



**KAJIAN LAMA PENYINARAN MATAHARI DAN  
INTENSITAS RADIASI MATAHARI TERHADAP  
PERGERAKAN SEMU MATAHARI SAAT *SOLSTICE*  
DI SEMARANG (Studi Kasus Badan Meteorologi dan Geofisika  
Stasiun Klimatologi Semarang Pada Bulan Juni dan September  
Tahun 2005 Sampai Dengan 2007)**

**SKRIPSI**

Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains  
Pada Universitas Negeri Semarang

PERPUSTAKAAN  
**UNNES**

Oleh:

Mochamad Reza Yuliatmaja

NIM 4250404009

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
JURUSAN FISIKA  
2009**

## ABSTRAK

Yuliatmaja, Mochamad Reza. 2008. *Kajian Lama Penyinaran Matahari Dan Intensitas Radiasi Matahari Terhadap Pergerakan Semu Matahari Saat Solstice di Semarang (Studi Kasus Badan Meteorologi Dan Geofisika Stasiun Klimatologi Semarang Pada Bulan Juni dan September Tahun 2005 Sampai Dengan 2007)*. Skripsi, Jurusan Fisika, FMIPA, UNNES.

Pembimbing I : drs. M. Aryono Adhi, M.Si

Pembimbing II : Sukasno, STP

Kata kunci : Lama Penyinaran Matahari, Intensitas Radiasi Matahari, Efek Rumah Kaca.

Pergerakan semu matahari saat *solstice*, ketika matahari berada di atas katulistiwa di bulan Juni dan September memberikan efek pancaran sinar matahari semakin lama dan panas yang sangat berpengaruh terhadap kehidupan masyarakat. Lama penyinaran matahari dan intensitas radiasi matahari menunjukkan kondisi riil pergerakan semu matahari, dan di kota Semarang dengan semakin banyaknya penggunaan bahan bakar minyak yang mengakibatkan kota Semarang terpolusi, berdampak pada semakin tinggi persentase lama penyinaran matahari serta penyusutan intensitas radiasi matahari. Perubahan lama penyinaran matahari dan intensitas radiasi matahari tersebut membuat peneliti tertarik untuk mengangkatnya ke dalam penelitian mengenai kajian lama penyinaran matahari serta intensitas radiasi matahari terhadap pergerakan semu matahari saat *solstice*.

Permasalahan yang akan dibahas pada penelitian ini adalah akibat yang dapat ditimbulkan oleh persentase lama penyinaran matahari dan intensitas radiasi matahari terhadap pergerakan semu matahari saat *solstice* dan diluar *solstice* di kota Semarang pada bulan Juni dan September pada tahun 2005 sampai dengan 2007. Tujuan penelitian ini adalah mendapatkan nilai rata-rata bulanan lama penyinaran matahari, intensitas radiasi matahari serta hubungan dan akibat dari pergerakan semu matahari saat *solstice* dan diluar *solstice*. Metode pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah menggunakan data lama penyinaran matahari dan intensitas radiasi matahari yang telah dicatat dan didokumentasikan oleh Badan Meteorologi dan Geofisika Stasiun Klimatologi kota Semarang bulan Januari, Juni, September, dan November pada tahun 2005 sampai dengan 2007. Penelitian ini dilakukan pada tanggal 5 April 2008 sampai dengan 31 Juli 2008 di Badan Meteorologi dan Geofisika Stasiun Klimatologi Semarang.

Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa Nilai rata-rata persentase lama penyinaran matahari yang diterima permukaan bumi di kota Semarang saat *solstice* maupun diluar *solstice* pada bulan Juni dan September tahun 2005 s.d. 2007 mengalami kenaikan tiap tahunnya sedangkan Nilai rata-rata intensitas radiasi matahari yang diterima permukaan bumi di kota Semarang saat *solstice* maupun diluar *solstice* pada bulan Juni dan September tahun 2005 s.d. 2007 mengalami penyusutan intensitas tiap tahunnya. Peningkatan persentase lama penyinaran matahari dan penyusutan intensitas radiasi matahari disebabkan oleh efek rumah kaca di kota Semarang, akibat semakin banyaknya gas-gas polutan yang terdapat di atmosfer kota Semarang serta semakin berkurangnya ruang hijau berganti dengan pemukiman dan industri.

## PERSETUJUAN

Skripsi “Kajian Lama Penyinaran Matahari dan Intensitas Radiasi Matahari Terhadap Pergerakan Semu Matahari Saat *Solstice* di Semarang ( Studi Kasus Badan Meteorologi dan Geofisika Stasiun Klimatologi Semarang Pada Bulan Juni dan September Tahun 2005 Sampai Dengan 2007 )” telah disetujui untuk diajukan ke Sidang Panitia Ujian Skripsi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang.

Semarang, 12 Januari 2009

Yang mengajukan

Mochamad Reza Yuliatmaja

NIM. 4250404009

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

drs. M. Aryono Adhi, M.Si

NIP. 132150462

Sukasno, S.TP

NIP. 120146777

Mengetahui

Ketua Jurusan Fisika

Dr. Putut Marwoto

NIP. 131764029

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadirat Allah SWT, atas limpahan rahmat-Nya dan berkat arahan Dosen Pembimbing, sehingga skripsi yang berjudul “Kajian Lama Penyinaran Matahari dan Intensitas Radiasi Matahari Terhadap Pergerakan Semu Matahari Saat *Solstice* di Semarang ( Studi Kasus Badan Meteorologi dan Geofisika Stasiun Klimatologi Semarang Pada Bulan Juni dan September Tahun 2005 Sampai Dengan 2007 )” dapat terselesaikan.

Skripsi ini disusun untuk melengkapi persyaratan kelulusan program Studi Strata 1 Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang. Penyusun menyadari bahwa penyusunan skripsi ini tidak dapat terselesaikan apabila tanpa bantuan dari berbagai pihak, dengan kerendahan hati saya menyampaikan rasa terima kasih saya kepada :

1. Bapak drs. M. Aryono Adhi, M.Si sebagai pembimbing I, atas bimbingan serta arahan dalam penyusunan skripsi ini.
2. Bapak Sukasno, S.TP sebagai pembimbing II, atas bimbingan serta arahan dalam penyusunan skripsi ini.
3. Para penguji atas bimbingan dan arahan dalam penyusunan skripsi ini.
4. Ketua Jurusan Fisika, Dr. Putut Marwoto, M.S atas saran-sarannya.
5. Dosen Jurusan Fisika, atas ilmunya selama kuliah.
6. Pimpinan Fakultas atas nama Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang.
7. Semua pihak dalam Badan Meteorologi dan Geofisika Stasiun Klimatologi Semarang atas arahan serta bantuannya.

8. Teman-teman Jurusan Fisika angkatan 2004 atas support serta bantuannya selama ini, terutama untuk Yuli, April, Yeni, Lina.
  9. Teman-teman di prodia RRI Semarang atas bantuannya, terutama untuk Luna, Ayu, mbak Lintang, Bu Kasi Produa serta Bu Kabid Siaran tercinta.
  10. Untuk Mama, Papa dan Ninin atas doa serta supportnya selama ini melalui moril serta materinya.
  11. Untuk keluarga om Adi Suwito, Tante Rini, Galih, Farah, Luhung atas bantuan yang luar biasa besar kepada saya selama kuliah di Universitas Negeri Semarang.
  12. Keluarga besar UKM Radio dan Kepenyiaran REM fm, Radio Proalma fm, Radio Republik Indonesia Semarang.
  13. Untuk lilndrew atas bantuan ketikan serta perubahan format dalam penyusunan skripsi ini.
  14. Sahabat, pendengar prodia RRI Semarang yang tidak dapat disebutkan satu persatu, yang selama ini memberikan semangat serta doanya baik lewat sms, komentar friendster, telepon.
- Semoga bantuan yang telah mereka berikan kepada saya, mendapatkan pahala yang berlipat oleh Allah SWT, dan semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Semarang, 12 Januari 2009

Penyusun

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>JUDUL</b> .....	i
<b>ABSTRAK</b> .....	ii
<b>PERSETUJUAN</b> .....	iii
<b>PENGESAHAN</b> .....	iv
<b>MOTTO DAN PERSEMBAHAN</b> .....	v
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	vi
<b>DAFTAR ISI</b> .....	viii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	x
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xi
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xii
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b>	
1.1 Alasan Pemilihan Judul.....	1
1.2 Penegasan Istilah.....	3
1.3 Rumusan Masalah.....	4
1.4 Tujuan Penelitian .....	4
1.5 Manfaat Hasil Penelitian.....	5
1.6 Ruang Lingkup Penelitian.....	5
1.7 Sistematika Penyusunan Skripsi .....	6

## **BAB 2 LANDASAN TEORI**

2.1 Radiasi Matahari .....	8
2.2 Penerimaan Radiasi ke Bumi .....	9
2.3 <i>Solstice</i> .....	15
2.4 Lama Penyinaran Matahari .....	19
2.5 Alat Perekam <i>Campbell-Stokes</i> .....	21
2.6 Alat Perekam <i>Actinograph</i> .....	25
2.7 Efek Rumah Kaca .....	28

## **BAB 3 METODE PENELITIAN**

3.1 Penentuan Obyek Penelitian .....	29
3.2 Metode Pengumpulan Data.....	29
3.3 Instrumen Penelitian .....	29
3.4 Pelaksanaan Penelitian.....	31

## **BAB 4 HASIL PENELITIAN**

4.1 Hasil Penelitian .....	32
4.2 Pembahasan.....	36

## **BAB 5 SIMPULAN**

5.1 Simpulan .....	47
5.2 Saran.....	48

<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	49
-----------------------------	----

<b>LAMPIRAN</b> .....	50
-----------------------	----

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Arah Sudut Sinar Datang Matahari.....	11
2. Lintasan Bumi Mengelilingi Matahari dalam Satu Tahun.....	16
3. Sudut Kemiringan Sumbu Orbit Bumi Terhadap Bidang Edar.....	17
4. Alat Perekam <i>Campbell-Stokes</i> .....	22
5. Alat Perekam <i>Actinograph</i> .....	25



## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Jenis Awan dengan Persentase Albedonya .....	14
2. Perbedaan Panjang Siang dan Malam Kota di Indonesia.....	19
3. Jadwal Penggunaan Kertas Pias .....	24
4. Persentase Lama Penyinaran Matahari Bulan Juni dan September 2005-2007 kota Semarang.....	33
5. Grafik Lama Penyinaran Matahari Bulan Juni 2005-2007 kota Semarang.....	33
6. Grafik Lama Penyinaran Matahari Bulan September 2005-2007 kota Semarang.....	33
7. Persentase Lama Penyinaran Matahari Bulan Januari dan November 2005- 2007 kota Semarang.....	35
8. Grafik Lama Penyinaran Matahari Bulan Januari 2005-2007 kota Semarang.....	35
9. Grafik Lama Penyinaran Matahari Bulan November 2005-2007 kota Semarang.....	35
10. Persentase Lama Penyinaran Matahari kota Semarang 1971-2000 .....	37
11. Intensitas Radiasi Matahari Bulanan Rata-rata Bulan Juni dan September 2005-2007 kota Semarang .....	38
12. Grafik Intensitas Radiasi Matahari Bulanan Rata-rata Bulan Juni 2005-2007 kota Semarang .....	39

13. Grafik Intensitas Radiasi Matahari Bulanan Rata-rata Bulan September 2005-2007 kota Semarang .....	39
14. Intensitas Radiasi Matahari Bulanan Rata-rata Bulan Januari dan November 2005-2007 kota Semarang .....	40
15. Grafik Intensitas Radiasi Matahari Bulanan Rata-rata Bulan Januari 2005-2007 kota Semarang .....	40
16. Grafik Intensitas Radiasi Matahari Bulanan Rata-rata Bulan November 2005-2007 kota Semarang .....	41
17. Intensitas Radiasi Matahari kota Semarang Tahun 1971-2000.....	42
18. Data Pengujian Udara Rata-rata kota Semarang Tahun 2005.....	44
19. Data Pengujian Udara Rata-rata kota Semarang Tahun 2006.....	45
20. Data Pengujian Udara Rata-rata kota Semarang Tahun 2007.....	45



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Data lama penyinaran matahari dan intensitas radiasi matahari.....	50
2. Surat –surat ujian skripsi.....	62



## MOTTO DAN PERSEMBAHAN

### MOTTO

Apabila kita memiliki keinginan dan harapan maka akan ada jalan apabila kita mempunyai keyakinan dan mau berusaha.

### PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk :

1. Mamiku tersayang, dan menurutku tidak ada mama yang sehebat, seperhatian, secanggih mamiku Arum Rumini *I Love You Mom Forever in My Heart.*
2. Papiku Sukarman, apapun itu Pa aku akan tetap sayang dan cinta Papa, terima kasih atas dukungan serta restunya.
3. *My lovely sister* Risa Kharesi Oktaviani *you are the really queen!*
4. Almameterku Fisika, Universitas Negeri Semarang, keluarga besar RRI, UKM Radio dan Kepenyiaran REM fm.

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Alasan Pemilihan Judul**

Cuaca dan iklim merupakan faktor lingkungan yang besar pengaruhnya terhadap kehidupan manusia. Cuaca adalah keadaan atmosfer pada suatu saat dalam periode yang pendek. Iklim adalah rata-rata dari cuaca dalam periode yang panjang. Informasi serta data-data mengenai cuaca dan iklim ini sangat diperlukan untuk perencanaan yang didasarkan pada informasi cuaca dan iklim seperti ilmu pengetahuan alam, penerbangan, pelayaran, pertanian, perkebunan, dan sebagainya. Pengetahuan tentang cuaca dan iklim sangat dibutuhkan dalam kehidupan sehari-hari.

Informasi tentang cuaca dan iklim sangat diperlukan, karena banyak yang bidang perencanaannya berdasarkan pada informasi cuaca serta iklim ini, yaitu antara lain :

1. meningkatkan kewaspadaan terhadap akibat negatif yang ekstrim yang dapat ditimbulkan,
2. menyesuaikan diri atau berusaha untuk menyelenggarakan kegiatan dan usaha yang sesuai dengan sifatnya sehingga terhindar dari kerugian atau hambatan yang diakibatkannya,
3. menyelenggarakan kegiatan di bidang teknologi, dengan menerapkan teknologi pemanfaatan sumber daya iklim dan cuaca.

Data dan informasi cuaca yang diperoleh melalui analisa meteorologi dan klimatologi akan memberikan penjelasan tentang gejala serta perilaku cuaca serta keadaan iklim setempat, dan membuat usaha yang optimal dalam melakukan aktivitasnya. Manusia saat ini sudah dapat mengetahui perkiraan cuaca sebagai usaha untuk mendekatkan kehidupan manusia dengan keadaan iklim dan cuaca serta unsur-unsurnya yang terdiri atas radiasi matahari, lama penyinaran matahari, suhu udara, kelembaban udara, dan lain-lainnya untuk kebaikan bersama. Sinar matahari yang jatuh ke permukaan bumi sangat berpengaruh pada aktifitas sehari-hari manusia. Pengaruh yang ditimbulkan dari sinar matahari diantaranya, lama penyinaran matahari serta intensitas radiasi matahari yang diterima oleh bumi setiap harinya.

Lama penyinaran matahari dan intensitas radiasi matahari tersebut akan mempengaruhi iklim dan cuaca di suatu daerah, apalagi disaat *solstice* atau posisi semu matahari tepat diatas garis katulistiwa. Perbedaan panjang waktu malam dan siang mencapai maksimum, ketika matahari berada di titik-titik *solstice*, sehingga penyinaran matahari sangat panjang dan terik serta intensitas radiasi matahari yang besar. Pengaruh sinar matahari saat *solstice* ini, mempengaruhi juga dengan lama penyinaran matahari, dan intensitas radiasi matahari. Lama penyinaran matahari dapat direkam melalui kertas pias di dalam alat bernama *Campbell-Stokes*, sedangkan untuk intensitas radiasi matahari dapat direkam melalui alat bernama *Actinograph*. Lama penyinaran matahari serta intensitas radiasi matahari di bulan Juni dan September mempunyai peran yang sangat besar, terjadi di

daerah katulistiwa yang mengalami musim kemarau dengan menerima sinar matahari begitu terik.

Dari latar belakang inilah peneliti melakukan kajian terhadap dua hal diatas serta pengaruhnya dengan *solstice* dan efek-efek yang ditimbulkannya. Peneliti mengkajinya melalui penelitian dengan judul KAJIAN LAMA PENYINARAN MATAHARI DAN INTENSITAS RADIASI MATAHARI TERHADAP PERGERAKAN SEMU MATAHARI SAAT SOLSTICE DI SEMARANG (Studi Kasus Badan Meteorologi Dan Geofisika Stasiun Klimatologi Semarang Pada Bulan Juni dan September Tahun 2005 Sampai Dengan 2007).

## 1.2 Penegasan Istilah

Untuk menghindari penafsiran yang berbeda terhadap beberapa istilah yang digunakan, maka diperlukan penegasan sebagai berikut:

1. iklim adalah rata-rata keadaan cuaca pada suatu daerah dalam waktu yang cukup lama (Prawiwardoyo,1996:104),
2. cuaca adalah keadaan atmosfer pada suatu daerah dalam waktu yang relatif singkat (Prawiwardoyo,1996:104),
3. lama penyinaran matahari adalah lamanya matahari bersinar sampai permukaan bumi dalam periode satu hari yang diukur dalam satuan jam (Suryatna,1995:80),
4. radiasi matahari adalah suatu bentuk energi yang dipancarkan oleh matahari yang mempunyai suhu di atas nol mutlak dan merupakan satu-

satunya bentuk energi yang dapat menjalar di dalam vakum angkasa luar (Suryatna,1995:80),

5. atmosfer adalah lapisan gas atau campuran gas yang menyelimuti dan terikat pada bumi oleh gaya gravitasi (Prawirowardoyo,1996:1),
6. *solstice* adalah titik semu matahari, dimana saat perbedaan siang dan malam mencapai maksimum (Simatupang,2000:3).

### **1.3 Rumusan Masalah**

#### **1.3.1 Perumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang di atas, permasalahan yang dikaji dalam penelitian ini adalah gejala alam apakah yang menyertai saat terjadi *solstice* dan di luar *solstice* di kota Semarang?

#### **1.3.2 Pembatasan Masalah**

Permasalahan dalam dalam penelitian ini dibatasi pada pengukuran dilakukan pada saat matahari terbit hingga matahari terbenam (12 jam) di kota Semarang.

### **1.4 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini antara lain :

1. mendapatkan nilai rata-rata lama penyinaran matahari yang diterima permukaan bumi saat *solstice* pada bulan Juni dan September Tahun 2005 s.d. 2007,
2. mendapatkan nilai rata-rata intensitas radiasi matahari yang diterima permukaan bumi saat *solstice* pada bulan Juni dan September Tahun 2005 s.d. 2007,

3. mengkaji akibat dari lama penyinaran matahari dan intensitas radiasi matahari saat terjadi pergerakan semu matahari saat *solstice* dan diluar *solstice* di Semarang.

## 1.5 Manfaat Hasil Penelitian

Manfaat yang ingin dicapai dari penelitian ini meliputi manfaat bagi peneliti, Jurusan Fisika, Badan Meteorologi dan Geofisika Stasiun Klimatologi Semarang yaitu antara lain :

1. memberikan nilai rata-rata lama penyinaran matahari pada bulan Juni dan September Tahun 2005 s.d. 2007,
2. memberikan nilai rata-rata intensitas radiasi matahari pada bulan Juni dan September Tahun 2005 s.d. 2007,
3. mengetahui hubungan serta akibat dari lama penyinaran matahari dan intensitas radiasi matahari terhadap pergerakan semu matahari saat *solstice* dan diluar *solstice* sebagai bahan kajian dalam perencanaan pembangunan kota Semarang yang akan datang.

## 1.6 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup penelitian yang dilakukan peneliti adalah meliputi tempat, waktu, dan materi.

### 1.6.1 Ruang Lingkup Tempat

Penelitian ini dilakukan di Badan Meteorologi dan Geofisika Stasiun Klimatologi Kota Semarang.

### 1.6.2 Ruang Lingkup Waktu

Penelitian dilakukan bulan Juli sampai dengan Agustus 2008.

### 1.6.3 Ruang Lingkup Materi

Penelitian ini mencakup materi ilmu meteorologi, klimatologi, serta fisika lingkungan dalam upaya mengkaji akibat dari hasil data penelitian lama penyinaran matahari dan intensitas radiasi matahari di kota Semarang.

## 1.7 Sistematika Penyusunan Skripsi

Untuk mempermudah dalam menelaah skripsi ini, maka dalam penyusunannya dibuat sistematika sebagai berikut:

### 1.7.1 Bagian awal skripsi

Bagian ini berisi halaman judul, halaman pengesahan, halaman motto, halaman persembahan, kata pengantar, daftar isi, daftar tabel, dan daftar lampiran.

### 1.7.2 Bagian isi skripsi

Bagian ini terdiri dari lima bab yang meliputi :

#### 1. Bab 1, Pendahuluan

Bab ini memuat alasan pemilihan judul yang melatar-belakangi masalah, penegasan istilah, permasalahan, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika skripsi.

#### 2. Bab 2, Landasan Teori

Bab ini terdiri dari kajian mengenai landasan teori yang mendasari penelitian.

#### 3. Bab 3, Metode Penelitian

Bab ini menguraikan metode penelitian yang digunakan dalam penyusunan skripsi. Metode penelitian ini meliputi; metode

pengumpulan data, desain penelitian, dan metode analisis dan interpretasi data.

#### 4. Bab 4, Hasil Penelitian

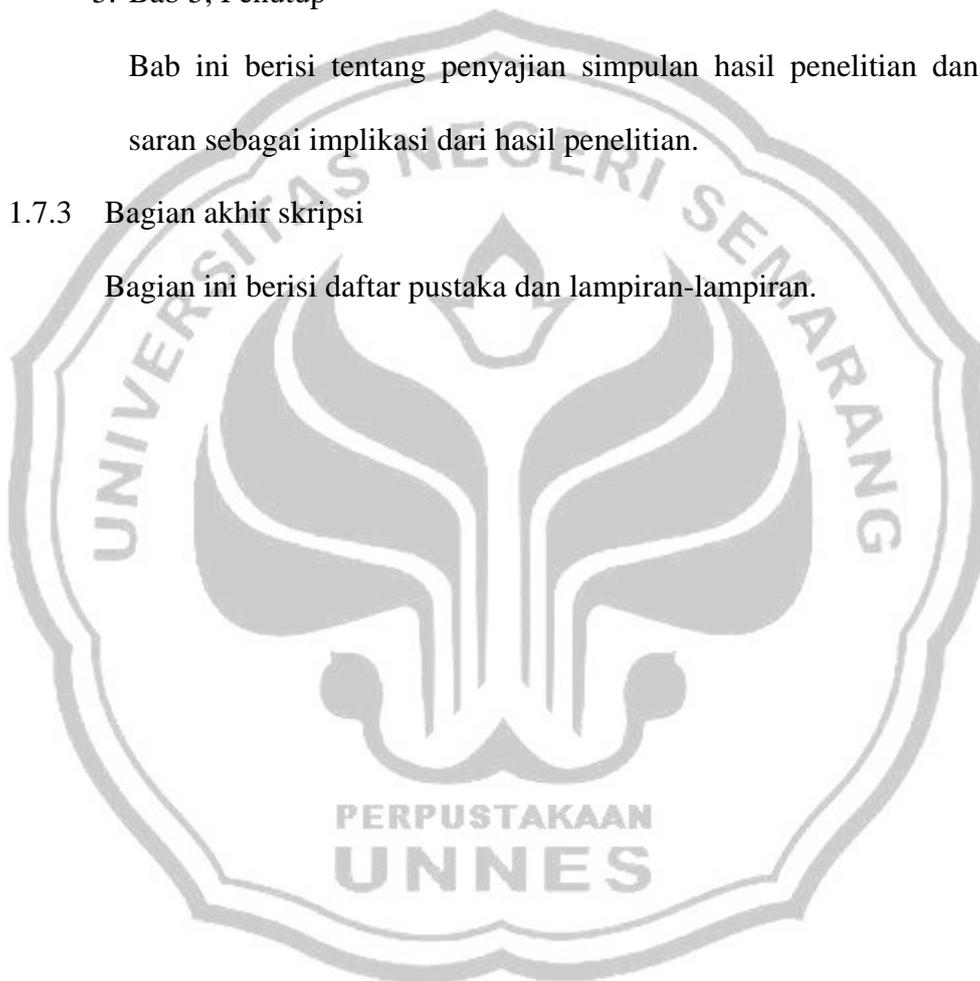
Bab ini berisi hasil-hasil penelitian dan pembahasannya.

#### 5. Bab 5, Penutup

Bab ini berisi tentang penyajian simpulan hasil penelitian dan saran-saran sebagai implikasi dari hasil penelitian.

#### 1.7.3 Bagian akhir skripsi

Bagian ini berisi daftar pustaka dan lampiran-lampiran.



## **BAB 2**

### **LANDASAN TEORI**

#### **2. Landasan Teori**

##### **2.1 Radiasi Matahari**

Matahari merupakan kendali cuaca serta iklim yang sangat penting dan sebagai sumber energi utama di bumi yang menggerakkan udara dan arus laut. Energi matahari diradiasikan ke segala arah, sebagian hilang ke alam semesta, dan hanya sebagian kecil saja yang dapat diterima bumi.

Bumi berevolusi mengelilingi matahari pada jarak rata-rata 93 juta mil. Orbit bumi berbentuk elips dengan eksentrisitas sangat kecil (0,017), ini berarti orbit bumi hampir berbentuk lingkaran. Jarak matahari-bumi yang terdekat disebut perihelion, terjadi pada tanggal 4 Januari dengan jarak 91,5 juta mil, dan jarak matahari-bumi yang terjauh disebut aphelion terjadi pada tanggal 5 Juli dengan jarak 94,5 juta mil (Tjasyono,2004:12).

Radiasi adalah suatu bentuk energi yang dipancarkan oleh setiap benda yang mempunyai suhu di atas nol mutlak dan merupakan satu-satunya bentuk energi yang dapat menjalar di dalam vakum angkasa luar. Radiasi matahari merupakan gelombang elektromagnetik yang terdiri atas medan listrik dan medan magnet. Matahari setiap menit memancarkan energi sebesar  $56 \times 10^{26}$  kalori. Dari energi ini bumi menerima  $2,55 \times 10^{18}$  kalori atau hanya  $\frac{1}{2} \times 10^9$ nya (Prawirowardoyo,1996:32).

Radiasi matahari yang jatuh ke bumi disebut insolasi. Insolasi adalah penerimaan energi matahari oleh permukaan bumi, bentuknya adalah sinar-sinar gelombang pendek yang menerobos atmosfer. Radiasi matahari menjalar di dalam angkasa luar tanpa kehilangan energi, intensitasnya berkurang berbanding terbalik dengan kuadrat jarak dari matahari. Jumlah energi matahari rata-rata yang jatuh pada puncak atmosfer tiap satuan luas ( $1 \text{ cm}^2$ ) tegak lurus pada sinar matahari tiap menit, yaitu 2,0 kalori (Prawirowardoyo, 1996:34).

Radiasi yang dipancarkan matahari diterima permukaan bumi sangat kecil, tetapi bagi bumi, radiasi matahari merupakan energi utama proses-proses fisika atmosfer. Lama penyinaran matahari dalam periode harian adalah variasi dari bulan ke bulan berikutnya, hal ini juga banyak mempengaruhi intensitas total radiasi matahari seperti yang diketahui bahwa radiasi matahari yang dipancarkan adalah berbentuk energi, dan energi ini digunakan untuk memanaskan bumi, oleh karena itu ukuran panas bumi merupakan ukuran besarnya energi matahari yang diterima permukaan bumi.

## 2.2 Penerimaan Radiasi Ke Bumi

Radiasi matahari yang diterima permukaan bumi sangat bervariasi menurut tempat dan waktu. Perbedaan menurut waktu, terjadi disebabkan oleh perbedaan lintang serta keadaan atmosfer terutama awan. Perbedaan menurut waktu, terjadi karena radiasi dalam sehari (dari pagi sampai sore) maupun secara musiman (dari hari ke hari). Faktor-faktor yang mempengaruhi penerimaan radiasi matahari di permukaan bumi adalah :

### 2.2.1 Jarak antara matahari dan bumi,

Bumi mengelilingi matahari (berevolusi) dengan lintasan yang berbentuk elips. Bumi berada pada apheliumnya pada tanggal 5 Juli dan berada pada periheliumnya pada tanggal 3-5 Januari, selama mengelilingi matahari sumbu bumi miring  $23,5^{\circ}$  dari garis tegak lurus pada eliptika (bidang edar bumi mengelilingi matahari). Revolusi bumi berakibat terjadinya kemiringan sumbu bumi yang selalu searah sehingga menyebabkan adanya pergantian musim dan perubahan lamanya siang dan malam (Suryatna,1995:60).

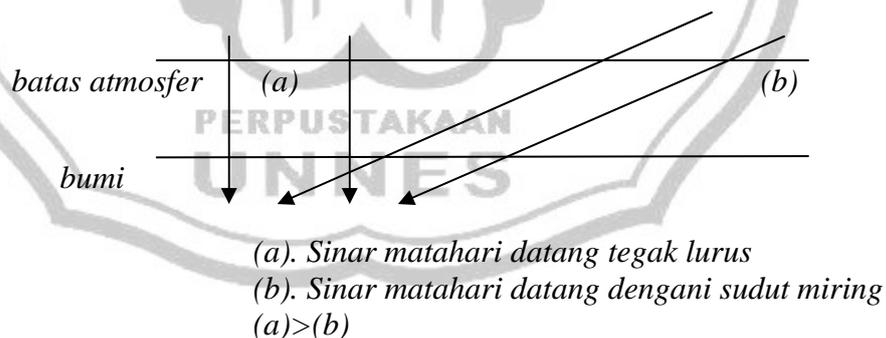
Posisi matahari yang paling utara dicapai pada tanggal 21 Juni yaitu pada garis  $23,5^{\circ}$  Lintang Utara. Garis  $23,5^{\circ}$  Lintang Utara ini disebut garis balik utara, karena setelah tiba di garis ini matahari balik ke arah selatan. Pada tanggal 23 September baik kutub utara maupun kutub selatan bumi berada sama jauhnya dari matahari yang berada pada katulistiwa. Posisi matahari yang paling selatan dicapai pada tanggal 22 Desember yaitu  $23,5^{\circ}$  Lintang Selatan. Garis ini disebut garis balik selatan, karena setelah tiba di garis ini matahari balik ke arah utara. Pada tanggal 21 Maret matahari berada di katulistiwa lagi, hanya letak bumi berseberangan pada orbitnya dengan kedudukannya pada 23 September. Revolusi bumi memerlukan waktu satu tahun (365 hari), namun karena matahari juga bergerak mengelilingi bintang yang lebih besar, bumi tidak kembali ke titik awalnya setelah mengelilingi matahari selama satu tahun. Setiap empat tahun diadakan penyesuaian waktu atau 28 hari menjadi 29 hari pada bulan Februari yang dikenal tahun kabisat (Suryatna,1995:62).

### 2.2.2 Panjang hari dan sudut datang,

Radiasi matahari yang di terima permukaan bumi pada suatu waktu tertentu di sebabkan oleh sudut datang matahari. Perbedaan tempat menurut lintang dapat menyebabkan perbedaan periode penerimaannya yang disebut panjang hari. Sudut datang sinar matahari selalu berubah setiap saat. Perbedaan sudut datang sinar matahari menyebabkan :

1. perbedaan luas permukaan horizontal yang mendapat sinar, makin besar sudut datang sinar matahari, sinar tersebut akan membenteng pada permukaan horizontal yang lebih sempit sehingga energi matahari yang diterima oleh setiap kesatuan luas lebih besar,
2. perbedaan panjang atmosfer yang dilalui oleh sinar matahari, makin besar sudut datang sinar matahari makin pendek atmosfer yang dilalui sinar.

Berdasarkan kedua faktor tersebut maka makin besar sudut datang sinar matahari makin besar pula intensitas radiasi matahari yang diterima bumi.



Gambar 2.1  
Arah sudut sinar datang matahari

Setiap tanggal 21 Juni adalah titik balik matahari musim panas dan akan berganti menjadi musim gugur sampai tanggal 23 September dan selanjutnya musim dingin sampai tanggal 22 Desember yang merupakan titik balik musim

dingin, kemudian berganti menjadi musim semi sampai 21 Maret yang akan berubah menjadi musim panas sampai 21 Juni lagi.

### 2.2.3 Pengaruh atmosfer bumi.

Pada waktu radiasi matahari memasuki atmosfer menuju permukaan bumi (daratan dan lautan), radiasi tersebut akan dipengaruhi oleh gas-gas aerosol serta awan yang ada di atmosfer, sebagian akan dipantulkan kembali ke luar angkasa, sebagian akan diserap dan sisanya akan diteruskan ke permukaan bumi berupa radiasi langsung maupun radiasi baur (*diffuse*). Sumber-sumber aerosol atmosfer yaitu partikel-partikel padat yang mengapung di atmosfer. Sumber aerosol antara lain :

1. pembakaran : kebakaran hutan, pembakaran dalam industri, misalnya partikel yang berbentuk garam, karbon, atau jelaga,
2. reaksi gas fasa, misalnya pembentukan sulfat dan nitrat,
3. dispersi partikel padat, reaksi kimia di dalam tanah yang diikuti oleh erosi air dan erosi angin yang dapat menyebabkan pemasukan partikel dari batu-batuan mineral ke dalam udara, misalnya garam natrium (Na), kalsium, kalium, silikat, dan sebagainya,
4. dispersi larutan; pecahan (percikan) gelembung kecil di laut menyebabkan masuknya partikel ke dalam udara. Gelombang laut yang pecah ini menguap, yang mengandung partikel garam laut,
5. sumber lainnya adalah gunung berapi.

Radiasi langsung adalah radiasi yang tidak mengalami proses pembauran oleh molekul-molekul udara, uap dan butir air serta debu di atmosfer seperti yang terjadi pada radiasi baur (Suryatna,1995:50).

Jumlah radiasi matahari total yang diterima pada suatu tempat dipengaruhi juga oleh lamanya siang hari. Panjang siang hari beragam dengan garis lintang dan musim, di sekitar katulistiwa, siang dan malam sepanjang tahun hampir sama. Panjang siang hari bertambah atau berkurang sesuai dengan bertambahnya derajat lintang, tergantung musim. Musim panas di belahan bumi utara, panjang siang hari bertambah dari katulistiwa menuju kutub utara dan berkurang menuju kutub utara. Lingkaran kutub selatan dan kutub utara siang hari berlangsung 24 jam, sedangkan pada daerah lintang yang sama di belahan bumi selatan, malam hari lamanya 24 jam (Suryatna,1995:66).

Radiasi matahari dalam perjalanannya melewati atmosfer menuju permukaan bumi mengalami penyerapan (*absorpsi*), pemantulan, hamburan, dan pemancaran kembali atau reradiasi.

1. Absorpsi radiasi matahari yang jatuh diserap langsung oleh ozon dan uap air sebanyak 18%. Ozon menyerap seluruh radiasi ultraviolet dibawah  $0,29\mu\text{m}$ . Penyerapan radiasi oleh uap air terbanyak, yaitu antara  $0,9\mu\text{m}$  dan  $2,1\mu\text{m}$ . Karbon dioksida menyerap radiasi dengan panjang gelombang  $4\mu\text{m}$ .
2. Pemantulan (*refleksi*) yaitu tutupan awan menghalangi masuknya radiasi matahari. Banyaknya radiasi yang dipantulkan oleh awan tergantung tidak hanya pada banyak dan tebalnya awan, tetapi juga

pada macam atau jenis awan. *Albedo* adalah nisbah antara energi radiasi yang dipantulkan dan energi radiasi yang datang.

Tabel 2.1  
Tabel jenis awan dengan persentase albedonya

Jenis Awan	Albedo (%)
Sirus	36
Altostratus	39-59
Stratus	42-84
Kumululus	70-90
Kumulonimbus	92

Rata-rata 20% dari radiasi matahari yang datang dipantulkan kembali oleh awan ke angkasa luar. Radiasi matahari dipantulkan pula oleh permukaan bumi. Jumlah radiasi yang dipantulkan tergantung pada macam atau jenis permukaan, tetapi rata-ratanya 4%. Umumnya permukaan berwarna muda atau kering, memantulkan lebih banyak radiasi daripada permukaan yang gelap atau basah. *Albedo* permukaan kebanyakan sangat beragam dengan panjang gelombang dan sudut datang radiasi. Jenis tanah dan tumbuh-tumbuhan mempunyai *albedo* yang sangat kecil di daerah radiasi ultraviolet dan semakin besar di daerah radiasi tampak dan infra merah.

- Hamburan, radiasi matahari dihamburkan terutama oleh molekul udara, uap air, dan partikel-partikel dalam atmosfer. Hamburan dapat terjadi ke atas (ke angkasa luar) ataupun ke bawah menuju permukaan bumi. Radiasi matahari yang mencapai puncak atmosfer sebanyak 12% dihamburkan ke arah bawah sebagai radiasi difusi, yang disebut pula radiasi langit.

Jumlah radiasi yang dipantulkan kembali ke angkasa luar oleh permukaan bumi dan atmosfer sekitar 30 %, sebesar 20% diserap oleh gas-gas atmosfer dan awan, sisanya sebesar 50 % diteruskan ke permukaan bumi dan diserap oleh permukaan daratan dan lautan. Energi yang diserap permukaan daratan dan lautan ini selanjutnya akan digunakan untuk pemanasan udara, laut dan tanah untuk penguapan serta sebagian kecil untuk proses fotosintesis (kurang dari 5% radiasi datang).

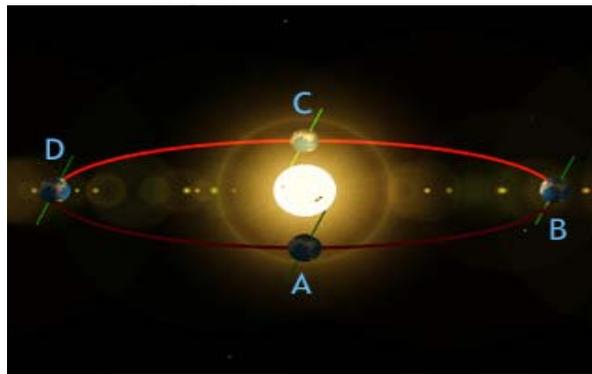
Awan juga merupakan komponen penting dalam mempengaruhi penerimaan radiasi matahari oleh permukaan bumi. Lama matahari bersinar cerah (jam) selama sehari disebut lama penyinaran yang ditentukan oleh ada atau tidaknya penutupan awan (Suryatna,1995:80).

### 2.3 *Solstice*

*Solstice* merupakan saat dimana perbedaan panjang siang dan malam mencapai maksimum. Panjang siang dan malam berubah-ubah secara periodik dari hari ke hari. Dalam satu tahun, pada waktu tertentu siang akan lebih panjang dari malam, dan sebaliknya. Dua kali dalam satu tahun, siang dan malam sama panjang. Dua waktu itu adalah sekitar tanggal 23 September dan 21 Maret (Simatupang,2004:3).

Perbedaan panjang siang dan malam, dan perubahannya dari hari ke hari sepanjang tahun lebih mudah diamati dari daerah-daerah lintang tinggi, namun di daerah dengan lintang rendah pun dapat diamati walaupun selisihnya sedikit. Terjadinya perubahan panjang siang dan malam ini disebabkan oleh bidang katulistiwa bumi yang tidak sebidang dengan bidang orbitnya (yang dinamakan

ekliptika), tetapi membentuk sudut sekitar  $23,5^\circ$ . Kedua bidang ini (katulistiwa dan ekliptika) membentuk sudut, sedangkan bumi mengelilingi matahari, maka pada waktu-waktu tertentu, matahari berada di sebelah utara katulistiwa, dan di waktu yang lain di sebelah selatan katulistiwa.

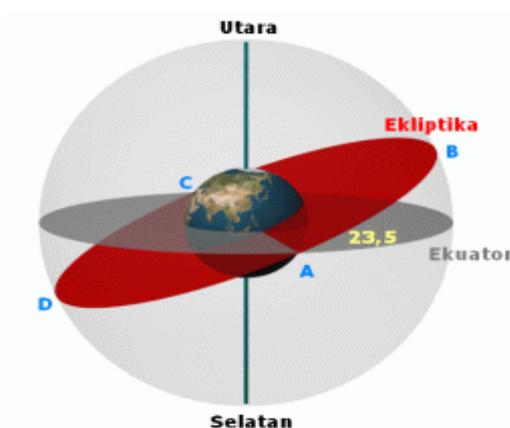


Gambar 2.2  
Lintasan bumi mengelilingi matahari dalam satu tahun

Gerak bumi mengelilingi matahari terlihat pada gambar 2.2, terlihat dari utara ekliptika, bumi mengelilingi matahari dalam arah berlawanan dengan arah jarum jam. Bumi berada pada posisi A, bumi berada pada titik potong katulistiwa dan ekliptika, titik potong ini adalah titik potong tempat matahari bergerak dari utara katulistiwa ke selatan katulistiwa. Titik potong ini dinamakan titik *Autumnal Equinox*, titik C adalah juga titik potong katulistiwa dan ekliptika, tetapi pada titik potong ini, matahari bergerak dari selatan katulistiwa ke utara katulistiwa. Titik potong ini dinamakan *Vernal Equinox*, apabila bumi berada pada titik-titik ini, maka (dilihat dari bumi), matahari berada tepat di katulistiwa langit, saat itu panjang siang dan malam adalah sama. Titik A akan dicapai bumi sekitar tanggal 23 September, dan titik C sekitar tanggal 21 Maret (Simatupang,2004:8-10).

Posisi B, matahari berada pada posisi paling selatan dari katulistiwa, dilihat dari bumi. Siang hari di belahan bumi selatan lebih panjang dari malam, hal yang sebaliknya berlaku untuk belahan bumi utara. Titik B yang dinamakan *Winter Solstice* ini dicapai bumi sekitar tanggal 22 Desember.

Posisi D, matahari berada pada posisi paling utara dari katulistiwa, dilihat dari bumi. Siang hari di belahan bumi utara lebih panjang dari malam, hal yang sebaliknya berlaku untuk belahan bumi selatan. Titik D ini dinamakan titik *Summer Solstice*, dan bumi berada pada titik ini sekitar tanggal 22 Juni. Bumi berada di titik-titik *solstice* ini, perbedaan panjang siang dan malam adalah yang paling ekstrim (Simatupang,2004:20).



Gambar 2.3

Sudut kemiringan sumbu orbit bumi terhadap bidang edarnya

Gerak tahunan matahari di bola langit terlihat pada gambar 2.3. Bidang orbit matahari di bola langit ini membentuk sudut 23,5 derajat (sudut ini tak lain adalah sudut kemiringan sumbu orbit bumi terhadap bidang edarnya - lihat gambar 2.2), karena itu, dalam geraknya di bola langit, matahari kadang berada di utara katulistiwa langit, dan kadang-kadang berada di selatannya. Katulistiwa langit adalah perluasan katulistiwa bumi (Simatupang,2004:24).

Ekliptika memiliki empat titik-titik istimewa, dua titik potong dengan katulistiwa yang dinamakan titik-titik *equinox* (titik A dan C pada gambar 2.3), dan dua titik maksimum dari katulistiwa yang dinamakan titik-titik *solstice* (titik B dan D pada gambar 2.3). Titik A, B, C, dan D berturut-turut dinamakan titik: *Vernal Equinox*, *Summer Solstice*, *Autumnal Equinox*, dan *Winter Solstice* (Simatupang,2004:26).

Matahari berada di titik-titik *solstice*, perbedaan panjang malam dan siang mencapai maksimum, kemudian saat matahari berada di titik-titik *equinox*, perbedaan tersebut mencapai minimum, yaitu nol. Efek refraksi oleh atmosfer bumi juga mengakibatkan perbedaan minimum itu sedikit bergeser dan tidak tepat saat matahari mencapai titik-titik *equinox*.

Perbedaan panjang siang dan malam ini selain bergantung pada ketinggian matahari dari katulistiwa (lihat gambar 2.3), juga ditentukan oleh lintang geografis lokasi dipermukaan bumi, semakin jauh dari katulistiwa bumi, semakin besar perbedaan panjang siang dan malam. Negara-negara yang berada pada lintang tinggi, saat matahari terbenam atau terbit dalam satu tahun bisa berbeda beberapa jam. Indonesia yang berada di sekitar katulistiwa, hampir tidak merasakan perbedaan lamanya siang dan malam.

Daerah-daerah dengan lintang geografis tinggi, terjadi hal-hal yang menarik berkaitan dengan perbedaan panjang siang dan malam, misalnya untuk daerah di lintang 66,5 lintang selatan, saat matahari mencapai titik *Winter Solstice*, matahari akan berada 24 jam di atas horizon, dengan kata lain, saat itu (hari itu) matahari tidak pernah terbenam. Kasus yang paling ekstrim, jika berada

di kutub selatan, antara tanggal 23 September - 21 Maret (6 bulan) matahari selalu berada di atas horizon (Simatupang,2004:35).

Data perbedaan panjang siang dan malam untuk beberapa kota di Indonesia terdapat pada table 2.2. Perhitungan yang digunakan pada tabel 2.2 ini tanpa mengikutsertakan efek refraksi atmosfer menurut data BMG tahun 2006.

Tabel 2.2  
Data perbedaan panjang siang dan malam untuk beberapa kota di Indonesia

Kota	Lintang	Panjang siang	Panjang malam	Selisih (siang-malam)
Banda Aceh	5° 34' U	11jam 40,6menit	12jam 19,4menit	-38,8menit
Bandung	6° 57' S	12jam 24,2menit	11jam 35,8menit	48,5menit
Jakarta	6° 10' S	12jam 21,5menit	11jam 38,5menit	43,0menit
Pontianak	0° 05' S	12jam 00,3menit	11jam 59,7menit	0,6menit
Manado	1° 33' U	11jam 54,6menit	12jam 05,4menit	-10,8menit

Dapat dilihat bahwa semakin jauh dari katulistiwa, semakin besar selisih panjang siang dan malam, saat matahari berada di selatan katulistiwa langit, siang lebih panjang dari malam untuk kota-kota yang berada di selatan katulistiwa, sebaliknya terjadi untuk kota-kota yang berada di utara katulistiwa. Matahari kembali berada di utara katulistiwa langit, siang akan lebih panjang dari malam bagi kota-kota yang berada di utara katulistiwa (Simatupang,2004:15).

#### 2.4 Lama Penyinaran Matahari

Lama penyinaran matahari (sunshine duration) adalah lamanya matahari bersinar sampai permukaan bumi dalam periode satu hari yang diukur dalam jam. Periode satu hari disebut panjang hari (jangka waktu matahari berada di atas

horison). Lama matahari bersinar ini dalam periode harian adalah bervariasi dari bulan ke bulan. Pengukuran durasi sinar matahari merupakan jenis pengukuran radiasi yang tertua, tetapi meskipun demikian, penyinaran matahari tetap bermanfaat karena dua hal. Pertama, durasi penyinaran adalah salah satu parameter yang penting dari iklim suatu tempat (lokasi). Penggunaan data ini misalnya dalam bidang pertanian, perkebunan, karena durasi sinar matahari berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman. Kedua, dari data durasi penyinaran matahari dapat diturunkan fluksi total dari radiasi matahari yang jatuh pada permukaan horizontal dari suatu lokasi (Prawirowardoyo,1996:102).

Beberapa penelitian menunjukkan adanya korelasi yang erat antara radiasi global dan durasi sinar matahari. Sehingga data durasi sinar matahari merupakan data yang penting dan diperlukan bagi usaha pemanfaatan energi matahari. Pengamatan durasi sinar matahari dilakukan antara jam 08.00 sampai dengan 16.00 waktu setempat sesuai dengan standar yang dipakai di Indonesia. Maksimum durasi sinar matahari harian rata-rata terdapat pada bulan-bulan Juli dan Agustus. Bulan-bulan ini merupakan pertengahan atau maksimum monsun timur di mana jumlah perawanannya minimum. Minimum terdapat pada bulan Januari, ini disebabkan bulan Januari merupakan pertengahan atau maksimum monsun barat di mana jumlah perawanannya besar (Prawirowardoyo,1996:99).

Pancaran sinar matahari secara umum dapat dinyatakan dalam jam-jam penyinaran yang diterima selama satu hari ( $n$ ), sedang panjang selama satu hari yang secara astronomis menyatakan lamanya matahari bersinar dinyatakan dalam

N. Lama penyinaran matahari yang terukur dituliskan :  $\frac{H}{N} \times 100\%$   
(BMG,2006:42).

Jam-jam penyinaran tersebut terukur oleh stasiun klimatologi Semarang diukur dari jam 06.00 sampai 18.00 (N=12 jam). Penyinaran tersebut diukur dengan kertas pias yang diletakkan di dalam alat perekam sinar matahari tipe *Campbell-Stokes*. Prosentase penyinaran yang telah dihitung menyatakan jam-jam penyinaran matahari sebenarnya. Tujuan dari alat perekam sinar matahari ini adalah untuk memperoleh catatan penyinaran matahari secara terus-menerus, oleh karena itu alat *Campbell-Stokes* harus ditempatkan pada suatu tempat yang tidak pernah terlindung sedikitpun dari sinar matahari sepanjang tahun oleh penghalang-penghalang seperti pohon atau gedung di sekitarnya.

Kertas pias yang digunakan terbuat dari bahan terpilih yang tidak mekar bila basah dan dicetak dalam warna menyerap radiasi matahari.

Kertas pias *Campbell-Stokes* ada tiga macam :

1. kertas pias lengkung panjang, digunakan selama periode musim panas,
2. kertas pias lurus, digunakan selama periode *equinox* setempat,
3. kertas pias lengkung pendek, digunakan selama periode musim dingin

(BMG,2006:44).

## 2.5 Alat Perekam *Campbell-Stokes*

### 2.5.1 *Campbell-Stokes*

Alat untuk mengukur lamanya penyinaran matahari ada beberapa jenis diantaranya : tipe *Campbell-Stokes*, tipe *Yordan*, tipe *Marvin* dan tipe *Foster*. Untuk Indonesia yang banyak dipakai adalah tipe *Yordan* dan *Campbell-stokes*,

sekarang tipe *Campbell-Stokes* yang paling luas penggunaannya karena lebih teliti dan mudah.



Gambar 2.4  
Alat perekam *campbell-stokes*

*Campbell-Stokes* secara khusus di pergunakan untuk mengukur waktu dan lama matahari bersinar dalam satu hari dimana alat tersebut dipasang. *Campbell-Stokes* terdiri atas beberapa bagian yaitu :

1. plat logam berbentuk mangkuk, sisi bagian dalamnya bercelah- celah sesuai tempat kartu pencatat dan penyanggah bola kaca pejal dilengkapi skala dalam derajat yang sesuai dengan derajat lintang bumi,
  2. bola kaca pejal (umumnya berdiameter 96 mm),
  3. bagian pendiri (stand),
  4. bagian dasar terbuat dari logam yang dapat di-leveling,
  5. kertas pias terdiri atas tiga jenis menurut letak matahari
- (BMG,2006:46)

### 2.5.2 Prinsip Kerja

Sinar matahari yang datang menuju permukaan bumi, khususnya yang tepat jatuh pada sekeliling permukaan bola kaca pejal akan difokuskan ke atas permukaan kertas pias yang telah dimasukkan ke celah mangkuk dan meninggalkan jejak bakar sesuai posisi matahari saat itu. Jumlah kumulatif titik bakar inilah yang disebut sebagai lamanya matahari bersinar dalam satu hari (satuan jam/menit) (BMG,2006:47).

### 2.5.3 Cara Pemasangan

Cara pemasangan *Campbell-Stokes* di Lapangan antara lain :

1. alat diletakkan di atas pondasi dengan alas kayu datar dan rata, bercat putih setinggi 120 cm atau di menara atau atap gedung apabila tidak terdapat daerah yang cukup terbuka di permukaan tanah,
2. sumbu bola mengarah Utara-Selatan sehingga letak kertas pias sejajar dengan arah Timur-Barat,
3. alat harus pada posisi horisontal, hal ini dengan mengatur sekrup yang tersedia. Umumnya pada alas dari alat terdapat indikator (water pas),
4. kemiringan lensa bola bersama dengan kertas pias harus disesuaikan menurut derajat lintang bumi setempat. Setelah mencapai kemiringan yang benar sekrup pengunci diputar agar kedudukan tersebut tidak berubah,
5. lensa bola harus tepat berada ditengah, membagi jarak Timur-Barat kerta atas dua bagian yang sama panjang. Kedudukan ini biasanya

sudah diatur lebih dahulu oleh pabrik pembuat alat dengan menggunakan alat khusus "Centering Gauge",

6. memasang kertas pias sesuai dengan tanggal penggunaannya (BMG,2006:50).

Kertas pias tersebut terpasang pada paritnya yang benar pada jam 12.00 di kertas pias harus tepat di tanda pertengahan parit pias. Cara pemasangan yang menyimpang dari ketentuan akan menghasilkan tanda pembakaran yang tidak benar. Penggantian kertas pias dilakukan tiap hari setelah matahari terbenam. Tanggal penggunaannya harus dituliskan di balik kertas untuk memudahkan pemindahan ke dalam buku. Selama satu tahun diperlukan 365 atau 366 lembar kertas.

Jadwal penggunaan kertas pias adalah sebagai berikut :

Tabel 2.3  
Tabel jadwal penggunaan kertas pias

Jenis pias	Belahan Bumi Utara atau utara ekuator	Belahan Bumi Selatan atau selatan ekuator
Lengkung panjang	12 April s/d 2 September	15 Oktober s/d 28 Februari
Lurus	1 Maret s/d 2 September 3 September s/d 14 Oktober	1 Maret s/d 2 September 3 September s/d 14 Oktober
Lengkung pendek	15 Oktober s/d 28 Februari	12 April s/d 2 September

Sinar cerah yang cukup kuat meninggalkan noda hangus yang tidak melubangi kertas, hal ini terjadi di saat matahari terbit atau beberapa saat matahari terbenam atau di saat langit berawan tipis, dan beberapa saat setelah hujan lebat dimana kertas pias masih basah (BMG,2006:55).

## 2.6 Alat Perekam *Actinograph*

Alat untuk mengukur intensitas radiasi matahari bernama *Actinograph* atau kadang dikenal dengan sebutan *mechanical Pyranograph* dipergunakan untuk mengukur total intensitas dari radiasi matahari langsung, radiasi matahari yang dipantulkan atmosfer dan radiasi difusi dari langit dalam satu hari yang dapat dihitung (BMG,2006:70).



Gambar 2.5  
Alat perekam *Actinograph*

Komponen-komponen utama dari *Actinograph* adalah sebagai berikut :

1. sensor, terdiri dari masing-masing dua strip bimetal bercat putih dan hitam,
2. glass dome,
3. plat pengatur bimetal,
4. mekanik pembesar,
5. tangkai dan pena pencatat,
6. drum clock,
7. pengatur level (perata-rata air),

8. kontainer silika-gel (penyerap uap air),
9. bagian dasar,
10. penutup/cover (BMG,2006:70).

### 2.6.1 Prinsip Kerja

*Actinograph* bekerja dengan prinsip perbedaan temperatur antara dua strip paralel bimetal bercat putih dan hitam. Perbedaan temperatur terjadi karena radiasi matahari yang sampai ke bimetal bercat putih akan dipantulkan maka strip ini hanya respon terhadap temperatur ambang sedangkan radiasi yang sampai ke bimetal hitam, akan diserap atau diabsorpsi sehingga strip ini akan respon terhadap temperatur ambang dan radiasi yang datang akibatnya terjadi distorsi atau menggeliat terhadap strip bimetal putih.

Masing-masing satu sisi strip putih dan strip hitam dihubungkan dan sisi-sisi dari bimetal putih dihubungkan ke peti instrumen serta sisi-sisi lain bimetal hitam dihubungkan ke tangkai pena melalui sistem tuas sehingga masing-masing akan saling meniadakan kondisi ambang dengan meninggalkan keluk (*curvature*) yang merepresentasikan intensitas radiasi yang datang dan secara proporsional ditunjukkan oleh posisi pena dan kertas pias.

Glass-dome akan mentransmisikan 90% energi elektromagnetik, dengan panjang gelombang antara 0,3 s.d. 3,0 micron dan silika-gel akan menyerap uap air agar tidak terjadi kondensasi pada permukaan glass-dome (BMG,2006:74). Total intensitas radiasi matahari adalah merupakan luas area yang berbeda dibawah kurva yang termasuk selama periode pengukuran. Total intensitas ini

dapat dihitung dengan mengalikan faktor kalibrasi alat (K) dengan luas curva yang terbentuk (Manan,1986:88).

### 2.6.2 Cara Pemasangan

Cara pemasangan alat perkam intensitas radiasi matahari *Actinograph* :

1. meletakkan *Actinograph* pada permukaan datar atau rata diatas permukaan tanah. Lokasi pemasangan harus bebas dari pohon maupun bangunan yang dapat menghalangi sinar matahari ke arah alat dan bebas dari bahan-bahan yang dapat memantulkan sinar kuat ke arah alat,
2. mengatur posisi bimetal persegi-persegi searah utara-selatan dan kaca jendela kearah timur,
3. mengatur leveling alat melalui kaki-kaki yang dapat diatur atau diputar,
4. kebersihan alat harus selalu diperhatikan terutama bagian glass dome,
5. silika gel harus diganti secara periodik sesuai iklim dimana alat ditempatkan,
6. seal karet yang terletak pada bagian dasar secara periodik juga harus diganti terutama jika sudah kurang elastis atau rusak.

Untuk metode pengoperasiannya dimulai saat matahari terbit, kemudian membuka cover dan melepaskan drum-clock dari shaftnya. Memasang kertas pias yang terhimpit di penjemput drum-clock. Setelah matahari terbenam pias diambil untuk pias harian (Manan,1986:94).

## 2.7 Efek Rumah Kaca

Kegiatan manusia dewasa ini telah menyebabkan pencemaran pada atmosfer antara lain, pemanasan atmosfer secara langsung oleh hasil pembakaran bahan bakar fosil dan perubahan energi nuklir, perubahan suhu yang diakibatkan oleh peningkatan kadar karbon dioksida dan gas lainnya di seluruh atmosfer.

Efek rumah kaca terjadi akibat dari peningkatan konsentrasi gas rumah kaca, yaitu gas karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ), karbon monoksida (CO) dan gas-gas lainnya di atmosfer. Kenaikan gas-gas tersebut diakibatkan oleh kenaikan pembakaran bahan bakar minyak fosil, batu bara, dan bahan bakar organik lainnya yang melampaui kemampuan tumbuh-tumbuhan dan laut untuk mengabsorbsinya (Rukaesih,2004:2). Energi yang masuk ke bumi mengalami pemantulan oleh awan serta partikel lain di atmosfer, diserap awan, diasorpsi permukaan bumi dan dipantulkan oleh permukaan bumi.

Efek yang paling terlihat dari kondisi ini adalah perubahan cuaca. Cuaca adalah kondisi atmosfer yang kompleks dan memiliki perilaku berubah yang kontinu, biasanya terikat oleh skala waktu, dari menit hingga minggu (Michael,2003:18). Dampak langsung yang dirasakan oleh masyarakat seperti keadaan siang yang panas, malam yang panas, gelombang panas yang saat ini semakin sering terjadi. Dampak tidak langsungnya efek rumah kaca ini dapat mengubah kualitas air, udara, makanan, ekologi, ekosistem, pertanian, industri, dan perumahan.

## BAB 3

### METODE PENELITIAN

#### 3. Konsep Penelitian

##### 3.1 Penentuan Obyek Penelitian

Obyek penelitian ini adalah unsur fisika atmosfer yang menyatakan cuaca dan iklim, yaitu lama penyinaran matahari dan intensitas radiasi matahari. Data yang diambil adalah data lama penyinaran matahari dan data intensitas radiasi matahari pada bulan Juni dan September tahun 2005 sampai dengan 2007.

##### 3.2 Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah mengambil dan menggunakan data lama penyinaran matahari dan intensitas radiasi matahari yang telah dicatat dan didokumentasi Badan Meteorologi dan Geofisika Stasiun Klimatologi Semarang.

##### 3.3 Instrumen Penelitian

Yang digunakan dalam lama penyinaran matahari dan intensitas radiasi matahari pada Badan Meteorologi dan Geofisika Stasiun Klimatologi Semarang mempunyai spesifikasi sebagai berikut (BMG,2006:52) :

###### 3.3.1 *sunshine recorder* (terpasang),

type	: <i>Campbell-Stokes</i> ,
jenis	: tropis,
rentang pengukuran	: matahari terbit hingga terbenam,
diameter bola gelas	: 10 cm.

Rekaman pada kertas pias kualitas baik (tidak terbakar pada saat matahari tidak bersinar).

Kertas pias terdiri atas tiga macam :

1. untuk matahari di belahan bumi utara,
2. untuk matahari di khatulistiwa,
3. untuk matahari di belahan bumi selatan.

Volume kertas pias :

1. untuk matahari di belahan bumi utara : 300 lembar,
2. untuk matahari di khatulistiwa : 200 lembar,
3. untuk matahari di belahan bumi selatan : 300 lembar,
4. *transparan plate* untuk mengukur hasil pembakaran pias sebanyak 2 buah.

### 3.3.2 intensitas radiasi matahari,

type : *mechanical pyranograph*,

jenis : tropis,

rentang pengukuran : matahari terbit hingga terbenam.

Volume kertas pias :

1. untuk matahari di belahan bumi utara : 300 lembar,
2. untuk matahari di khatulistiwa : 200 lembar,
3. untuk matahari di belahan bumi selatan : 300 lembar,
4. *transparan plate* untuk mengukur hasil pembakaran pias sebanyak 2 buah.

### 3.3.3 Pelaksanaan Penelitian

#### 1. Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan di Badan Meteorologi dan Geofisika Stasiun Kimatooigi Semarang dengan letak koordinat lintang  $06^{\circ} 69^{\circ}$  LS dan bujur  $110^{\circ} 23^{\circ}$  BT dengan ketinggian 3m di atas permukaan laut.

#### 2. Prosedur Pengkajian Data

2.1 Data dikaji melalui hasil pengamatan lama penyinaran matahari dan intensitas radiasi matahari dimulai sebelum matahari terbit pada bulan Juni dan September tahun 2005 sampai dengan 2007.

2.2 Data dikaji melalui hasil pengukuran lama penyinaran matahari dan intensitas radiasi matahari dilakukan setelah matahari terbenam pada bulan Juni dan September tahun 2005 sampai dengan 2007.

2.3 Data yang diperoleh dijumlahkan untuk mendapatkan data rata-rata harian yang kemudian dijumlah untuk mendapat data rata-rata bulanan.

2.4 Dari data pengamatan yang diperoleh kemudian dikaji lebih lanjut untuk mengetahui hubungan serta akibat yang terjadi dari lama penyinaran matahari dan intensitas radiasi matahari terhadap pergerakan semu matahari saat *solstice* (bulan Juni dan September) kemudian dibandingkan dengan data tidak saat *solstice* (diluar bulan Juni dan September).

### 3.3.4 Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada tanggal 5 April 2008 sampai dengan 31 juli 2008.

## BAB 4

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Data cuaca yang telah dicatat oleh Badan Meteorologi dan Geofisika dapat digunakan untuk menentukan lama penyinaran matahari dan intensitas radiasi matahari. Lama penyinaran matahari dan intensitas radiasi matahari dicatat setiap hari dimulai matahari terbit hingga matahari terbenam, yang kemudian dihitung nilai harian rata-ratanya. Nilai intensitas radiasi matahari harian rata-rata digunakan untuk menghitung intensitas radiasi matahari bulanan rata-rata, dan lama penyinaran matahari harian rata-rata digunakan untuk menghitung lama penyinaran matahari bulanan rata-rata.

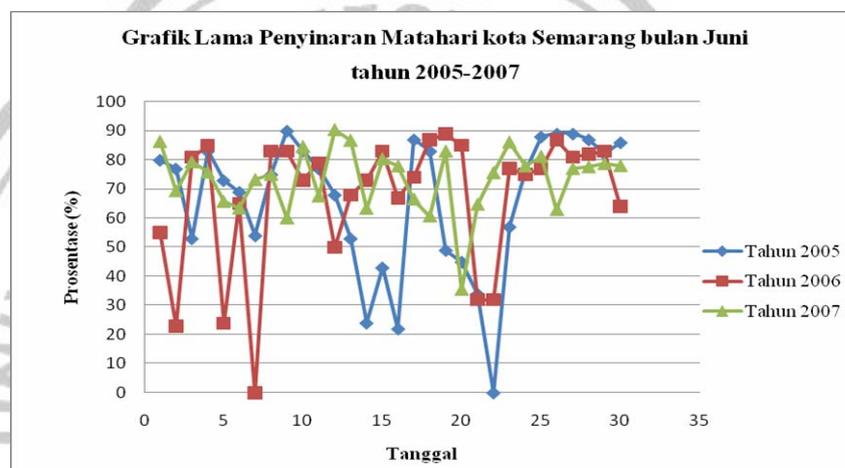
Penentuan nilai lama penyinaran matahari dan lama penyinaran matahari menggunakan skala nonius (skala terkecil) pada alat yang digunakan, karena untuk mendapatkan data tersebut hanya dilakukan satu kali pengamatan. Besarnya nilai tersebut adalah 2% untuk lama penyinaran matahari dan  $2 \frac{\text{kal/cm}^2}{\text{hari}}$  untuk intensitas radiasi matahari.

Dari hasil analisis data bulanan lama penyinaran matahari yang dilakukan saat *solstice* (Juni dan September), didapatkan hasil penelitian sebagai berikut :

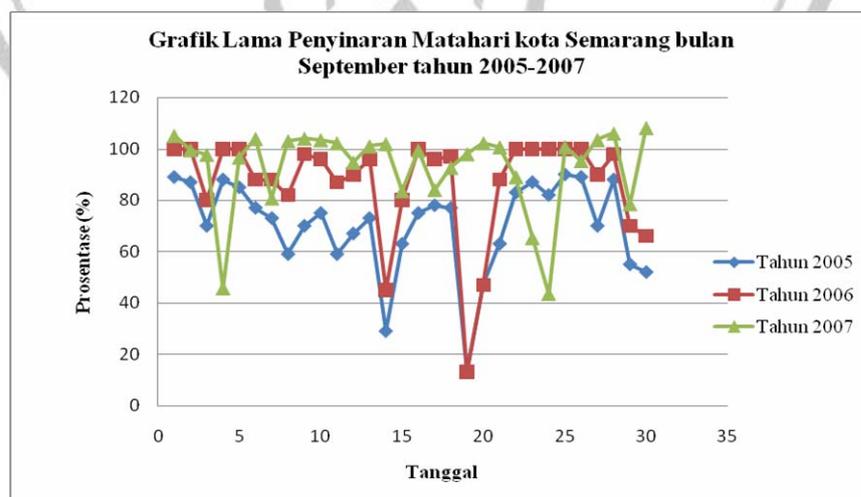
Tabel 4.1  
Persetase lama penyinaran matahari bulan Juni dan September 2005-2007  
kota Semarang

No	Tahun	Persentase %	
		Juni	September
1	2005	66	70
2	2006	67	70
3	2007	73,5	90,6

Hasil penelitian diatas dapat dijelaskan melalui grafik dibawah ini :



Gambar 4.1  
Lama penyinaran matahari kota Semarang bulan Juni tahun 2005-2007



Gambar 4.2  
Lama penyinaran matahari kota Semarang bulan September tahun 2005-2007

Berdasarkan grafik lama penyinaran matahari kota Semarang bulan Juni dan September tahun 2005-2007, persentase lama penyinarannya rata-rata mencapai lebih dari 60%. Matahari dapat dikatakan bersinar penuh ke bumi apabila lama penyinarannya mencapai rata-rata 60% (Tukidi,2004:31). Bulan Juni dan September di kota Semarang terjadi kenaikan jumlah persentase lama penyinarannya dari tahun 2005 sampai dengan tahun 2007, bahkan nilai rata-rata hariannya juga mengalami kenaikan. Paling menarik bulan September rata-rata harian lama penyinaran matahari mencapai rekor tertinggi di tahun 2007. Terlihat pada tanggal 1, 6, 8, 9, 10, 11, 13, 15, 21, 22, 26, 28, 29, 30, lama penyinarannya mencapai 100%.

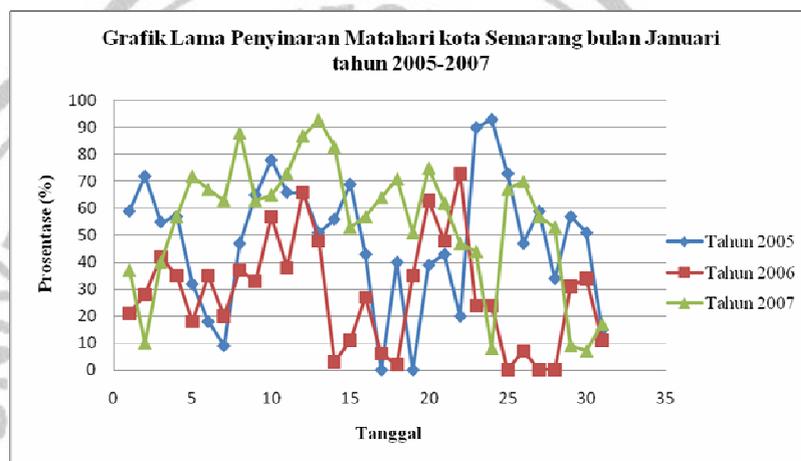
Lama penyinaran matahari dipengaruhi oleh posisi atau letak matahari ke bumi. Bulan Juni dan September atau dikenal *solstice*, dimana posisi matahari berada tepat diatas daerah di katulistiwa, sehingga mempengaruhi baik lama penyinaran serta intensitas radiasi matahari (Simatupang,2004:8). Posisi matahari yang tepat diatas katulistiwa berpengaruh pula pada sudut datang sinar matahari ke permukaan bumi. Pada bulan tertentu yaitu bulan Juni dan September, sudut datang sinar matahari tepat tegak lurus ke bumi, sehingga lama penyinarannya semakin besar (Tukidi,2004:32).

Hasil nilai rata-rata bulanan lama penyinaran matahari saat *solstice* dibandingkan dengan hasil penelitian nilai rata-rata bulanan lama penyinaran matahari di luar *solstice* di kota Semarang, yaitu bulan Januari dan November tahun 2005-2007. Dari hasil analisa bulanan di luar *solstice* (Januari dan November) didapatkan hasil penelitian sebagai berikut :

Tabel 4.2  
 Persentase lama penyinaran matahari bulan Januari dan November 2005-  
 2007 kota Semarang

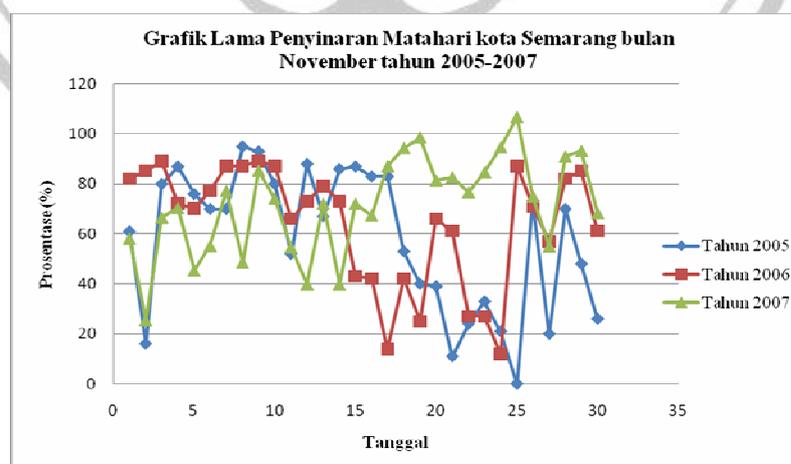
No	Tahun	Persentase %	
		Januari	November
1	2005	49	58
2	2006	28	60
3	2007	55	70

Hasil penelitian diatas dapat dijelaskan melalui grafik dibawah ini :



Gambar 4.3

Lama penyinaran matahari kota Semarang bulan bulan Januari tahun 2005-  
 2007



Gambar 4.4

Lama penyinaran matahari kota Semarang bulan bulan November tahun 2005-  
 2007

Hasil penelitian lama penyinaran matahari rata-rata bulanan di luar *solstice* yaitu bulan Januari dan November tahun 2005-2007 di kota Semarang, terlihat bahwa untuk nilai rata-rata bulanan lama penyinaran matahari saat diluar *solstice* lebih rendah dibandingkan saat *solstice*. Hal ini disebabkan oleh posisi matahari, pada bulan Januari posisi matahari berada di bumi bagian utara katulistiwa, sedangkan pada bulan November posisi matahari berada di bumi bagian selatan katulistiwa (Tukidi 2004:31). Bulan Januari sinar matahari datang dari arah utara kota Semarang, untuk bulan November sinar matahari datang dari arah selatan kota Semarang, mengakibatkan penyinaran tiap permukaan daerah akan lebih rendah.

Data bulan Januari, rata-rata bulanan lama penyinaran matahari kota Semarang di bawah 60%, hal ini dapat dikatakan matahari tidak bersinar secara penuh dalam sehari. Data bulan November, rata-rata bulanan lama penyinaran matahari kota Semarang bulan November tahun 2005 dan 2006 antara 60%, sedangkan di tahun 2007 rata-rata bulanan lama penyinaran matahari mencapai 70%. Posisi matahari di luar *solstice* mempengaruhi monsun barat, sehingga pada bulan Januari dan November jumlah perawanannya cukup banyak yang mengakibatkan matahari terhalang oleh awan, serta akibat dari monsun barat, pada bulan Januari dan November termasuk banyak curah hujannya (Tjasyono,2004:72). Untuk bulan Januari terlihat adanya halangan sinar matahari mencapai permukaan bumi, namun di bulan November terlihat sinar matahari bersinar tanpa adanya halangan, baik oleh awan dan curah hujan. Hasil ini terjadi

karena di bulan November dapat dikatakan menjadi musim peralihan antara kemarau menuju penghujan, sehingga jarang terjadi awan.

Hasil data lama penyinaran matahari rata-rata BMG stasiun Klimatologi kota Semarang selama tahun 1971-2000 diperoleh :

Tabel 4.3  
Persentase lama penyinaran matahari kota Semarang tahun 1971-2000

Bulan	Persentase (%)
Januari	35
Juni	72
September	71
November	52

Hasil data pengamatan BMG stasiun Klimatologi Semarang dalam kurun tahun 1971-2000, digunakan sebagai informasi serta pembandingan siklus perubahan lama penyinaran matahari rata-rata saat ini. Data lama penyinaran matahari rata-rata tahun 2005-2007, terjadi kenaikan siklus persentase lama penyinaran matahari rata-rata yang cukup tinggi. Kejadian tersebut dipengaruhi oleh tidak berlakunya teori musim, dimana bulan Januari dan November merupakan bulan dengan curah hujan tinggi, sedangkan menurut hasil penelitian di bulan November tahun 2005-2007 masih tinggi penyinaran matiharinya.

Pengukuran lama penyinaran matahari dimulai saat matahari terbit hingga matahari terbenam, dan dari pantauan BMG Semarang untuk tahun 2005-2007 siklus persentase lama penyinaran rata-ratanya semakin tinggi. Kekacauan cuaca tersebut terjadi di Semarang, diakibatkan pembangunan industri, banyaknya kendaraan bermotor dengan gas buang semakin meningkat serta semakin minimnya ruang hijau juga turut meningkatkan persentase lama penyinaran matahari yang mengakibatkan efek rumah kaca. Semakin tinggi konsentrasi gas

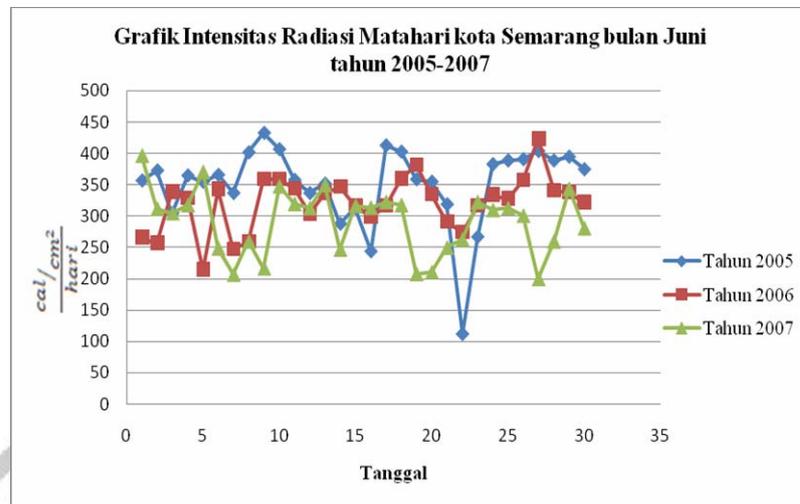
rumah kaca maka semakin banyak radiasi panas dari bumi yang terperangkap di atmosfer dan dipancarkan kembali ke bumi. Efek rumah kaca dapat mengakibatkan tingginya persentase lama penyinaran matahari di saat *solstice* dan di luar *solstice* dan di musim kemarau serta musim penghujan, dan lain-lainnya (Syamsudin,2007:4). Persentase lama penyinaran matahari yang semakin tinggi terjadi karena awan-awan yang biasanya cukup melindungi dari teriknya matahari sudah jarang terjadi, serta adanya efek rumah kaca yang mengakibatkan panasnya atmosfer sehingga awan yang sudah terkumpul kembali terpecah. Tingginya persentase lama penyinaran matahari berakibat pula pada kenaikan suhu, kelembaban udara, dan dalam jangka panjangnya akan menaikkan suhu udara tiap tahunnya (Tjasyono,2004:201).

Data pengamatan kedua diperoleh hasil data bulanan intensitas radiasi matahari yang dilakukan saat *solstice* (Juni dan September), didapatkan hasil penelitian sebagai berikut :

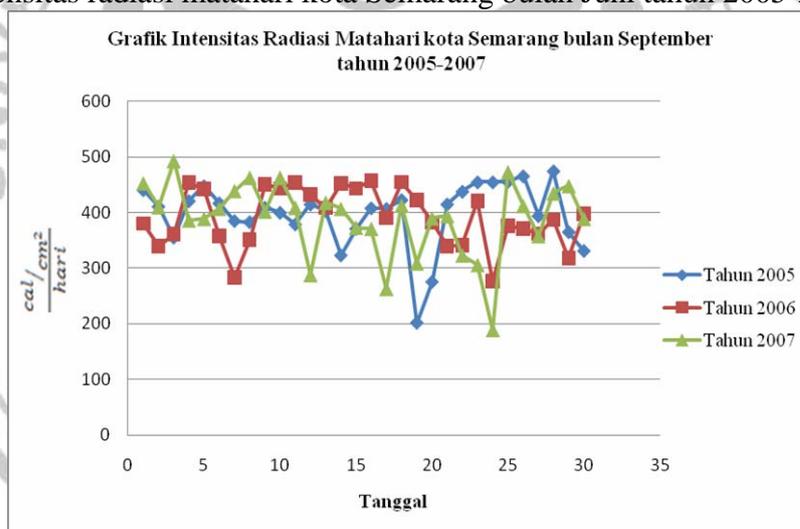
Tabel 4.4  
Intensitas radiasi matahari bulan Juni dan September 2005-2007 kota Semarang

No	Tahun	Intensitas $\frac{\text{cal/cm}^2}{\text{hari}}$	
		Juni	September
1	2005	352	397
2	2006	321	391
3	2007	291	389

Hasil penelitian diatas dapat dijelaskan melalui grafik dibawah ini :



Gambar 4.5  
Intensitas radiasi matahari kota Semarang bulan Juni tahun 2005-2007



Gambar 4.6  
Intensitas radiasi matahari kota Semarang bulan September tahun 2005-2007

Berdasarkan gambar diatas dapat diketahui bahwa intensitas radiasi matahari rata-rata saat *solstice* di kota Semarang mengalami penurunan tiap tahunnya dari tahun 2005 hingga tahun 2007. Data terendah intensitas radiasi matahari rata-rata tercatat pada bulan Juni 2007 sebesar  $112 \frac{\text{cal/cm}^2}{\text{hari}}$ , kemudian

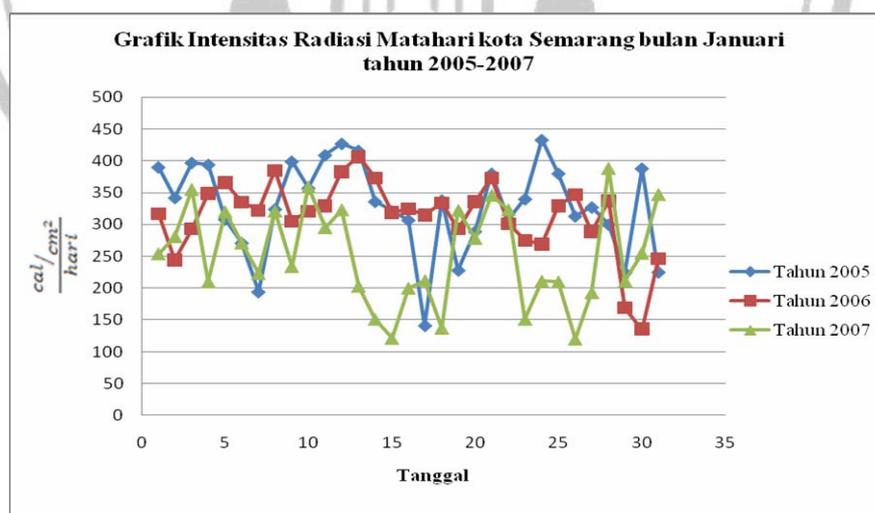
data tertinggi intensitas radiasi matahari rata-rata yang tercatat pada bulan september tahun 2005 yaitu sebesar  $397 \frac{\text{cal/cm}^2}{\text{hari}}$ .

Hasil yang sama juga terjadi di luar *solstice* yaitu pada bulan Januari dan November tahun 2005-2007. Data analisis yang tercatat BMG Semarang terlihat penurunan intensitas radiasi matahari rata-rata tiap tahunnya dari tahun 2005 hingga tahun 2007. Data analisis yang tercatat oleh BMG pada bulan Januari dan September tahun 2005-2007 sebagai berikut

Tabel 4.5  
Intensitas radiasi matahari bulan Januari dan November 2005-2007 kota Semarang

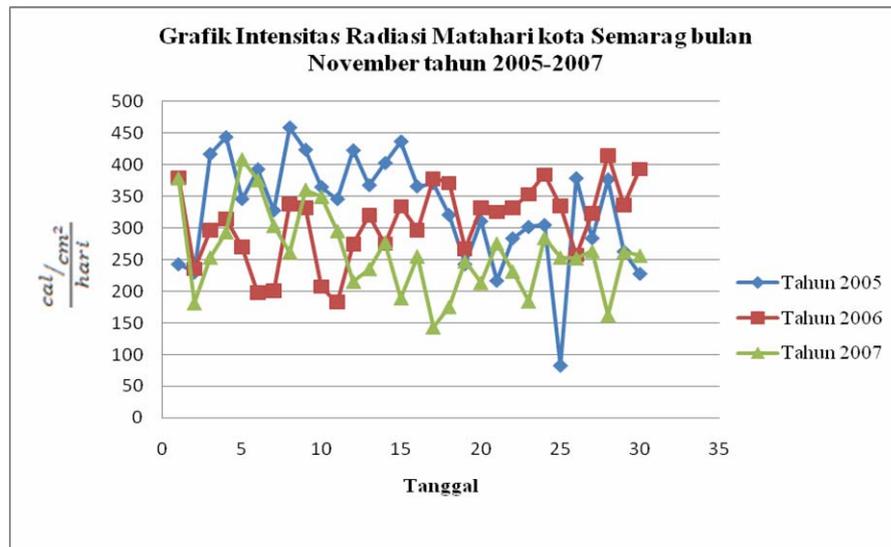
No	Tahun	Intensitas $\frac{\text{cal/cm}^2}{\text{hari}}$	
		Januari	November
1	2005	380	332
2	2006	324	308
3	2007	261	261

Hasil penelitian diatas dapat dijelaskan melalui grafik dibawah ini :



Gambar 4.7

Intensitas radiasi matahari kota Semarang bulan Januari tahun 2005-2007



Gambar 4.8

Intensitas radiasi matahari kota Semarang bulan November tahun 2005-2007

Hasil yang didapatkan melalui data BMG Semarang berupa intensitas radiasi matahari rata-rata pada saat *solstice* dan diluar *solstice* tidak berbeda dibandingkan data lama penyinaran matahari. Terlihat dari tabel pengamatan serta grafik intensitas radiasi matahari bulanan rata-ratanya, masih dipengaruhi oleh posisi semu matahari. Besar intensitas radiasi matahari yang masuk ke bumi dipengaruhi oleh posisi semu matahari yang terjadi di tempat atau daerah tersebut (Tukidi,2004:90). Hasil yang tercatat oleh BMG Semarang seringkali berbeda dengan situasi cuaca dan iklim untuk periode yang seharusnya, sebagai contoh bulan Januari dapat sering terjadi hujan dan dapat terjadi musim kemarau berkepanjangan. Suatu daerah mengalami perubahan musim dari yang seharusnya baik saat musim kemarau semakin panjang atau sebaliknya atau bahkan lebih ekstrim lagi saat musim kemarau terjadi hujan lebat disertai angin serta badai, hal ini akibat dari efek pemanasan atau efek rumah kaca yang terkonsentrasi secara lokal suatu daerah (Ohmura,2002:296).

Berdasarkan grafik intensitas radiasi matahari harian dan bulanan rata-rata, nampak terjadi penurunan besar intensitas radiasi matahari rata-rata setiap tahunnya dari tahun 2005 hingga tahun 2007. Penurunan intensitas radiasi matahari rata-rata yang tercatat oleh BMG Semarang terjadi dari tahun 2005-2007 baik saat *solstice* maupun diluar *solstice*. Peristiwa penurunan intensitas radiasi matahari rata-rata setiap tahunnya ini dikenal dengan penyusutan radiasi matahari (Syamsudin,2005:25). Berbeda dengan efek rumah kaca yang sudah banyak diketahui penyebabnya, yaitu meningkatnya kandungan karbon dioksida di atas atmosfer sebagai tingginya konsumsi bahan bakar minyak yang menahan sinar matahari dan menyebabkan pemanasan temperatur bumi, sedangkan untuk penyusutan radiasi matahari belum banyak diketahui penyebabnya. Teori yang berkembang menjelaskan terjadinya penyusutan radiasi matahari ketika radiasi matahari yang dapat membawa jelaga partikel dalam bentuk aerosol kembali ke angkasa, polusi yang terjadi di atmosfer menyebabkan peningkatan proses kondensasi pada tetes air di udara menjadi awan yang menahan serta mengurangi intensitas radiasi matahari yang mencapai permukaan bumi, awan yang terjadi ini bukan seperti awan yang penuh dengan air, namun awan penuh aerosol gas polusi yang terdapat diatas atmosfer bumi (Syamsudin,2005:25).

Data intensitas radiasi matahari rata-rata tahunan yang dicatat oleh BMG Semarang pada tahun pada tahun 1971-2000 terlihat sebagai berikut:

Tabel 4.6  
Intensitas radiasi matahari kota Semarang tahun 1971-2000

Januari	Juni	September	November
314 $\frac{\text{cal/cm}^2}{\text{hari}}$	386 $\frac{\text{cal/cm}^2}{\text{hari}}$	399 $\frac{\text{cal/cm}^2}{\text{hari}}$	343 $\frac{\text{cal/cm}^2}{\text{hari}}$

Berdasarkan data tahun 1971-2000 kemudian diteruskan ke data tahun 2005-2007 terlihat terjadi siklus penurunan pada bulan Juni, September, dan November. Sedangkan bulan Januari di kota Semarang sendiri memang terjadi fluktuatif perubahan jumlah intensitas radiasi matahari rata-ratanya, hal ini dikarenakan bulan Januari merupakan bulan peralihan antara musim penghujan ke musim kemarau yang dapat mempengaruhi jumlah perawanan serta hujan. Hasil intensitas radiasi matahari rata-rata yang tercatat oleh BMG Semarang, terlihat dipengaruhi oleh jumlah polutan terhadap albedo yaitu perbedaan jumlah intensitas radiasi matahari yang dipantulkan kembali ke angkasa dan yang diterima oleh permukaan bumi. Awan polutan mengurangi intensitas radiasi matahari rata-rata sebesar  $30 \frac{\text{cal/cm}^2}{\text{hari}}$  tiap meter ketebalannya, sehingga pengaruh awan polutan menyebabkan bumi kehilangan intensitas radiasi matahari (UN Climate, 2001:4). Efek yang ditimbulkan oleh penyusutan radiasi matahari yaitu perubahan musim, kacaunya daur hidrologi yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman di bidang pertanian serta manusia pada khususnya juga mengalami imbasnya.

Pemicu tingginya persentase lama penyinaran matahari serta penyusutan intensitas radiasi matahari yang terjadi di kota Semarang karena konsentrasi polutan yang ada di atmosfer. Semakin berkurangnya tanaman yang terdapat di kota Semarang, maka semakin kecil penyerapan gas CO<sub>2</sub>, sehingga gas tersebut semakin banyak di atmosfer. Aktifitas manusia diyakini sebagai sebab meningkatnya konsentrasi gas rumah kaca serta meningkatnya gas aerosol polusi. Kegiatan manusia, terutama berupa pembakaran bahan bakar fosil (seperti

minyak, gas alam dan batubara) dan aktifitas pertanian, menghasilkan emisi berupa gas yaitu yang paling dominan adalah uap air ( $H_2O$ ), kemudian disusul oleh karbon dioksida ( $CO_2$ ), metana ( $CH_4$ ), dinitro-oksida ( $N_2O$ ), oksidan ( $O_3$ ), CFC dan gas-gas lain dalam jumlah yang lebih kecil. Gas-gas tersebut terakumulasi di atmosfer sehingga menyebabkan peningkatan konsentrasi awan polutan seiring dengan perjalanan waktu. Awan polutan ini sama sekali berbeda dengan awan pada umumnya, awan polutan penuh dengan gas-gas polutan kemudian awan sendiri mengandung banyak air.

Hasil pemantauan serta penelitian pengujian udara oleh Bapedalda mengenai rata-rata konsentrasi pencemar udara di kota Semarang mencatat tingginya polutan terkonsentrasi di atas kota Semarang pada tahun 2005-2007 walaupun konsentrasi pencemar dari hasil pemantauan kualitas udara di semua stasiun masih di bawah ambang batas (Keputusan Gubernur Jawa Tengah No. 8 tahun 2001 tentang Baku Mutu Udara Ambien di Propinsi Jawa Tengah) untuk semua parameter (BAPEDALDA,2007:10). Berikut tabel data pengujian udara kota Semarang rata-rata tahun 2005-2007 :

Tabel 4.7  
Data pengujian udara rata-rata kota Semarang tahun 2005

Bulan	PM10(ppm)	CO(ppm)	O <sub>3</sub> (ppb)	SO <sub>2</sub> (ppb)	NO <sub>2</sub> (ppb)
Januari	38	1.1	7	30	3
Juni	39	1.2	10	33	4
September	40	1.2	10	34	4
November	38	1.0	8	30	3

Tabel 4.8  
Data pengujian udara rata-rata kota Semarang tahun 2006

Bulan	PM10(ppm)	CO(ppm)	O <sub>3</sub> (ppb)	SO <sub>2</sub> (ppb)	NO <sub>2</sub> (ppb)
Januari	40	1.1	7	31	4
Juni	41	1.3	10	34	4
September	41	1.2	10	35	4
November	40	1.1	11	32	3

Tabel 4.9  
Data pengujian udara rata-rata kota Semarang tahun 2007

Bulan	PM10(ppm)	CO(ppm)	O <sub>3</sub> (ppb)	SO <sub>2</sub> (ppb)	NO <sub>2</sub> (ppb)
Januari	40	1.2	7	32	4
Juni	42	1.5	10	35	5
September	43	1.4	12	36	5
November	42	1.3	11	34	5

Berdasarkan hasil pengamatan yang dilakukan oleh BMG dan telah dipelajari oleh peneliti, mengenai lama penyinaran matahari dan intensitas radiasi matahari, dapat disimpulkan bahwa kondisi kota Semarang saat ini mengalami penyinaran matahari secara penuh (diatas 60%) baik saat posisi matahari berada diatas katulistiwa (*solstice*) maupun diluar *solstice*, dan kota Semarang mendapatkan pancaran intensitas radiasi matahari semakin berkurang setiap tahunnya. Hal ini berarti telah terjadi efek rumah kaca yang bersifat lokal untuk wilayah kota Semarang.

Tingginya persentase lama penyinaran matahari secara langsung mengakibatkan ketidaknyamanan masyarakat kota Semarang. Tingginya persentase lama penyinaran mengakibatkan kota Semarang mendapatkan penyinaran matahari secara terus menerus dari matahari terbit hingga matahari terbenam, dengan konsekuensi semakin panas temperatur udaranya, serta saat posisi matahari berada diatas katulistiwa (*solstice*) turut serta menambah semakin

tinggi persentase serta naiknya suhu udara dikota Semarang. Penyusutan radiasi matahari sendiri memang belum begitu terasa oleh masyarakat kota Semarang, namun dalam jangka panjangnya penyusutan radiasi matahari mengakibatkan tanaman mendapatkan radiasi matahari yang kurang. Tanaman sangat membutuhkan radiasi matahari untuk daur hidrologinya, hal ini dapat mengurangi produksi buah, rasa, serta pertumbuhan dan perkembangan tanaman.



## DAFTAR PUSTAKA

- BMG. 2006. *Alat-alat Meteorologi di Stasiun Klimatologi Semarang*. Semarang : BMG Stasiun Klimatologi Klas 1 Semarang
- Kartasapoetra, Ance Gunarsih. 2004. *Klimatologi*. Jakarta : Bumi Aksara
- Khanafiyah, Siti. 2003. *Fisika Lingkungan*. Semarang : UNNES
- BAPEDALDA. 2007. *Laporan Pemantauan Kualitas Udara BAPEDALDA Semarang*. Semarang
- Manan, Michael. 1986. *Actinograph and Solar Effect*. Sydney : United Nations Framework Convention on Climate Change
- Michael, Hentschel, Timbs, Marshall. 2003. *Climate*. Washington DC : United Nations Framework Convention on Climate Change
- Ohmura, Atsuma. 2002. *Global Climate*. Tokyo : United Nations Framework Convention on Climate Change
- Prawirowardoyo, Susilo. 1996. *Meteorologi*. Bandung : ITB
- Rukaesih. 2004. *Efek Rumah Kaca*. Jakarta : Jurnal Iklim Indonesia
- Simatupang, Ferry. 2000. *Solstice*. Jakarta : Gramedia
- Syamsudin, Fadlin. 2007. *Matahari dan Bumi*. Jakarta : Gramedia
- Tjasyono, Bayong. 2004. *Klimatologi*. Bandung : ITB
- Tukidi. 2004. *Matahari*. Jakarta : Gramedia
- UN Climate. *Intergovernmental Panel On Climate Change*. Bali : United Nations Framework Convention on Climate Change

## Lampiran 1

Data lama penyinaran matahari dan intensitas radiasi matahari Januari 2005

LAMANYA PENYINARAN (%)		INTENSITAS PENYINARAN MTHR $\frac{\text{cal/cm}^2}{\text{hari}}$	
06-18	08-16	A.GRAPH	G.BELN
59	75	419	840
72	84	442	829
55	60	397	756
57	76	394	798
32	43	308	559
18	27	271	556
9	13	194	286
47	66	424	686
65	86	399	752
78	95	457	777
66	75	409	727
66	77	427	832
51	64	416	693
56	65	336	653
69	81	421	725
43	50	307	630
0	0	141	84
40	60	368	634
0	0	228	63
39	36	289	504
43	65	406	743
20	19	308	376
90	100	484	873
93	100	518	874
73	97	470	850
47	57	373	626
59	71	379	693
34	46	361	577
57	69	440	735
51	73	414	703
15	22	225	168
49	60	369	632,3

Data lama penyinaran matahari dan intensitas radiasi matahari Juni 2005

LAMANYA PENYINARAN (%)		INTENS.PENY. MATAHARI $\frac{\text{cal/cm}^2}{\text{hari}}$	
06-18	08-16	A.GRAPH	G.BELN
80	97	357	641
77	95	373	645
53	70	305	389
83	97	365	588
73	85	355	504
69	87	366	554
54	77	337	422
75	100	402	653
90	100	433	756
83	100	407	657
77	91	358	504
68	90	337	563
53	79	352	569
24	36	288	390
43	59	313	420
22	20	244	286
87	96	413	672
83	100	403	743
49	47	359	441
45	67	355	596
34	50	319	525
0	0	112	41
57	69	267	456
76	100	383	672
88	100	389	605
89	100	391	651
89	100	404	651
87	100	389	588
82	100	395	634
86	100	375	594
66	80	352	547

Data lama penyinaran matahari dan intensitas radiasi matahari September 2005

LAMANYA PENYINARAN (%)		INTENS.PENY. MATAHARI $\frac{\text{cal/cm}^2}{\text{hari}}$	
06-18	08-16	A.GRAPH	G.BELN
89	100	441	815
87	100	411	806
70	93	355	651
88	100	421	714
85	100	448	813
77	96	417	766
73	96	385	693
59	80	383	661
70	99	409	777
75	96	400	739
59	85	379	680
67	91	415	773
73	97	403	756
29	40	323	491
63	80	371	599
75	100	408	737
78	95	407	722
77	97	423	790
13	14	201	176
47	55	275	538
63	90	415	804
83	100	438	800
87	100	455	882
82	100	455	861
90	100	456	865
89	100	466	852
70	96	394	659
88	99	475	865
55	77	365	596
52	71	331	525
70	88	398	713,5

Data lama penyinaran matahari dan intensitas radiasi matahari November 2005

LAMANYA PENYINARAN (%)		INTENS.PENY. MATAHARI $\frac{\text{cal/cm}^2}{\text{hari}}$	
06-18	08-16	A.GRAPH	G.BELN
61	84		697
16	23	230	206
80	89	417	695
87	100	444	855
76	100		819
70	87	393	693
70	91	328	626
95	100	459	875
93	99	424	872
80	93	365	806
52	71	346	668
88	100	423	872
67	87	368	757
86	100	403	874
87	100	437	876
83	89	366	722
83	97	371	701
53	66	321	483
40	55	243	510
39	53	311	672
11	13	217	294
24	36	284	546
33	39	302	599
21	31	305	525
0	0	83	55
73	93	379	718
20	30	284	468
70	90	377	811
48	51	263	454
26	31	228	328
58	70	335	635,9

## Lampiran 2

Data lama penyinaran matahari dan intensitas radiasi matahari Januari 2006

LAMANYA PENYINARAN (%)		INTENSITAS PENYINARAN MTHR $\frac{\text{cal/cm}^2}{\text{hari}}$	
06-18	08-16	A.GRAPH	G.BELN
21	31	254	504
28	41	281	552
42	63	355	809
35	51	210	647
18	27	320	613
35	49	271	491
20	24	223	319
37	47	321	525
33	39	234	357
57	7	359	632
38	53	295	409
66	83	323	651
48	60	203	529
3	1	151	48
11	16	121	197
27	25	200	286
6	9	212	174
2	3	137	210
35	52	322	500
63	81	278	653
48	71	346	651
73	91	323	689
24	36	151	491
24	36	211	420
0	0	210	216
7	10	120	126
0	0	193	48
0	0	388	53
31	46	211	657
34	45	255	638
11	16	347	231
28	36	246	429,9

Data lama penyinaran matahari dan intensitas radiasi matahari Juni 2006

LAMANYA PENYINARAN (%)		INTENS.PENY. MATAHARI $\frac{\text{cal/cm}^2}{\text{hari}}$	
06-18	08-16	A.GRAPH	G.BELN
55	81	266	462
23	34	257	391
81	99	339	630
85	100	329	651
24	29	214	142
65	91	343	644
0	0	147	82
83	100	259	693
83	99	359	736
73	94	359	739
79	94	344	672
50	61	304	483
68	87	337	584
73	93	347	609
83	100	316	697
67	87	299	599
74	99	317	651
87	100	360	659
89	100	382	714
85	99	335	651
32	44	191	273
32	47	274	426
77	100	317	588
75	97	334	588
77	95	328	588
87	100	358	693
81	100	424	615
82	97	341	630
83	100	338	647
64	85	322	577
67	84	313	570

Data lama penyinaran matahari dan intensitas radiasi matahari September 2006

LAMANYA PENYINARAN (%)		INTENS.PENY. MATAHARI $\frac{\text{cal/cm}^2}{\text{hari}}$	
06-18	08-16	A.GRAPH	G.BELN
100	100	441	815
100	100	411	806
80	93	355	651
100	100	421	714
100	100	448	813
88	96	417	766
88	96	385	693
82	80	383	661
98	99	409	777
96	96	400	739
87	85	379	680
90	91	415	773
96	97	403	756
45	40	323	491
80	80	371	599
100	100	408	737
96	95	407	722
97	97	423	790
13	14	201	176
47	55	275	538
88	90	415	804
100	100	438	800
100	100	455	882
100	100	455	861
100	100	456	865
100	100	466	852
90	96	394	659
98	99	475	865
70	77	365	596
66	71	331	525
70	88	398	713,5

Data lama penyinaran matahari dan intensitas radiasi matahari November 2006

LAMANYA PENYINARAN (%)		INTENS.PENY. MATAHARI $\frac{\text{cal/cm}^2}{\text{hari}}$	
06-18	08-16	A.GRAPH	G.BELN
82	84		697
85	23	230	206
89	89	417	695
72	100	444	855
70	100		819
77	87	393	693
87	91	328	626
87	100	459	875
89	99	424	872
87	93	365	806
66	71	346	668
73	100	423	872
79	87	368	757
73	100	403	874
43	100	437	876
42	89	366	722
14	97	371	701
42	66	321	483
25	55	243	510
66	53	311	672
61	13	217	294
27	36	284	546
27	39	302	599
12	31	305	525
87	0	83	55
71	93	379	718
57	30	284	468
82	90	377	811
85	51	263	454
61	31	228	328
58	70	335	635,9

## Lampiran 3

Data lama penyinaran matahari dan intensitas radiasi matahari Januari 2007

LAMANYA PENYINARAN (%)		INTENSITAS PENYINARAN MTHR $\frac{\text{cal}}{\text{cm}^2 \cdot \text{hari}}$	
06-18	08-16	A.GRAPH	G.BELN
37	44	317	571
10	9	244	391
40	60	293	739
57	63	349	666
72	87	366	609
67	77	335	760
63	66	322	643
88	100	385	861
63	75	305	577
65	89	321	641
73	95	329	680
87	100	383	836
93	96	407	861
83	96	373	880
53	57	319	693
57	73	325	832
64	77	315	735
71	94	334	810
51	61	293	664
75	96	336	882
62	77	373	853
47	60	301	605
44	59	275	645
8	3	269	239
67	79	329	798
70	93	347	714
57	66	289	630
53	79	337	743
9	13	169	130
7	0	135	84
17	21	246	315
55	67	314	648

Data lama penyinaran matahari dan intensitas radiasi matahari Juni 2007

LAMANYA PENYINARAN (%)		INTENS.PENY. MATAHARI $\frac{\text{cal/cm}^2}{\text{hari}}$	
06-18	08-16	A.GRAPH	G.BELN
86.3	97	357	641
69.3	95	373	645
79.3	70	305	389
75.8	97	365	588
65.7	85	355	504
63.4	87	366	554
23.2	77	337	422
75	100	402	653
60	100	433	756
84.6	100	407	657
67.5	91	358	504
90.4	90	337	563
86.7	79	352	569
63.3	36	288	390
80.3	59	313	420
77.9	20	244	286
66.5	96	413	672
22.7	100	403	743
8.3	47	359	441
35.4	67	355	596
64.7	50	319	525
75.6	0	112	41
86.1	69	267	456
77.9	100	383	672
81.2	100	389	605
12.9	100	391	651
0	100	404	651
77.6	100	389	588
78.7	100	395	634
66	80	352	547

Data lama penyinaran matahari dan intensitas radiasi matahari September 2007

LAMANYA PENYINARAN (%)		INTENS.PENY. MATAHARI $\frac{\text{cal/cm}^2}{\text{hari}}$	
06-18	08-16	A.GRAPH	G.BELN
105	80		815
100	80	340	806
98	80	361	651
46	44.1		714
97	79.2		813
104	80	358	766
81	60	284	693
103	77.4	351	661
104	80	450	777
103	80	443	739
102	80		680
95	80		773
101	80		756
102	80		491
84	67.2		599
99	80		737
84	80		722
93	79.3		790
98	77.8		176
102	80	382	538
100	80	340	804
89	79.4		800
65	56.6		882
43	43.4	277	861
101	80	376	865
95	78.8	371	852
104	80	362	659
106	80		865
78	63.8	318	596
108	80	398	525
90.6	74.1	384.13	770

Data lama penyinaran matahari dan intensitas radiasi matahari November 2007

LAMANYA PENYINARAN (%)		INTENS.PENY. MATAHARI $\frac{\text{cal/cm}^2}{\text{hari}}$	
06-18	08-16	A.GRAPH	G.BELN
58	54	380	697
25.5	25.5	235	206
66.5	62.5	296	695
70.3	25.5	314	855
45.3	56.5	270	819
55.2	62.5	197	693
77.1	45.3		626
48.5	51	338	875
85.2	76	332	872
73.9	48.5	207	806
54.5	78.7	182	668
39.8	58.1	274	872
72	54.5	320	757
39.8	139.1	275	874
72	65.8	334	876
67.3	61	296	722
87.1	74.3	378	701
94.3	77.2	371	483
98.5	80	267	510
81.2	74.7	332	672
82.6	76	325	294
76.6	68.6	332	546
84.6	74.5	353	599
94.5	78.8	384	525
106.7	79.2	335	55
74.9	62.9	257	718
55	55	323	468
90.9	76.9	415	811
93.1	76.9	336	454
68.3	67.1	393	328
70.6	62.8	308	664