

KAJIAN PERBANDINGAN ANTARA PANEL SURIA SISTEM PEGUN, SISTEM
PENJEJAKAN SURIA PADA SATU HALA DAN SISTEM PENJEJAKAN
SURIA PADA DUA HALA

GOH HORNG JYH

DISERTASI INI DIKEMUKAKAN UNTUK MEMENUHI SEBAHAGIAN
DARIPADA SYARAT MEMPEROLEHI IJAZAH SARJANA
MUDA SAINS DENGAN KEPUJIAN

PERPUSTAKAAN
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

PROGRAM FIZIK DENGAN ELEKTRONIK
SEKOLAH SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

MARCH 2005

PERPUSTAKAAN UMS



1400006353



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

BORANG PENGESAHAN STATUS TESIS@

JUDUL: KAJIAN PERBANDINGAN ANTARA PANEL SURIA SISTEM Pegun,SISTEM PENJEJAKAN SURIA PADA SATU HALA DAN SISTEM PENGESAHAN SURIA PADAIjazah: SARJANA MUDA Ijazah Sarjana Muda Sains Dengan Kepujian

DUA HALA

SESI PENGAJIAN: 2002 / 2005 (Fizik Pengaruh Elektronik &c.)Saya GOH HORNG JYH

(HURUF BESAR)

mengaku mbenarkan tesis (LPS/Sarjana/Doktor Falsafah)* ini disimpan di Perpustakaan Universiti Malaysia Sabah dengan syarat-syarat kegunaan seperti berikut:

1. Tesis adalah hak milik 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 dalam AKTA RAHSIA RASMI 1972)

TERHAD

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

TIDAK TERHAD

Disahkan oleh

Goh

(TANDATANGAN PENULIS)

(TANDATANGAN PUSTAKAWAN)

Alamat Tetap: NO.20, JLN SELASIH 17,
TAMAN SELASIH, 68100 Batu Caves,

Nama Penyelia

Setiagor.Tarikh: 26/3/05

Tarikh: _____

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 disertasi bagi pengajian secara kerja kursus dan penyelidikan, atau Laporan Projek Sarjana Muda (LPSM).



PENGAKUAN

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

24 MARCH 2005



GOH HORNG JYH
HS2002-4040



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

DIPERAKUKAN OLEH

Tandatangan

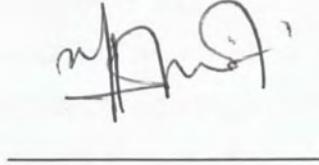
1. PENYELIA

(ENCIK ALVIE LO SIN VOI)



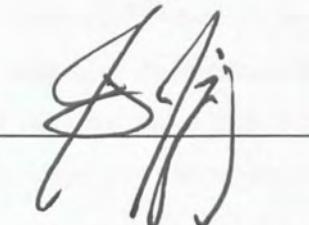
2. KO-PENYELIA BERSAMA

(PUAN ZULISTINA ZULKIFI)



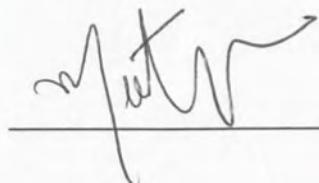
3. PEMERIKSA 1

(PROF. MADYA DR. FAUZIAH BT.HJ.AZIZ)



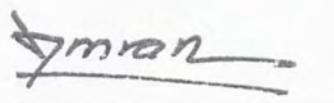
4. PEMERIKSA 2

(PUAN TEH MEE TENG)



5. DEKAN

(PROF. MADYA DR. AMRAN AHMED)



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

PENGHARGAAN

Saya ingin mengambil kesempatan menyampaikan ucapan penghargaan dan terima kasih yang tak terhingga kepada mereka yang telah membantu saya dalam usaha menjayakan projek tahun akhir saya, kejayaan ini tidak mungkin dicapai tanpa bantuan yang dihulurkan oleh mereka. Terutamanya ucapan ribuan terima kasih harus diucapkan kepada Encik Alvie Lo Sin Voi dan Puan Zulistiana Zulkifli selaku penyelia projek dan Ko-penyelia bersama projek saya di atas bantuan dan nasihat yang dihulurkan sepanjang kajian disertasi ini dijalankan. Ucapan terima kasih juga kepada Prof. Madya Dr. Fauziah Abdul Aziz, Prof. madya Dr. Jedol, Dr. Abdullah Chik dan semua pensyarah program Fizik dengan Elektronik, Sekolah Sains dan Teknologi, UMS ke atas bantuan dan kerjasama. Ucapan penghargaan juga diucapkan kepada pihak kakitangan pejabat SST, UMS, terutamanya Puan Mariana; Encik Abdul Rahim yang berkhidmat sebagai pemantu makmal SST, dan Encik Jasmi yang berkhidmat sebagai pembantu makmal SKTM, UMS, ribuan terima kasih diucapkan ke atas kerjasama mereka. Saya juga berterima kasih atas bantuan dan galakan rakan-rakan saya, khususnya saudara Jeffrey Ng, Lau Ban Hock, Teh Lean Wooi, Tang Ngie Kyu, Yap Chee Hwang, dan Chan Sauh Teng. Tidak lupa kepada Pakcik saya Goh Boon Huat yang telah memberi sokongan dan bantuan dalam menyiapkan tesis ini. Akhir sekali ucapan terima kasih yang tidak terhingga khas bagi ibu bapa saya, Koh Siew Yew dan Goh Soon Hua atas nasihat dan dorongan dalam pembelajaran saya selama ini.



ABSTRAK

Sistem penjejakan suria merupakan satu pengesan optoelektronik yang fungsinya membantu panel suria mengesan kedudukan matahari dengan menggerakan panel suria menghadap matahari pada sudut yang optimum. Objektif kajian projek ini adalah membina dua jenis sistem penjejakan suria jenis aktif (sistem penjejakan suria pada satu hala dan sistem penjejakan suria pada dua hala) dan membandingkan kecekapan ketiga-tiga sistem itu (sistem pegun, sistem penjejakan suria pada satu hala dan sistem penjejakan suria pada dua hala). Komponen-kompone elektronik seperti perintang bergantung pada cahaya, perintang, perintang boleh ubah, transistor, diod dan litar bersepadu digunakan dalam projek ini. Perintang bergantung cahaya digunakan untuk mengesan sumber cahaya. Input dari perintang bergantung cahaya akan dihantar kepada litar bersepadu TBB1458 untuk mengawal pergerakan motor. Tranduser – tranduser seperti multimeter, *lux light meter* dan *thermometer* digunakan dalam projek ini. Eksperimen membandingkan kecekapan antara sistem penjejakan suria pada satu hala dengan sistem pegun, sistem penjejakan suria pada dua hala dengan sistem pegun dan sistem penjejakan suria pada satu hala dengan sistem penjejakan suria pada dua hala dilakukan. Eksperimen dilakukan bermula dari 0600 pagi hingga 1700 petang, data-data seperti keamatan matahari (lux), suhu ($^{\circ}\text{C}$), keupayaan elektrik (V) dan arus (mA) diambil dan dijadualkan. Nilai – nilai kuasa dikira dan diplotkan pada graf kuasa lawan suhu. Daripada data-data yang diambil, didapati kecekapan sistem penjejakan suria pada dua hala paling cekap, ia menghasilkan output sebanyak 5 peratus lebih daripada sistem penjejakan suria pada satu hala dan 19.47 peratus lebih output berbanding dengan jumlah output yang dihasilkan oleh sistem pegun.

ABSTRACT

The solar tracing system is an optoelectronic tracker that functions to help the solar panel to trace the location of the sun by moving the solar panel facing the sun at the maximum angle. The objective of this project is to build types of active solar tracking system namely single axis solar tracking system and two axis solar tracking system then comparing the efficiency of both system with the fixed solar tracking system. To achieve this, components such as photo resistors, resistors, transistors, diode and integrated circuit. Photo resistors are used to trace the light source. The inputs from photo resistors are then sent to the integrated board, TBB1458 to control the movement of the motor. Transducers such as multi-meter, lux meter and thermometer are also used in this project. The experiment to compare the efficiency between single axis with fixed, two axis with fixed and single axis with two axis is done. Experiment was conducted from 6.00 am till 5.00 pm to collect data such as sun intensity (lux), temperature ($^{\circ}\text{C}$), voltage (V) and current (mA) and then tabulated. Thus power was obtained from calculation and graphs of power versus temperature were plotted. From the data obtained, it was found that the efficiency of a two axis solar tracking system was highest by producing an output of 5% more than a single axis solar tracking system and 19.47% more output than a fixed solar tracking system.



KANDUNGAN

Muka Surat

PENGAKUAN	ii
PENGESAHAN	iii
PENGHARGAAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
SENARAI KANDUNGAN	vii
SENARAI JADUAL	ix
SENARAI RAJAH	x
SENARAI SIMBOL	xii
 BAB1 PENDAHULUAN	 1
1.1 PENGENALAN	1
1.2 OBJEKTIF KAJIAN	3
1.3 SKOP KAJIAN	3
 BAB 2 ULASAN KEPUSTAKAAN	 5
2.1 PENYERAKAN, PANTULAN DAN SERAPAN SINARAN	5
SURIA OLEH SISTEM BUMI-ATMOSFERA	
2.1.1 PENYERAKAN	7
2.1.2 PANTULAN	9
2.1.3 SERAPAN	10
2.2 MODEL ATMOSFERA	11
2.2.1 PROFIL SUHU	13
2.2.2 PROFIL KETUMPATAN	14
2.3 LEMBAPAN ATMOSFERA	16
2.3.1 PENYEJUKAN SINARAN	17
2.4 KEAMATAN	18
2.5 SINAR MATAHARI DI MALAYSIA	20
2.6 SEL SURIA	23
2.7 SEL FOTORINTANGAN	25



BAB 3	BAHAN DAN KAEADAH	28
3.1	PENGENALAN	28
3.2	PEMAHAMAN TENTANG SISTEM PENJEJAKAN SURIA	29
3.2.1	SISTEM PENJEJAKAN SURIA JENIS AKTIF	30
3.2.2	SISTEM PENJEJAKAN SURIA JENIS PASIF	33
3.3	PENYEDIAAN BAHAN, PERALATAN DAN KOMPONEN ELEKTRONIK	34
3.4	PEMASANGAN LITAR	35
3.4.1	PEMASANGAN LITAR UNTUK SISTEM PENJEJAKAN SURIA JENIS AKTIF	36
3.4.2	PEMASANGAN LITAR UNTUK SISTEM PENJEJAKAN SURIA JENIS PASIF	37
3.5	PEMERIKSAAN DAN PENGUJIAN KECEKAPAN LITAR	38
Bab 4	KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN	39
4.1	DATA-DATA YANG DIAMBIL	39
4.2	PERGERAKAN PERMUKAAN PLAT TERHADAP SINARAN MATAHARI	52
4.3	FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI KECEKAPAN SISTEM PENJEJAKAN SURIA.	54
BAB 5	KESIMPULAN DAN PERBINCANGAN	56
5.1	KESIMPULAN	56
5.2	CADANGAN MASA DEPAN	57
RUJUKAN		59
LAMPIRAN		
A.	HELAIAN DATA – DATA YANG DIPEROLEHI DALAM EKSPERIMEN	61
B.	HELAIAN DATA BAGI JENIS AWAN YANG MEMPENGARUHI KEAMATAN MATAHARI	71

SENARAI JADUAL

Muka Surat

2.1	Peratusan sinaran yang tiba di permukaan bumi setelah diambil kira penyerakan oleh molekul udara dalam atmosfera	10
3.1	Senarai bahan dan peralatan yang diperlukan dalam projek	34
3.2	Senarai komponen elektronik yang digunakan dalam projek	35
4.1	Perbandingan jumlah output dan purata output antara sistem penjejakan suria pada satu hala dengan sistem pegun dalam tiga hari dijadualkan.	43
4.2	Perbandingan kecekapan sistem penjejakan suria pada satu hala dengan sistem pegun.	44
4.3	Perbandingan jumlah output dan purata output antara sistem penjejakan suria pada dua hala dengan sistem pegun dalam tiga hari dijadualkan.	47
4.4	Perbandingan kecekapan sistem penjejakan suria pada dua hala dengan sistem pegun.	48
4.5	Perbandingan jumlah output dan purata output antara sistem penjejakan suria pada satu hala dengan sistem penjejakan dua hala dalam tiga hari dijadualkan.	51
4.6	Perbandingan kecekapan sistem penjejakan suria pada dua hala dengan sistem penjejakan suria pada satu hala.	52



SENARAI RAJAH

	Muka Surat
2.1 Posisi kawasan persuriaan terestrial dan terestrial lebihan	1
2.2 Arah sinaran suria dengan atmosfera	2
2.3 Penyerakan matahari	3
2.4 Peratus penyerapan sinaran suria oleh atmosfera cerah dan juzuk penyerap ialah CO_2 dan H_2O	4
2.5 Profil suhu atmosfera yang berlainan	5
2.6 Profil ketumpatan atmosfera isoterm pada suhu	16
2.7 Imbangan sinaran bersih bagi (a) bumi, (b) atmosfera, (c) atmosfera-bumi	18
2.8 Pengecilan sinar terus yang mempunyai keamatan I oleh lapisan perbezaan atmosfera	19
2.9 Taburan spectrum alur suria terus pada satu jisim udara (lengkung di bawah) dan taburan spectrum pemalar suria (lengkung di atas)	20
2.10 Purata bulanan sinar suria di Semenanjung Malaysia	21
2.11 Perubahan keamatan sinar suria diterima pada permukaan mengufuk dalam sehari	22
2.12 Taburan sinaran matahari (masuk) dan sinaran bumi (keluar) mengikut latitud	22
2.13 Sel suria dengan rintangan beban	24
2.14 Gambarajah jalur tenaga bagi menerangkan tindakan sel suria	24
2.15 Elektron-lubang terpisah oleh medan elektrik pada simpangan dan menghasilkan voltan litar terbuka	24
2.16 Litar setara sel suria	25
2.17 Perbandingan tindak balas relatif sel selenium dan sel silikon	25
2.18 Binaan asas	27
2.19 Simbol kaedah	27
3.1 Carta aliran bagi prosedur yang diambil dalam projek	29



3.2	litar sistem penjejakan suria jenis aktif	32
3.3	Gambarajah pelan sistem penjejakan suria jenis aktif dua hala	32
3.4	Gambarajah sistem penjejakan suria jenis aktif dua hala	33
4.1	Graf Kuasa lawan masa bagi bandingan Sistem penjejakan suria pada satu hala dengan sistem pegun.	41
4.2	Graf Kuasa lawan masa bagi bandingan Sistem penjejakan suria pada satu hala dengan sistem pegun.	42
4.3	Graf Kuasa lawan masa bagi bandingan Sistem penjejakan suria pada satu hala dengan sistem pegun.	42
4.4	Perbandingan jumlah output antara sistem penjejakan suria pada satu hala dengan sistem pegun dalam tiga hari.	43
4.5	Graf Kuasa lawan masa bagi bandingan Sistem penjejakan suria pada dua hala dengan sistem pegun.	45
4.6	Graf Kuasa lawan masa bagi bandingan Sistem penjejakan suria pada dua hala dengan sistem pegun.	46
4.7	Graf Kuasa lawan masa bagi bandingan Sistem penjejakan suria pada dua hala dengan sistem pegun.	46
4.8	Perbandingan jumlah output antara sistem penjejakan suria pada dua hala dengan sistem pegun dalam tiga hari.	47
4.9	Graf Kuasa lawan masa bagi bandingan Sistem penjejakan suria pada satu hala dengan sistem penjejakan suria pada dua hala.	49
4.10	Graf Kuasa lawan masa bagi bandingan Sistem penjejakan suria pada satu hala dengan sistem penjejakan suria pada dua hala.	50
4.11	Graf Kuasa lawan masa bagi bandingan Sistem penjejakan suria pada satu hala dengan sistem penjejakan suria pada dua hala.	50
4.12	Perbandingan jumlah output antara sistem penjejakan suria pada dua hala dengan sistem penjejakan suria pada satu hala dalam tiga hari.	51

SENARAI SIMBOL

Ω	ohm
$^{\circ}\text{C}$	Darjah Celcius
$^{\circ}$	Darjah
%	Peratus
\pm	Lebih atau kurang
\approx	Hampir sama
=	Sama dengan
A	Ampere
$I_{\lambda}\left(z, \hat{\Omega}\right)$	keamatan spektrum boleh ditulis sebagai
K	Kelvin
Ks	pekali serakan Rayleigh,
Lux	Nilai keamatan
\bar{M}	min jisim molekul udara ,
P	tekanan
ρ	Ketumpatan
R	pemalar gas unggul,
T	suhu Kelvin;
V	Volt
W	Watt

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 PENGENALAN

Masalah sumber tenaga merupakan masalah besar dunia pada masa hadapan. Difahami bahawa semua tenaga di bumi berasal daripada matahari, ini termasuklah pemanasan terus dari matahari, tenaga angin, tenaga hidro dan sebagainya. Tenaga suria merupakan tenaga yang penting. Ini kerana tenaga suria merupakan tenaga terbersih di dunia, penjanaan tenaga suria hanya melibatkan beberapa peranti sahaja dan tidak melibatkan proses pembakaran seperti petroleum yang mencermakan udara, tidak membebaskan radioaktif seperti tenaga nuklear dan lain - lain lagi. Selain itu, tenaga suria juga merupakan tenaga yang boleh diperbaharui, masalah kelupusan bekalan tidak perlu dirisaukan kerana tenaga suria mudah diperolehi (diperolehi terus daripada matahari). Sebanyak 1.36 kilowatts meter per segi tenaga suria dibebaskan oleh matahari ke luar atmosfera bumi, tetapi hanya 70 peratus daripada tenaga suria ini sampai kepada kita pada hari yang cerah. Pancaran suria berbeza daripada matahari terbit sehingga matahari terbenam bergantung kepada ketebalan awan, kedudukan matahari dan lain-lain lagi. Insolasi (insolation) ialah jumlah tenaga suria yang diterima oleh suatu kawasan per masa (area over time), isolasi dikira dalam unit kilowatt-masa per meter per segi (kwhm^{-2}).



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

Penukaran tenaga suria kepada elektrik didapati melalui kesan fotovolta (photovoltaic) yang berlaku dalam sel suria. Fotovolta sel (photovoltaic cell) menukarcahaya matahari ke tenaga elektrik secara terus. Fotovolta sel diperbuat daripada semikonduktor silikon, apabila cahaya matahari mengena permukaan bahan ini, elektron dibebaskan daripada atom mereka dan mengalir melalui bahan itu untuk menghasilkan tenaga elektrik.

Oleh kerana kedudukan matahari sentiasa berubah, sinaran matahari tidak dapat menampung dengan sepenuhnya pada panel suria yang berkedudukan tetap. Ini menyebabkan jumlah tenaga suria yang dapat dijana berkurang, untuk menyelesaikan masalah ini satu sistem penjejakan suria (solar tracking system) dicipta. Sistem penjejakan ini dapat membantu panel suria (panel suria digunakan dalam sistem fotovolta untuk menukarcahaya suria kepada tenaga elektrik) mengesan dan bergerak mengikut arah pancaran matahari serta kekal pada sudut optimum di mana sumber tenaga matahari dapat diterima dengan maksimum. Dengan adanya sistem penjejakan suria, kecekapan sistem panel suria dapat dipertingkat.

Sistem penjejakan suria dibahagikan kepada dua jenis iaitu sistem penjejakan suria jenis aktif (Active solar tracking system) dan sistem penjejakan suria jenis pasif (Passive solar tracking system). Sistem penjejakan suria jenis aktif pula dibahagi kepada dua jenis iaitu sistem penjejakan suria jenis aktif pada satu hala (Single axis solar tracking system) dan sistem penjejakan suria jenis aktif pada dua hala (Two axis solar tracking system). Sistem penjejakan suria jenis aktif berbeza dengan sistem penjejakan suria jenis pasif; sistem penjejakan suria jenis aktif berfungsi dengan bantuan alat elektronik dan motor manakala sistem penjejakan suria jenis pasif berfungsi berdasarkan konsep



pergerakan bendalir Freon untuk mengimbangkan panel suria. Sistem penjejakan suria jenis pasif tidak memerlukan kuasa luaran (tenaga elektrik) untuk berfungsi.

1.2 OBJEKTIF KAJIAN

Projek ini bertujuan membina dua jenis sistem penjejakan suria aktif, iaitu sistem penjejakan suria jenis aktif pada satu hala dan sistem penjejakan suria aktif pada dua hala. Sistem penjejakan suria ini membolehkan sistem panel suria bergerak mengikut arah pancaran matahari untuk mendapatkan sumber tenaga suria yang maksimum.

Selain itu, kecekapan antara sistem pegun (fix solar panel), sistem penjejakan suria jenis aktif pada satu hala (one axis solar tracking system) dan sistem penjejakan suria jenis aktif pada dua hala (Two axis solar tracking system) akan dibandingkan.

1.3 SKOP KAJIAN

Skop projek ini adalah membina tiga buah litar, dengan menggunakan komponen-komponen elektronik seperti perintang boleh ubah, perintang bergantung kepada cahaya, diod, transistor, litar bersepada dan motor elektrik (stepper motor). Sebuah untuk sistem penjejakan suria pada satu hala manakala dua buah litar untuk sistem penjejakan suria jenis aktif pada dua hala.

Di samping itu, kecekapan kedua-dua sistem penjejakan suria dan sistem pegun (fix solar panel) bagi menjanaan tenaga elektrik akan diuji dan dibandingkan.

BAB 2

ULASAN PERPUSTAKAAN

2.1 PENYERAKAN, PANTULAN DAN SERAPAN SINARAN SURIA OLEH SISTEM BUMI-ATMOSFERA

Matahari merupakan satu jisim sfera besar yang terdiri daripada gas bersinar. Garis pusatnya berukuran lebih daripada 100 kali garis pusat bumi, jisimnya ialah kira-kira 330000 kali lebih berat daripada bumi. Teras matahari dianggarkan bersuhu kira-kira 15 juta °C. Dalam matahari kira-kira 600 juta tan hidrogen ditukar kepada helium pada kadar setiap saat. Punca tenaga matahari ialah hasil daripada perubahan hidrogen kepada helium dalam teras matahari (Weng, 1995).

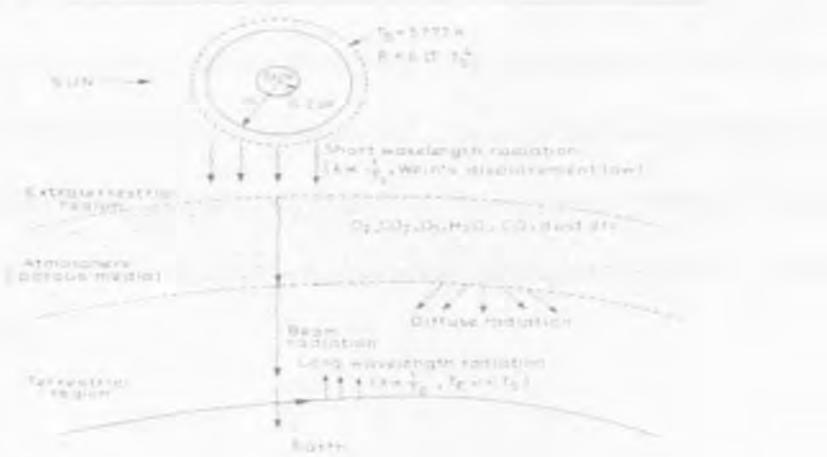
Proses perubahan tersebut merupakan satu reaksi nuklear besar yang mengeluarkan jumlah haba sinaran yang banyak, iaitu kira-kira 9.00×10^{26} erg/saat. Matahari memancarkan keluar kira-kira $100000 \text{ kal/cm}^2/\text{min}^{-1}$ tenaga elektromagnet pada suhu permukaan 6000 K, tetapi disebabkan jarak antara matahari dengan bumi (150 juta km), daripada jumlah tenaga sinaran (tenaga elektromagnet) yang dikeluarkan oleh matahari itu, sistem bumi-atmosfera hanya menyerap satu nilai yang kecil sahaja iaitu $1/2210$ juta daripada jumlah tersebut. Di lapisan atas atmosfera, nilai tenaga yang diserap ialah kira-kira $1.94 \text{ langley min}^{-2}$ (pemalar suria, S) (Weng, 1995). Pancaran terus ialah bahagian cahaya matahari yang diterima di permukaan bumi tanpa diserakkan oleh



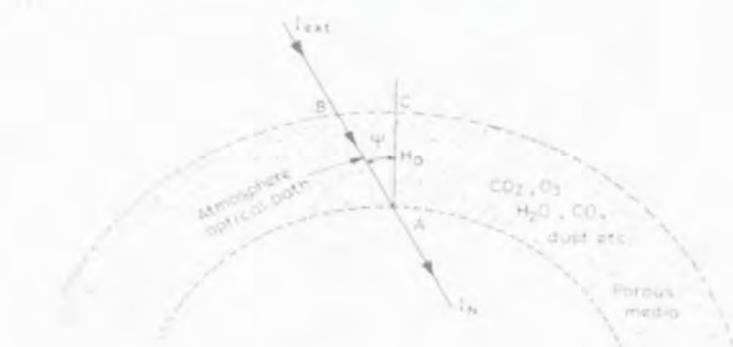
UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SARAWAK

atmosfera (Baharudin Yatim, 1989). Nilai pemalar suria akan berubah mengikut kitaran, jumlah sinaran suria yang diterima oleh permukaan bumi bergantung kepada empat faktor; iaitu output suria, jarak permukaan bumi dari matahari, sudut zenith matahari dan panjangnya siang dan malam.

Output suria yang dihasilkan penting kerana lebih banyak tenaga dalam sinaran ultraunggu akan diterima. Bukan semua tempat di bumi mempunyai jarak yang sama dari matahari, justeru itu kawasan khatulistiwa akan menerima lebih banyak tenaga sinaran berbanding dengan garisan lintang yang tinggi. Sudut zenith matahari ialah sudut yang dikira dari garisan tegak di atas kepala seseorang. Jika matahari berada tepat di atas kepala seseorang maka sudut zenith adalah sifar. Sebaliknya, jika matahari berada di garisan ufuk, nilai sudut zenith adalah 90° . Nilai sudut zenith akan mempengaruhi jumlah sinaran yang diserap oleh sesuatu permukaan, pada 0° , penerimaan sinaran adalah maksimum dan penerimaan sinaran minimum berlaku pada 90° . Pada umumnya, waktu siang yang lebih panjang akan menyerap lebih banyak sinaran.



Rajah 2.1 Posisi kawasan persuriaan terestrial dan terestrial lebihan (Tiwari, 2002)

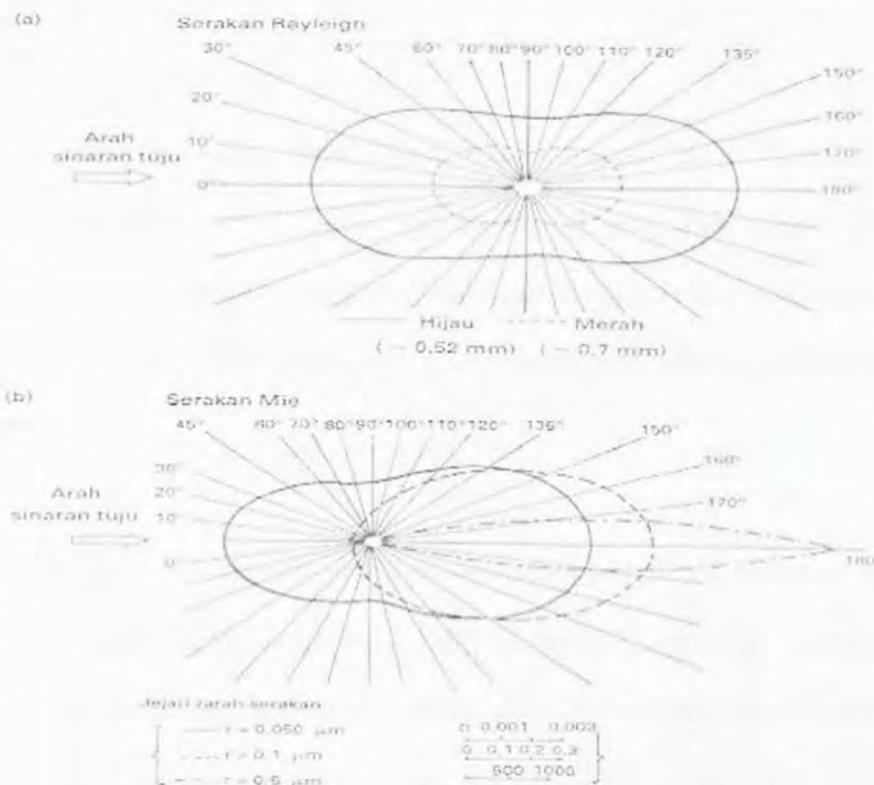


Rajah 2.2 Arah sinaran suria dengan atmosfera (Tiwari, 2002)

2.1.1 PENYERAKAN

Apabila tenaga elektromagnet dari matahari menembusi lapisan atmosfera dan menuju ke permukaan bumi, ia akan diserak, dipantul dan diserap oleh ozon, molekul udara, wap air, debu, hablur ais, bahan pencemaran udara seperti karbon dioksida (CO_2), hidrokarbon (HC) dan lain-lain lagi.

Atmosfera mengandungi berjuta-juta zarah yang amat halus seperti molekul gas, molekul udara, wap air dan hablur ais bahan pencemaran yang bertindak sebagai halangan kepada sinaran matahari yang masuk ke dalamnya. Bahan-bahan tersebut dapat menyerakkan sinaran matahari (pada mulanya satu arah) kepada berbagai-bagai arah (Rajah 2.3) (Weng, 1995).



Rajah 2.3 Penyerakan matahari (Weng, C.N, 1995).

Sebahagian sinaran yang diserakkan oleh atmosfera, mencari jalan untuk sampai ke bumi sebagai sinaran resap (Zol Azlan, 1996). Kadar penyerakan bergantung kepada dua faktor iaitu, saiz zarah dan jarak gelombang sinaran. Proses penyerakan oleh molekul udara ini sering dikenali sebagai Rayleigh. Proses ini dihasilkan oleh zarah bersfera yang mempunyai saiz jejari kurang daripada $1/10$ jarak gelombang sinaran yang diserakkan. Penyerakan Rayleigh berlaku jika pekali serakan adalah berkadar songsang terhadap kuasa empat gelombang yang diserakkan. Perkaitan ini dikenali sebagai Hukum Rayleigh, pekali serakan Rayleigh K_s dapat diperoleh daripada formula yang berikut :

$$K_s = \frac{2}{3} \pi^{5n} \left(\frac{m^2 - 1}{m^2 + 2} \right) \frac{d^6}{\lambda^4}$$

2.1.2 PANTULAN

Apabila garis pusat zarah bahan pejal yang terampai dalam atmosfera melebihi panjangnya, molekul udara dan gelombang sinaran yang tiba adalah lebih panjang daripada warna biru, proses penyerakan tidak akan berlaku dengan berkesan. Sebaliknya, proses pantulan yang tidak selektif akan berlaku dengan berkesan. Proses ini dikenali sebagai pantulan baur.

Pada umumnya kesemua zarah molekul udara yang besar, titisan air dalam awan, hablur ais pada bahagian awan tinggi, karbon dioksida, debu dan lain-lain lagi akan memantulkan sinar dan tidak menyerakkan sinar. Semua gelombang dalam spektrum elektromagnet akan mengalami pantulan, proses pantulan hanya akan mempengaruhi keamatan cahaya sahaja.

Kebanyakkan sinaran suria dipantulkan oleh awan, apabila matahari berada tinggi di atas ufuk, iaitu lebih daripada 30° , jumlah sinaran yang dapat menembusi atmosfera dan tiba ke permukaan bumi berubah-ubah antara 80 peratus untuk langit cerah. Tebal sesuatu jenis awan sangat penting terhadap kadar sinaran yang dipantulkan, permukaan lapisan atas sesuatu awan hanya memantulkan sedikit sinaran. Lebih sinaran dapat dipantulkan apabila sinaran matahari mulai menembusi sesuatu awan.



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

Jadual 2.1 Peratusan sinaran yang tiba di permukaan bumi setelah diambil kira penyerakan oleh molekul udara dalam atmosfera (Weng, 1995).

Panjang Gelombang (μm)	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40	0.45	0.50	0.60
% yang tiba di permukaan	0.05	6.7	29.5	53.0	69.6	80.0	86.5	93.3

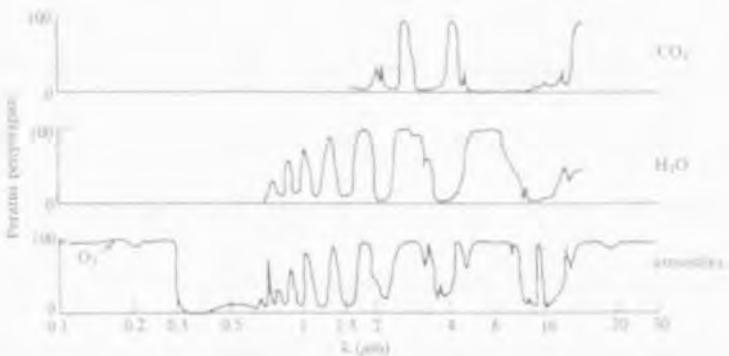
Panjang Gelombang (μm)	0.70	0.80	0.90	1.00	1.50	2.00	4.00	
% yang tiba di permukaan	96.4	97.9	98.7	99.1	99.9	100.00		

2.1.3 SERAPAN

Apabila sinaran matahari menembusi atmosfera bawah (iaitu troposfera), kebanyakannya daripadanya diserap oleh wap air, habuk, debu, karbon dioksida dan awan. Proses ini menyerapkan kira-kira 15 peratus daripada jumlah sinaran. Akibatnya, permukaan bumi hanya menyerap baki sinaran yang ditinggalkan (kira-kira 47 peratus daripada yang jumlah sinaran).

Jumlah sinaran matahari yang diserap pada permukaan bumi di sesuatu tempat bergantung kepada sifat langit dan faktor jumlah perlindungan langit oleh awan. Nilai serapan adalah berbeza-beza di bawah peratusan perlindungan jenis awan yang berlainan (Weng, C.N, 1995). Pancaran resap ialah bahagian cahaya yang diterima di permukaan bumi setelah diserakkan oleh atmosfera (Bahruddin Yatim, 1989).





Rajah 2.4 Peratus penyerapan sinaran suria oleh atmosfera cerah dan juzuk penyerap ialah CO₂ dan H₂O (Zol Azlan, 1996).

2.2 MODEL ATMOSFERA

Sebahagian keadaan atmosfera boleh dicirikan oleh beberapa pemboleh ubah termodinamik seperti suhu T, ketumpatan ρ , tekanan P dan komposisi kimia. Semua parameter ini berubah mengikut ruang dalam atmosfera dan waktu. Oleh sebab perubahan ini tidak boleh diramalkan, ramalan secara teori tentang pensuriaan terrestrial sangat sukar dibuat. Untuk membuat beberapa kesimpulan secara teori, beberapa penghampiran mudah tentang struktur atmosfera perlu dibuat.

Pertama, andaikan bahawa atmosfera adalah cukup nipis jika dibandingkan dengan jejari bumi supaya ia boleh dianggap sebagai datar. Seperti yang akan dilihat, atmosfera mempunyai ketinggian yang berkesan ≈ 8 km, agak kecil jika dibandingkan dengan jejari bumi ($R = 6371$ km). Oleh itu, penghampiran ini adalah cukup baik kecuali mungkin semasa matahari hampir terbit dan terbenam apabila pensuriaan terrestrial adalah kecil dan boleh diabaikan. Jadi kelengkungan atmosfera tidak menimbulkan sebarang masalah besar dalam kebanyakkan penggunaan tenaga suria.

Penghampiran kedua yang digunakan di sini mengandaikan bahawa parameter atmosfera, hanya berubah dengan koordinat tunggal – altitud Z. Maka semua parameter boleh dinyatakan dalam sebutan tegak seperti $T = T(z)$, $\rho = \rho(z)$ dan $P = P(z)$. Penghampiran ini boleh dipersoalkan terutama apabila terdapat tompokan awam. Atmosfera datar dengan komposisi yang hanya berubah menurut altitud dikatakan sebagai terstrata mengikut satah (Zol Azlan, 1996).

2.2.1 PROFIL SUHU

Profil suhu atmosfera, $T(z)$ adalah penting dalam pelbagai masalah sains atmosfera dan meterologi. Sifat suhu atmosfera berfungsi untuk memetakkan atmosfera kepada kira-kira empat lapisan.

Lapisan yang terbawah iaitu *troposfera* merentang dari aras laut kepada hampir 12 km, di atas aras laut. Dalam kawasan ini, suhu menurun dengan pertambahan altitud pada kadar hampir sama dengan $\Gamma \approx 6 \text{ K/km}$ (Rajah 2.5). Pengurangan ini dinamai kadar lelap terma dan sebahagiannya dikekalkan oleh pengembangan dan penyejukan pantas jisim udara yang sedang naik. Merentang dari 12 km ke 50 km di atas aras laut ialah kawasan *stratosfera*, di sini suhu bertambah mengikut altitud. Dari 50 hingga 85 km di atas aras laut, ialah kawasan *mesosfera*; melebihi 85 km ialah kawasan *termosfera*. Kedua-dua kawasan ini memainkan peranan sekunder sahaja dalam menentukan persuriaan terestrial.



RUJUKAN

Abu Hassan Husin, 1995. *Fizik Untuk Jurutera dan Ahli Sains*, Dewan Bahasa dan Pustaka, Kuala Lumpur.

Baharudin Yatim, 1989. *Tenaga: konsep, prinsip, hubungan dengan masyarakat*, Dewan Bahasa dan Pustaka, Kuala Lumpur.

Bin Ai, Hui Shen, Qun Ban, Binghou Ji dan Xianbo Liao, 23 September 2002. *Calculation of the hourly and daily radiation incident on three step tracking planes*. Energy Conversion and Management, Vol 44, 1999 – 2011.

Burhanuddin Yeop Majlis, 1988. *Makmal Elektronik*, Universiti Kebangsaan Malaysia, Bangi.

Delton T. Horn, 1993. *Basic Electricity and Electronics*, Macmillian/Mc Grawhill.

G.N.Tiwari, 2002. *Solar Energy Fundamentals, Design, Modelling and Applications*. Alpha Science International Ltd., UK.

Hee, K.T., 2003. *Pembinaan Litar Sistem Penjejakan*. Disertasi Sarjana Sains, Universiti Malaysia Sabah (tidak diterbitkan).

M. Abouzeid. *Use of a reluctance stepper motor for solar tracking based on a programmable logic array (PLA) controller*. Renewable Energy, Vol 23, 551–560.

M.Hein, F.Dimroth, G.Siefer dan A.W.Bett. *Characterisation of a 300 _ photovoltaic concentrator system with one-axis tracking*. Solar Energy Materials &Solar Cells, Vol 75, 277 -283.

P. Roth, A. Georgiev dan H. Boudinov, 5 June 2003. *Design and construction of a system for sun-tracking*. Renewable Energy, Vol 29, 393–402

Salah Abdallah dan Salem Nijmeh, 14 October 2003. *Two axes sun tracking system with PLC control.* Energy Conversion and Management, Vol. 45, 1931 -1939.

Weng, C.N, 1995. *Asas Kaji Iklim*, Dewan Bahasa dan Pustaka, Kuala Lumpur.

Yahya Emat, Md.Nasir Abd. Manan, 1990. *Elektronik Perindustrian jilid 2*, Dewan Bahasa Dan Pustaka, Kuala Lumpur.

Zol Azlan Hj. Hamidin (ptrj.), 1996. *Pengenalan Tenaga Suria Untuk Ahli Sains Dan Jurutera*, Dewan Bahasa Dan Pustaka, Kuala Lumpur.