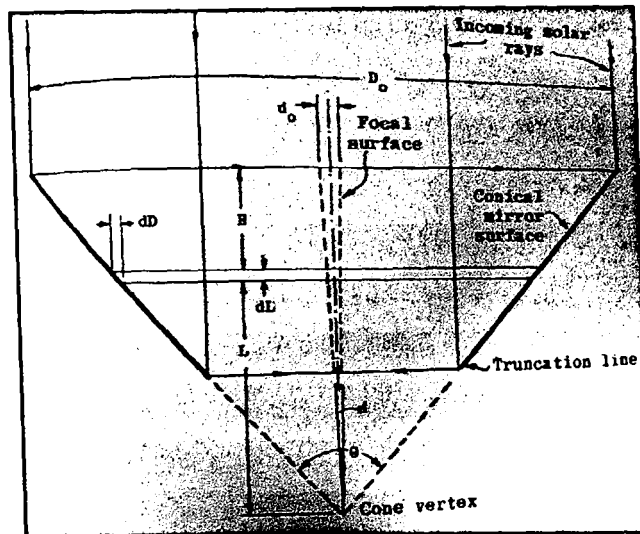
Nilai pembiasan pada kanta bercecair bersaiz besar tidak dapat menghasilkan suhu yang tinggi pada fokus maka penggunaan kanta kecil yang diletakkan berdekatan fokus untuk menghasilkan titik fokus lebih pendek. Gabungan kanta ini mampu mencairkan platinum pada suhu 1760°C (3200°F).

2.2.3 Pada Abad ke-19

Perkembangan tenaga suria melalui ujikaji diteruskan oleh beberapa orang individu lain. Percubaan pertama untuk menukarkan tenaga suria kepada bentuk lain telah dimulakan oleh August Mouchot.

Pada tahun 1875, Mouchot membuat satu kemajuan dalam reka bentuk pengumpul suria. Beliau telah membuat satu bentuk penumpu berbentuk kon. Cermin sfera atau cermin parabola disusun pada reka bentuk beliau terdahulu telah memfokuskan keseluruhan cahaya pada satu titik kecil dalam satu ruang dimana penyerap atau spesimen diletakkan.

Kon Mouchot atau axicon memfokuskan cahaya secara seragam pada paksi kon supaya satu tiub dapat digunakan bagi permukaan penyerap tenaga. Axicon ialah cermin diperbuat daripada elemen garis lurus yang condong pada sudut 45° pada sinaran matahari. Setiap garisan bertindak seperti cermin satah, membalikkan rasuk ke paksi axicon. Disebabkan semua cahaya dibalikkan oleh elemen axicon bertembung dengan paksi axicon, satu garisan imej tumpuan akan terbentuk.



Rajah 2.1 Axicon bersudut 90° (B.Meinel & P.Meinel, 1976)

2.2.4 Pada Abad ke-20

Perkembangan terus berlangsung dengan M.L.Severy membuktikan idea baru untuk menggabungkan peralatan stim daripada cahaya matahari dan penyimpanan bateri bagi sistem kuasa.

Konsep enjin di bawah tekanan atmosfera untuk mengewap cecair diperkenalkan oleh E.H.McHenry (1900 dan 1911) dan E.C.Ketchum (1905) untuk enjin jet yang menggunakan dua jenis cecair iaitu air untuk mengumpul haba dan cecair yang takat didihnya kurang daripada takat didih air untuk menggerakkan enjin. (B.Meinel & P.Meinel, 1976)

Perkembangan pada abad ke-20an lebih tertumpu pada penghasilan enjin bertenaga suria. Shuman-Boys enjin bertenaga suria menghasilkan pengumpul cermin silinder-parabola di mana cermin digerakkan mengikut matahari. Enjin ini berupaya menghasilkan kuasa keluaran berganda.

RUJUKAN

- Asmarashid Ponniran, Erwan Sulaiman, Siti Amely Jumaat, Maizatul Ishak, Megat Azahari Chulan, Suhaimi Saiman.(2007). A Study on Electric Usage at the Residential Area. Batu Pahat, Johor.: Universiti Tun Hussein Onn Malaysia (UTHM). *Proceedings of First Coonference on Energy & Environment ,27-28 December 2007, Kuching, Sarawak, Malaysia.*
- B.Meinel, Aden, & P.Meinel, Marjorie. (1976). *Applied Solar Energy An Introduction.* Arizona: Addison-Wesley Publishing Company.
- D.J.Harper, Gavin. (2007). *Solar Energy Projects For The Evil Genius.* The McGraw-Hill Companies,Inc.
- Halliday,D. ,Resnick,R. & Walker,J..(2011). *Principle of Physics.* California: John Wiley & Sons,Inc.
- Mohd Yusof, Hj.Othman, & Kamaruzzaman, Sopian. (2002). *Teknologi Tenaga Suria.* UKM Bangi: Penerbit Universiti Kebangsaan Malaysia.
- Zanariah, Abdul Mutalib (22 Mei, 2010). Berita Harian. *Ramai Syor Suria Tenaga Alternatif.*
- Zol Azlan Hj.Hamidin (ptrj).1996.*Pengenalan Tenaga Suria Untuk Ahli Sains dan Jurutera.* Kuala Lumpur: Percetakan Dewan Bahasa dan Pustaka.