

LAPORAN PENELITIAN

ANALISIS RADIASI MATAHARI DALAM KAITANNYA DENGAN POLUSI UDARA (STUDI KASUS DI PADANG SUMATERA BARAT)

Oleh:

Syafriani, S.Si, M.Si

**DIBIYAI PROYEK PENGKAJIAN DAN PENELITIAN ILMU PENGETAHUAN
TERAPAN DENGAN SURAT PERJANJIAN PELAKSANAAN
PENELITIAN NOMOR: DM-008/J41.2/KU/2005 DIREKTORAT JENDRAL
PENDIDIKAN TINGGI DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL**


**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
NOVEMBER, 2005**

MILIK PERPUSTAKAAN
UNIV. NEGERI PADANG


LEMBAR IDENTITAS DAN PENGESAHAN

1. a. Judul : Analisis Radiasi Matahari Dalam Kaitannya Dengan Polusi Udara (Studi Kasus Di Padang Sumatera Barat)
- b. Bidang Ilmu : MIPA
- c. Kategori Penelitian : I
2. Ketua Peneliti
- a. Nama Lengkap dan Gelar : Syafriani, S.Si, M.Si
- b. Jenis Kelamin : Perempuan
- c. Golongan, Pangkat dan NIP : Penata Muda Tk I/ III b / 132206093
- d. Jabatan Fungsional : Asisten Ahli
- e. Jabatan Struktural : ---
- f. Fakultas / Jurusan : MIPA / Fisika
- g. Pusat Penelitian : UNP Padang
3. Jumlah Anggota Peneliti : ---
4. Lokasi Penelitian : Labor Fisika FMIPA UNP Padang
5. Kerjasama dengan Institusi Lain
- a. Nama Institusi : ---
- b. Alamat : ---
- c. Telepon/Faks/e-mail : ---
6. Lama Penelitian : 10 bulan
7. Biaya yang Diperlukan
- a. Sumber dari Depdiknas : -----
- b. Sumber lain (RUTIN) : Rp. 5.000.000,-
- J U M L A H : Rp. 5.000.000,-
(Lima Juta Rupiah)

Mengetahui :
DEKAN FMIPA UNP


Drs. Ali Amran, M.Pd, M.A, Ph.D
NIP. 130 353 264

Padang, Nopember 2005
Ketua Peneliti


Syafriani, S.Si, M.Si
NIP. 132 206 093

Menyetujui,

Ketua Lembaga Penelitian



Prof. Dr.H. Anas Yasin M.A

NIP. 130365634



RINGKASAN

ANALISIS RADIASI MATAHARI DALAM KAITANNYA DENGAN POLUSI UDARA (STUDI KASUS DI PADANG SUMATERA BARAT)

OLEH: SYAFRIANI

TAHUN 2005, JUMLAH HALAMAN 42

Padang adalah pusat kota di Sumatera Barat, dimana terdapat peningkatan populasi penduduk karena di kota Padang terdapat sejumlah pusat pendidikan, tempat-tempat belanja dan rekreasi serta pabrik. Peningkatan populasi penduduk ini merupakan salah satu faktor meningkatnya pencemaran udara di atmosfer bumi. Pencemaran udara ini secara tidak langsung mempengaruhi radiasi matahari yang sampai ke bumi.

Ketika radiasi matahari melewati atmosfer bumi, sebahagian dari energi radiasi ini berkurang intensitasnya akibat adanya peristiwa hamburan dan penyerapan. Kedua peristiwa ini mempengaruhi energi matahari yang sampai di permukaan bumi. Radiasi yang dihamburkan ini disebut dengan *radiasi diffusi*. Sebagian dari radiasi diffusi ini akan kembali ke angkasa dan sebagian lain akan langsung kembali menuju bumi.

Besarnya intensitas radiasi matahari langsung untuk dua tahun (2003-2004) telah diukur di Laboratorium Fisika UNP Padang ($0^{\circ}52'26''$ LS $100^{\circ}21'42''$ BT) menggunakan "Eppley Normal Incidence Pyrheliometer (NIP) dengan tiga filter OG1(0,53 – 0,63 μ m), RG2(0,63-0,695 μ m) dan RG8 (besar dari 0,695 μ m). Tingkat pelemahan intensitas radiasi matahari dicari menggunakan koefisien Angstrom.

Dari hasil analisis Tahun 2003 pengurangan atau pelemahan intensitas matahari untuk panjang gelombang 0,28-0,53 μ m berkisar 50 % pada bulan Juli dan Agustus ; pada panjang gelombang 0,53-0,63 μ m berkisar 50 % sampai 75 % ; untuk panjang gelombang 0,63-0,695 μ m berkisar 60 % sampai 75 %.

Tahun 2004 pengurangan atau pelemahan intensitas matahari untuk panjang gelombang 0,28-0,53 μ m berkisar diatas 50 % pada bulan Maret, dan April sedang pada bulan Mei dan Juni kacil dari 50 % ; pada panjang gelombang 0,53-0,63 μ m berkisar 60 % pada bulan Maret, dan April, Mei dan Juni ; pada panjang gelombang 0,63-0,695 μ m 75 %.

Selanjutnya analisis nilai Koefisien Angstrom tahun 2003, berkisar 0.15 sampai 0.3, artinya atmosfer saat itu keruh(turbid) sampai sangat keruh(very turbid) dengan jarak pandang (visibility) 11 km sampai <5 km, atmosfer pada saat ini sudah tergolong terpolusi. Untuk tahun 2004 nilai koefisien Angstrom berkisar 0.2 sampai 0.25, artinya kondisi atmosfer berada antara keruh sampai bersih(clear)dengan jarak pandang 11 km sampai 28 km.

Jadi dapat ditarik kesimpulan atmosfer di kota Padang lebih bersih tahun 2004 bila dibandingkan dengan tahun 2003. Karena pada tahun 2004 terjadi musim hujan di Padang. Hujan adalah sebagai penetralisir aerosol yang ada di atmosfer. Koefisien Angstrom memberikan informasi terjadinya pelemahan radiasi matahari diatas kondisi normal yang merupakan salah satu indikator terjadinya pencemaran udara. Penyebab utamanya akibat kenaikan konsentrasi aerosol. Kalau atmosfer banyak mengandung aerosol dapat diindikasikan atmosfer tersebut tergolong terpolusi.

Aerosol berupa partikel padat atau cair yang mengambang didalam medium gas. Pada cuaca cerah aerosol adalah substansi yang mendominasi pelemahan radiasi matahari pada spectrum cahaya tampak dan near infra merah. Partikel aerosol mempunyai waktu hidup yang singkat, sehingga aerosol mempunyai sifat bervariasi dari satu tempat ketempat lain dan juga bervariasi terhadap waktu. Jumlah aerosol di atmosfer dapat ditunjukkan oleh koefisien turbiditas. Dalam studi turbiditas atmosfer, koefisien tersebut menunjukkan adanya pelemahan radiasi yang diterima puncak atmosfer (*Extra Terrestrial Radiation- ETR*) pada seluruh panjang gelombang atau pada rentang panjang gelombang tertentu.

Sesuai pendapat McCormick at all (1995) dikutip oleh tuti Budiwati (2001) kenaikan aerosol diatas normal diantaranya akan menyebabkan kekeruhan atmosfer, efek penghamburan dan absorpsi dilapisan atas atmosfer, menyokong terbentuknya inti kondensasi yang penting untuk proses pembentukan awan., penyebab kenaikan albedo sebagai polutan yang potensial untuk mempengaruhi hujan asam, menimbulkan penyakit saluran pernafasan dan lainnya. Selanjutnya Ohta at all (1997) dalam Tuti Budiwati(2001) kenaikan koefisien kekeruhan 0,028 menyebabkan penurunan temperature permukaan bumi secara global $0,41^{\circ}$

**(JURUSAN FISIKA FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI PADANG NOMOR KONTRAK: DM-008/J41.2/KU/2005
DIREKTORAT JENDRAL PENDIDIKAN TINGGI DEPARTEMEN PENDIDIKAN
NASIONAL)**

SUMMARY

Analysis of Solar Radiation in are Pollution atmosphere (Case Study of Padang West Sumatera)

By: SYAFRIANI

Year 2005, Page 42

Padang is central city in west Sumatera, which is found population increasing. Increasing of population is one of cause to raise air pollution in atmosphere. Air pollution influence solar radiation directly in the earth. Where solar radiation directly in the earth, a part of energy radiation is lack of intencity, and caused scattering and absorbtion. The both of events influence solar energy to surface earth. Radiation scatter mentioned with diffution radiation apart of difusi radiation will came back to the sky and part of its back to the earth.

For two-year (2003-2004) the record of direct solar irradiances measurement has been conducted in the site Laboratory Physics UNP ($0^{\circ}.52'.26''$.LS $100^{\circ}.21'.42''$ BT) to use "Eppley Normally Incidence Pyrheliometer (NIP), And three Filters OG1(0,53 - 0,63 μm), RG2(0,63- 0,695 μm) and RG8 (big from 0,695 μm). This has allowed, taking in account meteorological observations to make the variations of Angstrom's turbidity for a clear sky.

From result analysis in 2003, the attenuation solar radiation for long wave 0,28-0,53 μm aporimately 50% in July and Augustus; long wave 0,53-0,63 μm 50% up to 75%; for long wave 0,63-0,695 μm ababout up tu 50% in March, and April, mai and Juni lach of 50%; long wave 0,53-0,63 μm 0,53-0,63 μm is about 60% to 75% . In 2004 the weak solar intencitas for for long wave 0,28-0,53 μm about up to 50% in March, April,and Mei, Juni lack of 50%; long wave 0,53-0,63 μm is about 60% in march, april, mai and juni; long wave 0,63-0,695 μm 75%.

Related on analysis Angstrom's coefisien in 2003 is about 0.15 up to 0,3, it means atmosphere is turbid up to very turbid with visibility 11 km up to <5 km, in the mean time, the atmosphere is polluted. In 2004 Angstrom's coefisien is about 0,2 up to 0,25, in the mean the atmosphere clear with visibility 11 km – 28 km.

So, it gets resume, the atmosphere in Padang city is more clean in 2004, when compared with in 2003 because in 2004 Padang city is rain season. The rain is a part of aerosol in atmosphere. Angstrom coefficient gives information the weak solar radiation up to normal condition which is one of indicator air pollution happened. The main of caused aerosol concentration increasing. If atmosphere more certain aerosol indicated the atmosphere pollution.

Aerosol is compact or liquid particle to expand in gas medium. In bright weather, aerosol gets substance to dominate the weak solar radiation in spectrum infra red and near infra red. Aerosol has the short life, so that aerosol has characteristic variation from one place to the place and variation of time. The total aerosol in atmosphere is indicated with turbidity coefficient. In study of turbidity atmosphere coefficient is indicated found the attenuation solar radiation in extra terrestrial radiation in whole the long wave or wave band.

According with McCormick et al (1995) in Budiwati(2001) increasing is up to normal cause atmosphere turbid, scattering affect and absorption in upper atmosphere, to back up condition to condensation for make cloud process, to albedo increasing as pollution potential for acid rain influence, to explore six trache. Ohta et al in Budiwati(2001) (turbidity coefficient increasing to cause decreasing temperature of surface of earth global $0,41^{\circ}$

**(Physic Department, Padang of University West Sumatera NOMOR KONTRAK:
DM-008/J41.2/KU/2005 DIREKTORAT JENDRAL PENDIDIKAN TINGGI
DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL)**

PENGANTAR

Kegiatan penelitian mendukung pengembangan ilmu serta terapannya. Dalam hal ini, Lembaga Penelitian Universitas Negeri Padang berusaha mendorong dosen untuk melakukan penelitian sebagai bagian integral dari kegiatan mengajarnya, baik yang secara langsung dibiayai oleh dana Universitas Negeri Padang maupun dana dari sumber lain yang relevan atau bekerja sama dengan instansi terkait.

Sehubungan dengan itu, Lembaga Penelitian Universitas Negeri Padang bekerjasama dengan Proyek Peningkatan Penelitian Pendidikan Tinggi, Direktorat Pembinaan Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat, Ditjen Dikti Depdiknas dengan surat perjanjian kerja Nomor : 19/SPPP/PP/DP3M/IV//2005 Tanggal 11 April 2005, dengan judul *Analisis Radiasi Matahari dalam Kaitannya dengan Polusi Udara (Studi Kasus di Padang Sumatera Barat)*

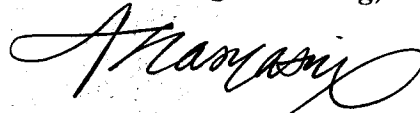
Kami menyambut gembira usaha yang dilakukan peneliti untuk menjawab berbagai permasalahan pembangunan, khususnya yang berkaitan dengan permasalahan penelitian tersebut di atas. Dengan selesainya penelitian ini, Lembaga Penelitian Universitas Negeri Padang telah dapat memberikan informasi yang dapat dipakai sebagai bagian upaya penting dalam peningkatan mutu pendidikan pada umumnya. Di samping itu, hasil penelitian ini juga diharapkan memberikan masukan bagi instansi terkait dalam rangka penyusunan kebijakan pembangunan.

Hasil penelitian ini telah ditelaah oleh tim pembahas usul dan laporan penelitian, kemudian untuk tujuan diseminasi, hasil penelitian ini telah diseminarkan ditingkat nasional. Mudah-mudahan penelitian ini bermanfaat bagi pengembangan ilmu pada umumnya, dan peningkatan mutu staf akademik Universitas Negeri Padang.

Pada kesempatan ini, kami ingin mengucapkan terima kasih kepada berbagai pihak yang membantu pelaksanaan penelitian ini. Secara khusus, kami menyampaikan terima kasih kepada Pimpinan Proyek Peningkatan Penelitian Pendidikan Tinggi, Direktorat Pembinaan Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat, Ditjen Dikti Depdiknas yang telah memberikan dana untuk pelaksanaan penelitian ini. Kami yakin tanpa dedikasi dan kerjasama yang terjalin selama ini, penelitian ini tidak akan dapat diselesaikan sebagaimana yang diharapkan dan semoga kerjasama yang baik ini akan menjadi lebih baik lagi di masa yang akan datang.

Terima kasih.

Padang, Oktober 2005
Ketua Lembaga Penelitian
Universitas Negeri Padang,



Prof. Dr.H. Anas Yasin, M.A.
NIP. 130365634

DAFTAR ISI

LEMBAR IDENTITAS DAN PENGESAHAN	ii
RINGKASAN DAN SUMMARY	iii
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR LAMPIRAN	x
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Lapisan-lapisan Atmosfir	4
a. Troposfer	4
b. Stratosfer	5
c. Mesosfer	6
d. Termosfer	6
e. Ekso'sfer	6
2.2 Spektrum Radiasi Matahari	7
2.3 Hukum-Hukum Radiasi Matahari	8
a. Hukum Stefan-Boltzman	8
b. Hukum Pergeseran Wien	9
c. Hukum Plank	9
d. Hukum Lambert	10
2.4 Konstanta Matahari	11
2.5 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Penerimaan radiasi Matahari	13
2.5.1 Parameter Astronomi	13
a. Jarak Matahari dan Bumi	14
b. Sudut Deklinasi Matahari	16
c. Persamaan Waktu	17
d. Posisi Matahari	18
e. Ketinggian Matahari	19
f. Pengaruh Lintang	20
2.5.2 Parameter Meteorologi	20
a. Kelembaban Udara	20
b. Suhu	21
c. Pengaruh Awan	21
d. Angin	22
e. Tekanan Udara	22
2.5.3 Pencemaran Udara	23
2.6 Pembagian Radiasi Matahari	25
a. Radiasi Matahari Langsung	26
b. Radiasi Baur	26

c. Radiasi Global	27
2.7 Attenuasi Radiasi Matahari	28
2.8 Absorpsi Dalam Spektrum Infra Merah	29
a. Transmittansi dari molekul yang terabsorpsi	29
b. Transmittansi dari Ozon	30
c. Transmittansi dari Penyerapan Molekul Gas	30
d. Transmittansi dari Aerosol	31
BAB III METODA PENELITIAN	
3.1 Alat dan Cara Pengukuran Radiasi Matahari	33
3.2 Pengolahan Data	34
3.3 Tempat Penelitian	35
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	35
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	41
5.1 Kesimpulan	41
5.2 Saran	42
DAFTAR PUSTAKA	43
LAMPIRAN	
Lampiran 1	
Lampiran 2	

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Percobaan-Percobaan Menghitung Konstanta Matahari	11
Tabel 2. Konstanta Matahari dari Tahun 1969-1980	12
Tabel 3. Perubahan Jarak Matahari Bumi	14
Tabel 4. Albedo Jenis Awan Rata-Rata	22
Tabel 5. Bentuk Koloid Berdasarkan Fasa terdispersi dan Medium	24
Tabel 6. Sumber-Sumber aerosol atmosfer	24
Tabel 7. Variasi Parameter Kebersihan atmosfer	32

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1	Pembagian Lapisan Atmosfer Bumi	4
Gambar 2	Panjang Gelombang Radiasi Matahari	8
Gambar 3	Perbedaan Daya Hantar Matahari dan Benda Hitam pada K	10
Gambar 4	Peredaran Bumi Selama Mengelilingi Matahari	14
Gambar 5	Sudut Deklinasi matahari	16
Gambar 6	Sudut Azhimut, altitude dan sudut Zenith	19
Gambar 7	Distribusi radiasi matahari langsung, diffusi dan absorpsi	25
Gambar 8	Attenuasi radiasi matahari langsung pada atmosfer homoge	25
Gambar 9	Pyrheliometer	33
Gambar 10	Persentase pelemahan intensitas matahari untuk Juli sampai Desember 2003 pada panjang gelombang 0.28 – 0.53 mikrometer	35
Gambar 11	Persentase pelemahan intensitas matahari untuk bulan Januari – Agustus 2004 pada panjang gelombang 0.28– 0.53 mikrometer	36
Gambar 12	Persentase pelemahan intensitas matahari untuk bulan Juli – Desember 2003 pada panjang gelombang 0.53 – 0.63 mikrometer	26
Gambar 13	Persentase pelemahan intensitas matahari untuk bulan Januari – Agustus 2004 pada panjang gelombang 0.53 – 0.63 mikrometer	37
Gambar 14	Persentase pelemahan intensitas matahari bulan Juli – Desember 2003 pada panjang gelombang 0.63 – 0.695 mikrometer	37
Gambar 15	Persentase pelemahan intensitas matahari untuk bulan Januari – Agustus 2004 pada panjang gelombang 0.63 – 0.695 mikrometer	38
Gambar 16	Koefisien Angstrom pada bulan Juli Desember 2003 untuk semua panjang Gelombang	38
Gambar 17	Koefisien Angstrom pada bulan Januari – Agustus 2004 untuk semua panjang Gelombang	39

MILIK PERPUSTAKAAN
UNIV. NEGERI PADANG

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Daftar riwayat hidup	44
Lampiran 2	Contoh data base 2003-2004	45

BAB I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Pencemaran udara adalah menurunnya kualitas udara sehingga salah satu akibatnya akan mempengaruhi kesehatan manusia yang menghirupnya. Faktor-faktor penyebab meningkatnya pencemaran udara adalah semakin meningkatnya populasi penduduk di suatu tempat terutama di kota-kota besar, kegiatan transportasi, industri dan aktivitas penduduk, aktivitas alam dan lainnya. Sumber pencemaran udara bisa berasal dari sumber tidak bergerak, antara lain industri, pemukiman/rumah tangga dan pembakaran sampah. Sumber pencemaran udara dari sumber bergerak, adalah dari kegiatan transportasi.

Padang adalah pusat kota di Sumatera Barat merupakan urban area yang padat, baik dari segi jumlah penduduk, pembangunan dan perkembangan kegiatan industri, kepadatan lalu lintas dan sebagainya. Aktivitas manusia yang terdapat pada urban area menginjeksikan sejumlah polutan, baik berbentuk gas maupun partikel yang dihasilkan dari kegiatan industri dan asap-asap kendaraan bermotor yang menyebabkan terjadinya pencemaran udara. Pencemaran udara ini terjadi sampai ke atmosfer bumi yang secara tidak langsung mempengaruhi radiasi matahari yang sampai ke bumi.

Atmosfir yang melingkupi bumi terdiri atas beberapa lapisan. Setiap lapisan memiliki peran penting bagi kehidupan. Penelitian mengungkapkan bahwa lapisan-lapisan ini memiliki fungsi mengembalikan benda-benda atau sinar yang mereka terima ke ruang angkasa atau ke arah bawah, yakni ke bumi. Lapisan-lapisan atmosfer yang menyelimuti bumi ditinjau dari suhu, ketinggian dari permukaan bumi, dan komposisi gas yang terkandung didalamnya dapat dibagi menjadi lima bagian. Kelima lapisan udara tersebut adalah lapisan *troposfer*, *stratosfer*, *mesosfer*, *termosfer* dan *eksosfer*.

Dengan adanya lapisan-lapisan atmosfer ini perilaku atmosfer sukar digambarkan secara lengkap. Namun demikian, kejadian di atmosfer dapat dipelajari melalui perilaku data pengamatan parameter atmosfer, seperti parameter astronomi dan parameter meteorologi. Parameter astronomi meliputi jarak bumi-matahari, sudut deklinasi matahari, persamaan waktu, dan posisi matahari (sudut zenit dan sudut azimuth). Sedangkan parameter meteorologi meliputi suhu, awan, kelembaban, tekanan udara dan angin.

Matahari adalah sumber energi terbesar yang diterima oleh bumi, karena lebih dari 99,9% energi yang ada dipermukaan bumi diperoleh dari matahari. Matahari yang berdiameter $1,42 \times 10^6$ Km, memiliki suhu permukaan 6000^0K . Setiap cm^2 dari permukaan matahari memancarkan 6,2 KWatt. Energi matahari diradiasikan ke segala arah, sebagian besar energinya hilang atau mengalami pelemahan karena adanya penyerapan dan hamburan berbagai substansi di ruang angkasa seperti: hamburan Reyleigh oleh molekul udara; penyerapan oleh lapisan ozon; hamburan dan penyerapan akibat keberadaan aerosol, hamburan dan penyerapan oleh campuran gas (molekul udara kering dan uap air).

Terjadinya pelemahan radiasi matahari diatas kondisi normal merupakan salah satu indikator terjadinya pencemaran udara. Salah satu contoh adalah kenaikan konsentrasi aerosol diantaranya akan menyebabkan kekeruhan atmosfer, efek penghamburan dan absorpsi dilapisan atas atmosfer, menyokong terbentuknya inti kondensasi yang penting untuk proses pembentukan awan., penyebab kenaikan albedo sebagai polutan yang potensial untuk mempengaruhi hujan asam, menimbulkan penyakit saluran pernafasan dan lainnya (McCormick at all, 1995), dengan kenaikan koefisien kekeruhan 0,028 menyebabkan penurunan temperature permukaan secara global $0,41^{\circ}$ (Ohta at all,1997).

Penelitian yang telah dilakukan diantaranya properti optik aerosol di Cina (Jin Xu, at all, 2002), parameter turbiditas dan radiasi matahari di Athena (C.P. Jacovides, at all, 1996), Turbiditas atmosfer di Bangladesh (M Hussain, at all, 2000), variabilitas kekeruhan atmosfer di Athena (Harry D. Kambezideis at all, 2000), karakteristik atmosferik aerosol menggunakan sun photometer di Buenos Aires (P.Ristori at all, 2001), ketebalan optik NO_2 , O_3 dan aerosol menggunakan multi-filter shadowband radiometer (Lorenzo Williamson at all, 2000), karakteristik ketebalan optic aerosol di Bandung (Tuti Budiwati dkk, 2001), telaah variasi turbiditas aerosol di Padang dan Bukit Koto Tabang Sumatera Barat (Festiyed dkk, 2003). Penelitian bagaimana pengaruh pelemahan radiasi terhadap polusi untuk kota Padang merupakan hal yang baru.

1.2 RUMUSAN MASALAH

Dari latar belakang diatas dapat dirumuskan apakah pelemahan radiasi matahari di Kota Padang telah melewati kriteria yang dapat menyebabkan polusi udara?

1.3 TUJUAN PENELITIAN

Menentukan persentase pengurangan radiasi matahari yang sampai ke permukaan bumi, kemudian ditentukan koefisien Angstromnya, besar koefisien Angstrom yang diperoleh adalah indikator penentu kekeruhan atmosfer di Kota Padang Sumatera Barat

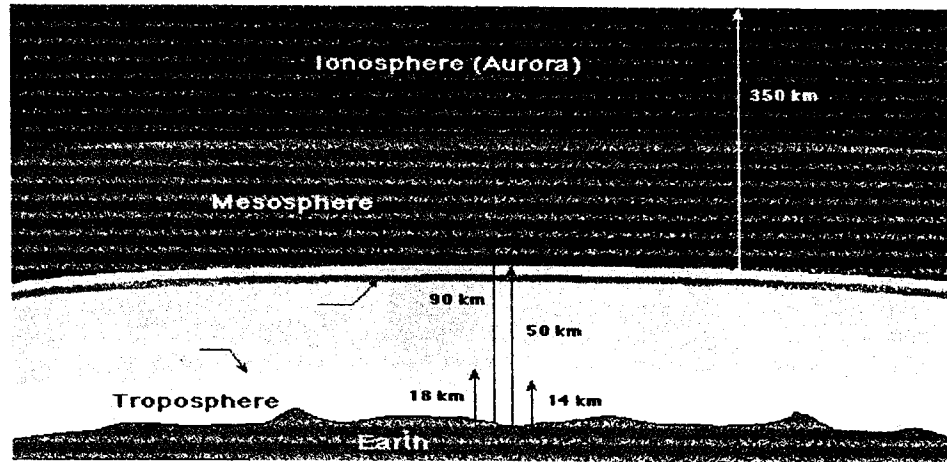
1.4 Manfaat Penelitian

- a. Sebagai preliminary penelitian dalam menentukan tingkat polusi udara yang mempengaruhi kesehatan dan perubahan iklim.
- b. Sebagai informasi bagi pemerintah daerah, mengenai tingkat polusi udara di kota Padang.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Lapisan-Lapisan Atmosfer

Lapisan-lapisan atmosfer yang menyelimuti bumi ditinjau dari suhu, ketinggian dari permukaan bumi, dan komposisi gas yang terkandung didalamnya dapat dibagi menjadi lima bagian. Kelima lapisan udara tersebut adalah lapisan *troposfer*, *stratosfer*, *mesosfer*, *termosfer* dan *eksosfer*.



Gambar 1
Pembagian Lapisan Atmosfer Bumi

a. Troposfer

Troposfer adalah lapisan paling bawah dari atmosfer. Ketinggiannya mulai dari permukaan bumi sampai 15 km di atas permukaan bumi. Pada lapisan ini terjadi pencampuran udara yang disebabkan oleh gerak vertikal dari udara. Temperatur udara rata-rata pada permukaan bumi sekitar 20°C , makin ke atas temperatur udara akan makin berkurang, dan pada ketinggian 10 km temperatur dapat mencapai -50°C . Rata-rata penurunan temperatur adalah $6,4^{\circ}\text{C}$ tiap kenaikan 1000 m. Di atas troposfer terdapat lapisan pemisah dengan lapisan berikutnya yang disebut

tropopause dengan ketinggian yang berbeda. Pada daerah khatulistiwa ketinggian tropopause mencapai 18 km sedangkan pada daerah kutub ketinggiannya hanya 6 km.

Pada lapisan troposfer ini terdapat awan. Berdasarkan bentuk dan ketinggiannya, awan dapat diklasifikasikan menjadi beberapa macam, yaitu:

- Awan tinggi (di atas 6000 m) yang terdiri atas awan cirrus, awan cirrocumulus, dan awan cirrostratus.
- Awan sedang (antara 2000-6000 m) yang terdiri dari awan altocumulus dan altostratus.
- Awan rendah (0-2000 m) yang terdiri dari awan stratocumulus dan awan stratus.
- Awan vertikal (batas bawah 500-2000 m dan puncaknya sampai 10.000 m) yang terdiri dari awan nimbostratus, awan cumulus, dan awan cumulonimbus.

Penamaan awan bergantung pada bentuk dan susunan awan tersebut. Awan yang tinggi berbentuk garis-garis atau serat dinamakan awan *cirrus*. Awan yang bergumpal dengan ukuran besar sampai kecil dinamakan awan *cumulus*. Awan berbentuk tabir dan berlapis-lapis menutupi cakrawala yang luas dinamakan awan *stratus*.

b. Stratosfer

Stratosfer memiliki ketinggian 10 km sampai 50 km. Temperatur udara akan naik dengan bertambahnya ketinggian, kenaikan dalam skala minus di bawah 0 °C. Pada lapisan ini terdapat lapisan ozon (O₃) yang berfungsi sebagai pelindung bumi dari gelombang pendek yang dipancarkan matahari. Di atas lapisan ini terdapat lapisan pembatas dengan lapisan berikutnya yang disebut stratopause pada ketinggian 50 km.

c. Mesosfer

Lapisan mesosfer berada di atas lapisan stratopause. Pada peralihan kedua lapisan udara ini suhu udara mencapai 0°C . Lapisan ini berada pada ketinggian 50-80 km. Mulai dari bagian lapisan bawah kemudian naik sampai ketinggian 80 km, suhu udara mengalami penurunan hingga mencapai -80°C . Suhu paling rendah ini tercapai pada daerah perbatasan dengan lapisan udara di atasnya. Daerah perbatasan ini disebut lapisan mesopause. Lapisan ini merupakan lapisan yang mempunyai suhu terendah dari semua lapisan atmosfer karena pada lapisan ini tidak ada gas yang dapat menahan radiasi cahaya matahari.

d. Termosfer

Lapisan ini disebut juga lapisan panas karena pada lapisan ini temperatur beralih dari -80°C sampai 400°C pada ketinggian yang lebih tinggi. Ketinggiannya berkisar antara 80 km sampai 400 km yang dapat membakar benda-benda langit yang jatuh ke bumi. Pada ketinggian 100-175 km terdapat sebuah lapisan yang mempunyai daya ionisasi yang sangat besar, disebut *lapisan ionosfer* atau lapisan *Kennelly-Heaviside*. Lapisan ionosfer ini berfungsi sebagai bidang pemantul gelombang-gelombang radio yang datang dari permukaan bumi, sehingga gelombang-gelombang radio itu dapat diterima kembali di bumi. Lapisan pembatasnya dengan lapisan berikutnya adalah termopause pada ketinggian 400 km.

e. Eksosfer

Eksosfer adalah lapisan tertinggi dari atmosfer. Ketinggian eksosfer mulai dari 400 km sampai 1200 km. Tekanan udara pada lapisan ini mencapai 0 cmHg. Molekul-molekul gas utama penyusun lapisan ini adalah hidrogen. Gas-gas yang menempati lapisan terluar dari eksosfer dapat melayang-layang meninggalkan

atmosfer menuju angkasa luar. Pengaruh gravitasi hampir tidak terasa di sini, unsur-unsur gas dalam udara sangat kecil.

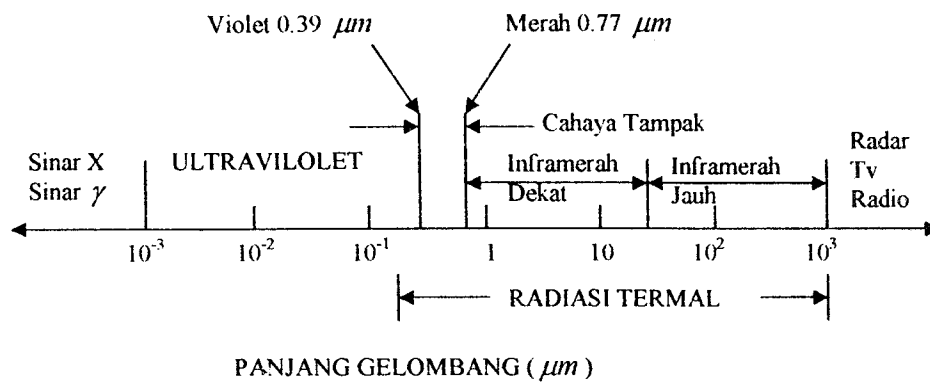
2.2. Spektrum Radiasi Matahari

Sebagai bintang yang paling dekat dari planet Bumi, yaitu hanya berjarak 8 menit cahaya, sangatlah alami jika hanya pancaran energi matahari yang mempengaruhi dinamika atmosfer dan kehidupan di Bumi. Angin yang berhembus dari matahari dapat menembus ruang antar planet sehingga menyebabkan fluktuasi kelimpahan dan komposisi kimia planet-planet dalam keluarga matahari. Energi yang datang ke Bumi sebagian besar merupakan pancaran radiasi matahari. Energi ini kemudian ditransformasikan menjadi bermacam-macam bentuk energi, misalkan pemanasan permukaan Bumi, gerak dan pemanasan atmosfer, gelombang lautan, fotosintesa tanaman dan reaksi fotokimia lainnya.

Energi radiasi yang dipancarkan dari matahari merupakan hasil dari reaksi fusi yang terjadi didalam inti. Dimana dalam reaksi fusi tersebut setiap detik 6×10^{11} kg Hidrogen (H_2) dikonversi menjadi Helium (He), dengan energi 4×10^{20} joule. Hal ini dapat dijelaskan dalam teori Einstein yaitu $E=mc^2$. Energi tersebut terutama diemisikan (dipancarkan) sebagai radiasi elektromagnetik dalam daerah ultraviolet sampai inframerah dan daerah spektrum radio (2-3 μm). Massa total dari matahari sekitar 2×10^{30} kg dan diperkirakan dapat menghasilkan radiasi secara terus menerus sampai 10 milyar tahun lagi.

Transfer energi melalui radiasi sangatlah penting, karena ini merupakan proses dimana sistem bumi menerima energi dari matahari dan kemudian mengembalikan energi tersebut ke ruang angkasa. Jumlah radiasi yang dipancarkan atau yang diserap oleh suatu benda bervariasi dari satu panjang gelombang ke panjang gelombang lain. Berdasarkan panjang gelombangnya maka spektrum radiasi matahari dikelompokkan menjadi tujuh

yaitu cahaya tampak, sinar ultraviolet dan sinar inframerah, seperti yang ditunjukkan pada gambar berikut



Gambar 2
Panjang Gelombang Radiasi Matahari

Spektrum energi yang diterima Bumi sangatlah lebar, meskipun sebagian besar berada dalam rentang panjang gelombang tampak (400-700 nm). Kontribusi pancaran energi juga berasal dari riak panjang gelombang inframerah (lebih besar dari 700 nm) dan ultra violet (kurang dari 400 nm).

2.3. Hukum-Hukum Radiasi Matahari

Matahari dapat dianggap mendekati sebagai benda hitam (black body) yaitu benda penyerap sempurna dan pemancar sempurna. Ada beberapa hukum yang menyatakan bahwa matahari dianggap merupakan benda hitam (black body). Hukum-hukum tersebut adalah hukum Stefan-Boltzman, hukum pergeseran Wien, dan hukum Planck.

a. Hukum Stefan-Boltzman

Menurut hukum Stefan-Boltzman fluks radiasi yang dipancarkan benda hitam berbanding lurus dengan pangkat empat dari suhu mutlaknya. Secara matematis hukum itu dapat ditulis dengan

$$E = \sigma T^4 \quad (1)$$

E adalah energi radiasi yang dipancarkan tiap satuan waktu tiap satuan luas benda hitam. T adalah suhu benda hitam yang dinyatakan dalam K. σ adalah tetapan Stefan-Boltzman yaitu $8,14 \times 10^{-11}$ ly menit⁻¹ K⁻⁴ (1 ly = 1 langely = 1 kalori / cm²). Tiap menit matahari meradiasikan energi sebesar 56×10^{26} kalori, sedangkan luas permukaan matahari adalah $6,093 \times 10^{22}$ cm², jadi fluks radiasi adalah 56×10^{26} kalori menit⁻¹ / $6,093 \times 10^{22}$ cm². Dari harga ini diperoleh suhu efektif yaitu 5800 K.

b. Hukum Pergeseran Wien

Menurut hukum pergeseran Wien, panjang gelombang dari pemancaran benda hitam dengan intensitas maksimum, (λ_{maks}) berbanding terbalik dengan suhu mutlak benda yang memancarkannya.

$$\lambda_{maks} = \frac{C}{T} \quad (2)$$

C adalah tetapan Wien yang harganya 2897 μ K. T dinyatakan dengan K. Jika digunakan suhu matahari, maka panjang gelombang intensitas maksimumnya adalah 0,483 (λ_{maks}) μ K.

c. Hukum Planck

Kedua hukum Stefan-Boltzman dan Wien disimpulkan lebih umum oleh Planck, yang memberikan jumlah energi pancaran yang dikeluarkan pada setiap panjang gelombang oleh benda hitam pada suhu rendah atau suhu tinggi. Hukum pergeseran Wien hanya cocok untuk gelombang pendek, sedangkan hukum Stefan-Boltzman hanya cocok untuk gelombang panjang. Kemudian Planck memperkenalkan teori kuantum yang menyatakan bahwa pancaran gelombang elektromagnetik berperilaku seolah-olah seperti partikel dan bukan gelombang. Rumus akhir yang didapatkan oleh Planck adalah

$$e_{b\lambda} = \frac{C_1}{[\exp(C_2 / \lambda T) - 1]} \quad (3)$$

Dimana $e_{b\lambda}$ = Spektrum energi radiasi benda hitam pada sembarang panjang gelombang dan temperatur

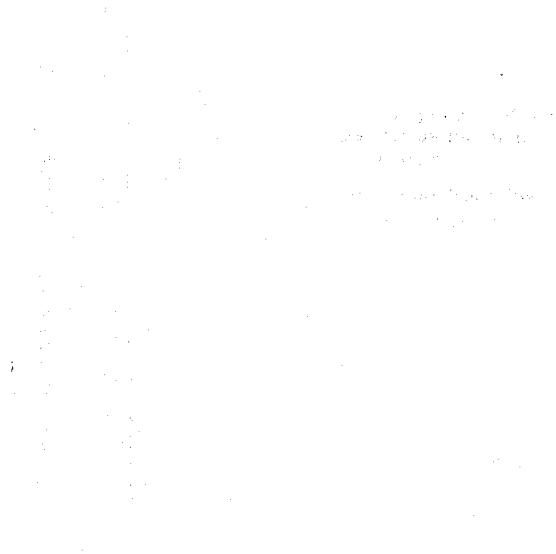
$$\lambda = \text{Panjang gelombang}$$

$$T = \text{Temperatur benda hitam (K)}$$

$$C_1 = 3,7424 \times 10^8 \text{ W } \mu\text{m}^4 \text{ m}^{-2}$$

$$C_2 = 1,4388 \times 10^8 \mu\text{m K}$$

Fungsi Planck ini hamper mendekati data pengamatan. Perbedaan spektrum daya pancar matahari dengan spektrum benda hitam pada suhu 6000 K dapat dilihat pada gambar berikut



Gambar 3.
Perbedaan Daya Pancar Matahari Dan Daya Pancar Benda Hitam Pada Suhu 6000 K.

Dari gambar 3 jelas terlihat bahwa intensitas radiasi matahari mendekati nol saat panjang gelombangnya minimum, dan terus naik hingga mencapai intensitas maksimum, selanjutnya intensitasnya menurun dengan bertambahnya panjang gelombang. Disamping itu terlihat pula kurva spektrum daya pancar matahari mendekati kurva daya pancar benda hitam pada suhu 6000⁰ K.

d. Hukum Lambert

Jika radiasi matahari menembus atmosfer, maka radiasi matahari tersebut akan mengalami transmisi, pemantulan dan absorpsi. Penyerapan dapat terjadi karena adanya

partikel-partikel dalam atmosfer. Banyaknya radiasi matahari yang diserap oleh atmosfer diungkapkan dalam hukum Lambert adalah:

$$I = I_0 e^{-Kz} \quad (4)$$

dimana : I = Intensitas radiasi matahari yang sampai ke permukaan bumi (Wm^{-2})
 I_0 = Intensitas radiasi matahari yang diserap (Wm^{-2})
 K = Koefisien absorpsi
 z = Jarak yang ditempuh radiasi matahari

Semakin banyak radiasi matahari yang diserap, maka radiasi matahari yang sampai ke permukaan bumi akan menjadi semakin kecil.

2.4 Konstanta Matahari

Konstanta matahari adalah energi total radiasi matahari pada semua panjang gelombang yang terjadi pada satuan luas yang arah perjalanannya tegak lurus terhadap matahari pada jarak satu astronomical unit. Nilai konstanta matahari dari pengukuran ketinggian tempat bervariasi antara 1338 sampai 1368 Wm^{-2} . Menurut NASA nilai konstanta matahari berdasarkan rata-rata dari beberapa data yang terdapat pada tabel 1.

Tabel 1. Percobaan-percobaan menghitung konstanta matahari

No	Sumber	Sumber	Metoda	Nilai Konstanta Matahari		
				$mWcm^{-2}$	Kesalahan $\pm mWcm^{-2}$	$Cal\ cm^{-2}\ min^{-1}$
1	Murcray	Univ. Of Denver	Baloon	133.8	0.6	1.919
2	McNutt & Riley	GSFC	Eppley NIP	134.3	2.6	1.926
3	Duncan & Webb	GSFC	NASA 711 Å6618	134.9	4.0	1.935
4	McNutt & Riley	GSFC	NASA 711 Å6618	135.2	2.2	1.939
5	Plamondon	JPL	NASA 711 Å6618	135.3	2.0	1.940
6	Kondratyev et al	Univ. Of Leningrad	Marinir - Cone	135.3	1.4	1.940
7	Kruger	GSFC	Balloon Actinom	135.8	2.4	.947
8	Laue & Drumond	JPL - Eppley	NASA 711-cone	136.0	1.3	1.950
9	Willson	JPL	X-15, NASA 711, B-57B Ballon, Cavity	136.8	0.7	1.962

(Iqbal, M, 1983:52)

Dari nilai konstanta matahari yang terdapat pada table 1, dikonversi satuannya kedalam Wm^{-2} , maka didapatkan nilai konstanta matahari adalah : $I_{sc} = 1353 Wm^{-2}$ dalam SI (Standard International) I_{sc} sama dengan $4871 kJ m^{-2} h^{-1}$ dengan nilai deviasi sekitar $\pm 21 Wm^{-2}$ atau 1.5 % (Iqbal,M,1983:51). Nilai ini didapatkan dengan menggunakan Pyrheliometer Skala Internasional (International Pyrheliometer Scale, 1956). Selain itu, Dr Fröhlich menyatakan nilai konstanta matahari berdasarkan rata-rata yang terdapat pada tabel 2.

Tabel 2. Konstanta Matahari dari Tahun 1969-1980

No	Bulan	Th	Platform	Instrumen	Konstanta Matahari (Wm^{-2})
1.	Agustus	1969	Balon	ACR III	1369
2.	Juni	1976	Roket	ACR 402 A	1369
3.	November	1978	Roket	ACR 402 A	1365
4.	Juni	1979	Balon	PMO 6-9	1366
5.	Mei	1980	Roket	ACR 402 A	1365
6.	Juni	1980	Balon	PMO 6-9	1367
7.	Februari / Juli	1980	Satelit	ACRIM A	1367
Rata-rata					1367
Standar deviasi					1.6

(Iqbal,M,1983:53)

Dari tabel 2 didapatkan nilai konstanta matahari adalah : $I_{sc} = 1367 Wm^{-2}$

Nilai tersebut didapatkan berdasarkan hasil pengukuran dari beberapa pyrheliometer dari berbagai tipe yang tergabung dalam kelompok alat standar dunia (World Standard Group). Dalam SI (Standard International) I_{sc} sama dengan $4921 kJ m^{-2} h^{-1}$ dengan nilai deviasi sekitar $\pm 1.6 Wm^{-2}$ (Iqbal,M,1983:51).

Besar radiasi matahari yang diterima permukaan atmosfer setiap waktu dapat ditentukan dengan persamaan (Iqbal,M,1983:51) :

$$I_{on} = I_{sc} \left(\frac{r_0}{r} \right)^2 = I_{sc} E_0 \quad (5)$$

dimana : I_{on} = Intensitas radiasi matahari pada permukaan horizontal (Wm^{-2})
 I_{sc} = Kostanta matahari
 E_0 = Faktor koreksi eksentrisitas orbit bumi

Besar variasi diurnal penerimaan radiasi matahari di permukaan atmosfer terluar dinyatakan dalam persamaan :

$$I_o = I_{on} \cos \theta_z \quad (6)$$

I_o menyatakan besar radiasi yang diterima permukaan atmosfer terluar dan sudut θ_z menyatakan posisi zenith pada waktu tertentu. Dari persamaan (2) dapat diketahui bahwa sudut datang matahari akan menentukan besarnya intensitas yang diterima dipermukaan.

2.5. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Penerimaan Radiasi Matahari

Bervariasinya penerimaan radiasi matahari di permukaan bumi, dipengaruhi oleh dua parameter-parameter. Parameter-parameter tersebut terdiri dari parameter astronomi dan parameter meteorologi. Parameter astronomi terdiri dari jarak matahari-bumi, sudut deklinasi matahari, persamaan waktu dan posisi matahari (sudut zenith dan sudut azimuth). Parameter meteorologi terdiri dari suhu, awan, kelembaban, tekanan udara dan angin.

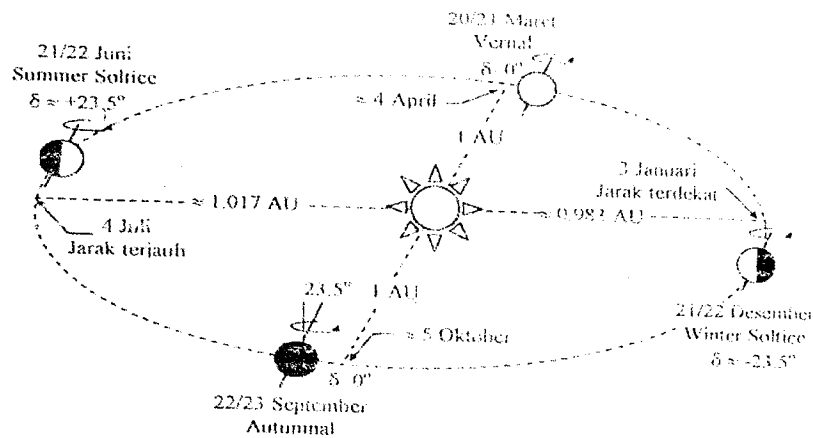
2.5.1. Parameter Astronomi

Gerak rotasi dan revolusi bumi yang dilakukan secara bersamaan, menyebabkan penerimaan radiasi matahari disuatu daerah berbeda-beda. Hal ini berhubungan dengan beberapa parameter astronomi yang mempengaruhinya yaitu, jarak matahari dan bumi, sudut deklinasi matahari (δ), persamaan waktu (E_t), dan posisi matahari (sudut zenit dan sudut azimuth), ketinggian matahari, posisi matahari dan pengaruh lintang.

a. Jarak Matahari dan Bumi

Bumi berevolusi mengelilingi matahari pada jarak rata-rata $149,6 \times 10^6$ km (93 juta mil). Dalam ilmu astronomi satuan jarak dinyatakan dalam bentuk astronomical unit yaitu $1 \text{ AU} = 1,496 \times 10^8$ km.

Jarak matahari-bumi yang terdekat disebut perihelion, terjadi pada tanggal 4 Januari dengan jarak 0,983 AU, dan jarak matahari-bumi yang terjauh disebut aphelion terjadi pada tanggal 4 Juli dengan jarak 1,017 AU. Jarak rata-rata terjadi pada tanggal 5 Oktober dengan jarak 1 AU. Perubahan posisi bumi selama mengelilingi matahari dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4.
Peredaran Bumi Selama Mengelilingi Matahari

Karena lintasan revolusi berbentuk elips, maka jarak matahari-bumi berubah-ubah, perubahan ini dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 3. Perubahan jarak matahari bumi

Musim	Jarak matahari-bumi
1 Januari (musim dingin)	147.001.000 km
1 April (musim semi)	149.501.000 km
1 Juli (musim panas)	152.003.000 km
1 Oktober (musim gugur)	149.501.000 km

(Tjasyono, Bayong, 1983:55)

Pada tabel diatas terlihat bahwa perubahan jarak matahari-bumi dalam satu tahun adalah sekitar 5 juta km, sedangkan fluktuasi tahunan dari radiasi matahari yang diterima permukaan bumi akibat perubahan jarak matahari-bumi adalah sekitar 3.5 % dari harga rata-rata tahunannya (Tjasyono,Bayong,1999:55). Pada saat perihelion intensitas radiasi matahari yang diterima bumi lebih besar dibandingkan aphelion.

Orbit bumi berbentuk elips dengan eksentrisitas sangat kecil, ini berarti orbit bumi hampir berbentuk lingkaran. (Tjasyono,Bayong,1999:55). Menurut Spenser dalam Iqbal (1983:3) mengembangkan suatu persamaan yang disebut faktor eksentrisitas orbit bumi. Hal ini dilakukan berubah-ubahnya jarak matahari bumi. Faktor koreksi eksentrisitas orbit bumi dinyatakan dalam persamaan:

$$E_0 = \left(\frac{r_0}{r} \right)^2 = 1,000110 + 0,034221 \cos \Gamma + 0,001280 \sin \Gamma + 0,000719 \cos 2\Gamma + 0,000077 \sin 2\Gamma \quad (7)$$

dimana: E_0 = Faktor koreksi eksentrisitas orbit bumi (radian)
 r_0 = jarak sebenarnya
 r = jarak rata-rata
 Γ = sudut hari (day angle) (radian)

Sudut hari (Γ) selalu berubah dengan pergantian hari, dengan persamaan yaitu:

$$\Gamma = 2\pi \frac{(d_n - 1)}{365} \quad (8)$$

dimana d_n adalah nomor hari dalam setahun yang berkisar antara 1 sampai 365 hari (Julian date). Faktor koreksi eksentrisitas orbit bumi menurut Duffie dan Beckman (Iqbal,M,1983:3) dibuat dalam bentuk yang lebih sederhana yaitu:

$$E_0 = 1 + 0,33 \cos \left(\frac{2\pi d_n}{365} \right) \quad (9)$$

Misalkan kita ingin menghitung jarak bumi dengan matahari pada tanggal 16

Oktober. Maka solusinya adalah:

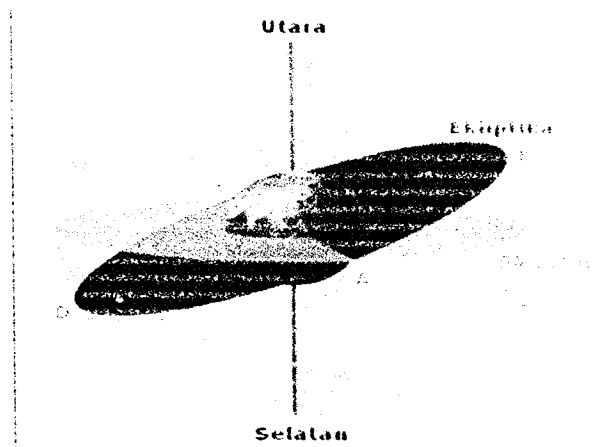
Pada tanggal 16 Oktober urutan hari ($d_n = 289$)
sudut harian $\Gamma = 2\pi (288) / 365 = 4,958 \text{ rad}$, atau $\Gamma = 284,19^\circ$.

Dari persamaan (2)

$$\begin{aligned} E_0 &= (r_0/r)^2 = 1 + 0.033 \cos [(2\pi d_n / 365)] \\ &= 1 + 0.033 \cos [(2\pi \cdot 289 / 365)] \\ &= 1,0091 \\ r &= 0.98202 \text{ AU} \end{aligned}$$

b. Sudut Deklinasi Matahari (δ)

Bidang dari revolusi bumi terhadap matahari disebut dengan *bidang ekliptika*. Sumbu rotasi bumi tidaklah tegak lurus pada bidang ekliptika melainkan terjadi inklinasi sekitar 23.5° terhadap bidang ekliptika. Rotasi bumi ini menyebabkan perubahan terhadap radiasi yang diterima bumi setiap saat tetap. Sedangkan sudut antara garis yang menghubungkan pusat matahari dan bumi dengan bidang equator selalu berubah setiap saat. Sudut ini disebut dengan *deklinasi matahari* δ . Deklinasi matahari δ berharga nol pada musim semi dan musim gugur. Sedangkan berharga $+23.5^\circ$ pada musim panas dan berharga -23.5° pada musim dingin, seperti terlihat pada gambar 3,



Gambar 5
Sudut Deklinasi Matahari

Dalam satu hari (24 jam) perubahan deklinasi maksimum lebih kurang 0.5° . Untuk memperoleh nilai deklinasi matahari dengan akurat dijelaskan oleh Spenser (M.Iqbal, 1983) melalui persamaan

$$\delta = (0.006918 - 0.399912 \cos \Gamma + 0.070257 \sin \Gamma - 0.006758 \cos \Gamma + 0.000907 \sin 2\Gamma - 0.002697 \cos 3\Gamma + 0.00148 \sin 3\Gamma)(180/\pi) \quad (10)$$

Misalkan kita ingin mencari deklinasi matahari pada tanggal 16 Oktober, maka

$$\begin{aligned} \delta &= [0.006918 - 0.399912 \cos 284,19^{\circ} + 0.070257 \sin 284,19^{\circ} \\ &\quad - 0.006758 \cos 284,19^{\circ} + 0.000907 \sin 2(284,19^{\circ}) \\ &\quad - 0.002697 \cos 3(284,19^{\circ}) + 0.00148 \sin 3(284,19^{\circ})] (180/\pi) \\ &= -8,67^{\circ} \end{aligned}$$

c. Persamaan Waktu (E_t)

Waktu matahari (solar time) dihitung berdasarkan rotasi bumi pada sumbunya dan revolusi bumi mengelilingi matahari. Satu hari matahari (*solar day*) adalah interval waktu dari matahari terbit sampai mencapai satu putaran penuh berdasarkan pengamatan dari bumi, nilainya tidak selalu 24 jam. Secara sederhana hal ini bisa dijelaskan misalnya seorang pengamat yang berada di ekuator meyetel jamnya saat matahari tepat tegak lurus pada jam 12.00. Namun setelah satu bulan kemudian pada jam yang sama matahari tidak lagi tepat tegak lurus. Pergeseran waktu ini bisa mencapai 16 menit. Pergeseran ini disebut dengan persamaan waktu E_t .

Menurut Spenser (M.Iqbal, 1983) persamaan waktu E_t (dalam menit) adalah

$$E_t = (0.000075 + 0.001868 \cos \Gamma - 0.032077 \sin \Gamma - 0.014615 \cos 2\Gamma - 0.04089 \sin \Gamma) (229.18) \quad (11)$$

Dalam persamaan diatas, tanda kurung pertama mempunyai satuan dalam radian, dan pengali 229,18 adalah pengkonversi kedalam satuan menit. Kesalahan maksimum dalam radian adalah 0,0025 rad dan dalam waktu 35 sec.

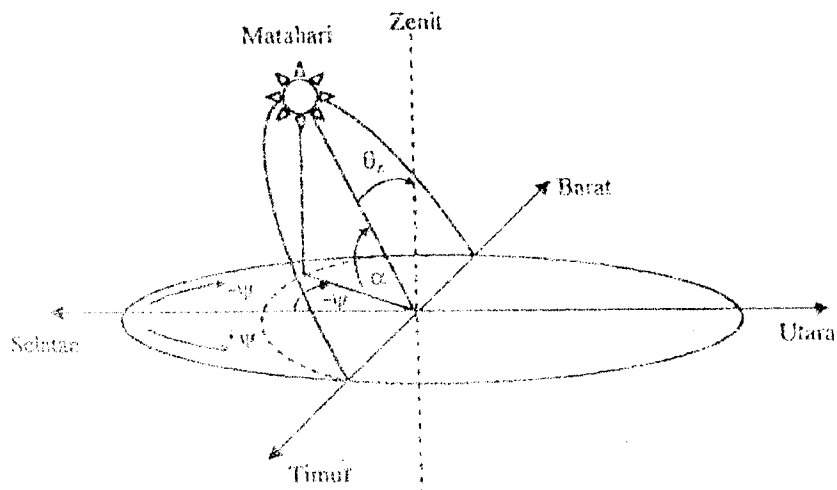
Data radiasi matahari sering dicatat pada Local Apparent Time (LAT) atau waktu nyata matahari (*True Solar Time*). Data meteorologi seperti temperatur udara dan kecepatan angin dicatat dalam waktu standar lokal (*Local Standard Time*). Dalam banyak kajian energi matahari biasanya diperlukan data radiasi matahari, temperatur udara dan kecepatan angin dalam waktu yang sama, oleh karena itu persamaan yang menyatakan hubungan ini sangat diperlukan. Jika bujur lokal berada disebelah timur bujur standar maka koreksi bujur berharga positif, sebaliknya jika bujur lokal berada di sebelah barat bujur standar maka koreksi bujur berharga negatif.

d. Posisi Matahari

Posisi matahari dilengkung langit dinyatakan dalam besaran sudut zenit matahari (solar zenith angle) atau elevasi matahari (solar elevation) dan azimuth matahari (solar azimuth). Sudut zenit matahari adalah sudut antara zenit lokal (local zenith) dengan garis yang menghubungkan pengamat dan matahari yang besarnya antara 0° sampai 90° .

Elevasi matahari (α) adalah tinggi matahari (angular height) diatas bidang horizon pengamat. Elevasi matahari kadang disebut juga dengan tinggi matahari (solar altitude). Elevasi bernilai antara 0° sampai 90° . Tinggi matahari adalah pelengkap dari sudut zenit matahari (θ_z).

Azimuth matahari adalah sudut pada zenit lokal antara bidang meridian dengan bidang lingkaran besar yang melewati zenit matahari. Azimuth didefinisikan positif jika matahari berada disebelah timur dan negatif jika berada disebelah barat, sedangkan jika matahari tepat berada digaris utara atau selatan maka azimuth sama dengan nol. Harga azimuth matahari bernilai antara 0° sampai 180° .



Gambar 6.
Sudut zenit, altitude, dan sudut azimuth

Besaran lain yang digunakan dalam hubungannya dengan posisi matahari adalah sudut jam (hour angle). Sudut jam dihitung dari tengah hari, besarnya berubah 15 derajat tiap satu jam. Hubungan antara sudut zenit, altitude dan sudut azimuth dan sudut jam (hour angle) :

$$\cos \theta_z = \sin \delta \sin \varphi + \cos \delta \cos \omega \quad (12)$$

dimana: θ_z = sudut zenit matahari ($^{\circ}$)
 δ = sudut deklinasi matahari ($^{\circ}$)
 φ = letak lintang ($^{\circ}$)
 ω = sudut jam (hour angle) (24 jam = 360°)

e. Ketinggian Matahari

Ketinggian matahari, yaitu sudut antara sinar matahari dan permukaan bumi. Makin besar ketinggian matahari makin besar energi tiap satu satuan waktu yang diterima persatuan luas permukaan bumi. Ketinggian matahari ditentukan oleh lintang tempat, waktu hari dan musim. Ketinggian matahari pada umumnya berkurang dengan bertambahnya derajat lintang. Matahari lebih tinggi pada tengah hari dibandingkan pagi

dan sore hari. Pada musim panas ketinggian matahari lebih tinggi dibandingkan pada musim dingin.

f. Pengaruh Lintang

Permukaan bumi yang bulat menyebabkan sinar datang memiliki sudut dan kemiringan yang berbeda di setiap lintangnya. Sinar yang datang tegak lurus memiliki intensitas radiasi matahari lebih besar dibandingkan pada tempat lain yang memiliki lintang berbeda. Pada lintang yang lebih besar, sudut datang atau kemiringan sinar datang juga bernilai besar. Hal ini menyebabkan jarak tempuh radiasi bertambah panjang, sehingga terjadi penyerapan yang lebih besar oleh atmosfer yang dilalui oleh radiasi matahari.

2.5.2. Parameter Meteorologi

Parameter meteorologi adalah parameter fisis yang mempengaruhi keadaan cuaca suatu daerah. Parameter meteorologi mempunyai pengaruh terhadap radiasi matahari yang datang menuju bumi. Parameter ini terdiri dari kelembaban udara, suhu, awan, angin serta tekanan udara.

a. Kelembaban Udara

Secara umum kelembaban udara digunakan untuk menggambarkan jumlah uap air yang dikandung oleh udara. Makin tinggi kelembaban udara, berarti makin banyak kandungan partikel-partikel uap airnya. Partikel-partikel uap air ini mampu menyerap dan memantulkan radiasi matahari. Pengaruh uap air terhadap radiasi matahari hampir sama seperti pengaruh awan, namun jauh lebih kecil bila dibandingkan dengan pengaruh awan. Hal ini disebabkan karena ukuran partikel dan jumlahnya jauh lebih kecil bila dibandingkan dengan awan. Menurut Suryatna, R (1995:23) partikel uap air dapat menyerap 18 % dari radiasi matahari.

b. Suhu

Secara umum pancaran radiasi matahari dapat meningkatkan suhu pada daerah yang dikenainya. Perbedaan suhu dipermukaan bumi dapat dipengaruhi oleh ketinggian tempat, perbedaan garis lintang dan perbedaan penyerapan panas. Perbedaan penyerapan dalam hal ini adalah antara tanah dan air. Tanah lebih cepat menyerap panas dibandingkan air, dan lebih cepat dingin dibandingkan air.

c. Pengaruh Awan

Awan dapat mengubah intensitas radiasi matahari yang datang ke bumi. Awan mampu menyerap, memancarkan dan memantulkan radiasi matahari. Penyerapan ini tergantung dengan bertambahnya ketebalan awan, semakin tebal awan maka radiasi matahari yang datang ke bumi akan berkurang, seperti yang dikemukakan oleh Prewata, J.T (1995:33) tentang pemancaran sinar matahari seperti pada kutipan berikut:

Pemancaran sinar matahari hanya terjadi dari partikel yang mengaburkan tersebut lebih kecil dibandingkan dengan panjang gelombang radiasi, tetapi bila diameter partikel lebih besar dari panjang gelombang, maka radiasi matahari akan direfleksikan dan didifusikan.

Dari kutipan diatas dapat dijelaskan bahwa jika ukuran partikel-partikel yang terdapat pada awan mempunyai ukuran lebih kecil dibandingkan dengan panjang gelombang radiasi matahari, maka radiasi matahari tersebut akan dibaurkan, sebaliknya jika ukuran partikel-partikel di dalam awan lebih besar dari panjang gelombang radiasi, maka radiasi matahari akan dipantulkan. Perbandingan radiasi matahari yang dibaurkan dengan radiasi matahari yang datang disebut 'albedo'. Albedo awan (A_a) bergantung pada banyak faktor, terutama radiasi matahari yang datang, sifat dan ketebalan awan. Albedo dari lapisan awan dapat berubah antara 36 sampai 92 % (lihat tabel 2).

Tabel 4. Albedo jenis awan rata-rata

Jenis Awan	Albedo (%)
Sirus	36
Altostratus	39-59
Stratus	
Ketebalan 100 m	40
200 m	50
300 m	60
500 m	70
Kumululus	70-90
Kumulonimbus	92

Awan juga menyerap sebagian radiasi matahari. Penyerapan ini cukup kecil dan membesar dengan bertambahnya ketebalan awan sampai mencapai nilai 7 % atau 8 % dari radiasi matahari yang datang. Karena itu radiasi global matahari yang diterima permukaan tanah melalui langit berawan lebih kecil dibandingkan dengan radiasi global matahari yang diterima melalui langit cerah.

d. Angin

Perubahan arah dan kecepatan angin menunjukkan penyebaran dan jumlah konsentrasi pencemar di atmosfer. Angin yang kencang menyebabkan konsentrasi pencemar menjadi berkurang atau kecil, sedangkan angin yang lemah menyebabkan konsentrasi pencemar bertambah besar atau pekat. Hal ini akan mempengaruhi radiasi matahari yang diterima di suatu daerah.

e. Tekanan Udara

Secara langsung tekanan udara tidak mempengaruhi radiasi matahari yang sampai ke permukaan bumi, namun bila tekanan udara besar, berarti udara itu lebih mampat. Akibatnya jumlah partikel-partikel penyerap dan pemantul radiasi matahari lebih besar atau jarak tempuh radiasi matahari makin panjang, sehingga radiasi matahari yang diterima akan semakin kecil.

2.5.3. Pencemaran Udara

Menurut Neiburger terjemahan Ardino Purbo (1995:311) mengemukakan pendapatnya tentang pengertian pencemaran udara seperti pada kutipan berikut:

Pencemaran udara dapat didefinisikan sebagai terdapatnya zat dalam atmosfer yang bersifat racun, mengganggu, atau walaupun tidak berbahaya bagi manusia atau bersifat merusak terhadap nabatah, hewan atau tanah.

Terdapatnya zat-zat asing ke dalam atmosfer juga berpengaruh terhadap radiasi matahari yang diterima oleh bumi. Zat-zat asing tersebut disebabkan oleh meningkatnya aktivitas kegiatan manusia, seperti kegiatan industri, pembakaran bahan bakar fosil dan sebagainya. Hampir semua kegiatan manusia memasukkan zat pencemar ke dalam atmosfer. Pencemar yang dihasilkan berasal dari kegiatan industri, rumah tangga, pembakaran bahan bakar fosil dan sebagainya. Tingginya tingkat pencemaran, berarti jumlah polutan yang terdapat dalam atmosfer juga besar. Hal ini akan mempengaruhi radiasi matahari, terutama radiasi baur atau diffuse. Polutan yang terdapat dalam atmosfer akan menghamburkan radiasi matahari. Jika konsentrasi polutan adalah besar dan ukurannya kecil dibandingkan panjang gelombang, maka intensitas cahaya matahari yang akan dihamburkan juga akan semakin besar. Polutan yang mengambang di atmosfer berukuran antara 0.01 sampai dengan 10 μm disebut *aerosol*. Aerosol ini. Aerosol merupakan sistem koloid yang terdiri dari zat terdispersi dan medium pendispersi. Zat terdispersi ini dapat berupa padat atau cair dengan medium pendispersi adalah gas (Seperti terlihat pada tabel 5).

Tabel 5. bentuk koloid berdasarkan fasaterdispersi dan medium pendispersi

Tabel 1

Fasa terdispersi	Medium pendispersi	Bentuk Koloid	Contoh
Gas	Cair	Busa	Busa sabun, busa air, krim kocok.
Padat	Cair	Sol	Latex, tinta, Agarn-agar, tinta, sol emas.
Gas	Padat	Busa padat	Kayu apung, dan karet busa
Cair	Padat	Emulsi Padat	Keju, mentega, jeli
Padat	Padat	Sol Padat	Madura, keram, kawat berwarna, gelas berwarna.
Padat	Gas	Aerosol Padat	Asap, debu di udara

(Hinds, William C. 1982:301)

Berdasarkan sumbernya aerosol dapat dikelompokkan menjadi dua kelompok yaitu : aerosol alami dan aerosol anthropogenic. Aerosol alami adalah aerosol yang berasal dari alam. Seperti: partikel garam yang berasal dari penguapan air laut, asap dari kebakaran hutan, debu-debu yang dimuntahkan akibat letusan gunung berapi dan juga debu yang berasal dari gurun pasir. Sedang Aerosol anthropogenic adalah aerosol yang timbul akibat aktifitas manusia. Sumber aerosol anthropogenic ini berasal dari gas buangan dalam proses-proses industri, kegiatan rumah tangga, pembangkit tenaga listrik (terutama yang menggunakan batubara) dan kegiatan lalu lintas.

Informasi mengenai jumlah aerosol yang tersebar di atmosfer diperlihatkan pada tabel 6

Tabel 6. Sumber-sumber aerosol atmosfer

No	Sumber Aerosol	Jumlah (10^6 ton / tahun)	
		Rentangan	perkiraan
1	Alamiah		
	Debu tanah	1000-3000	1500
	Partikel garam laut	1000-10000	1300
	Pelapukan tumbuhan	26-80	50
	Debu vulkanik	4-10000	30

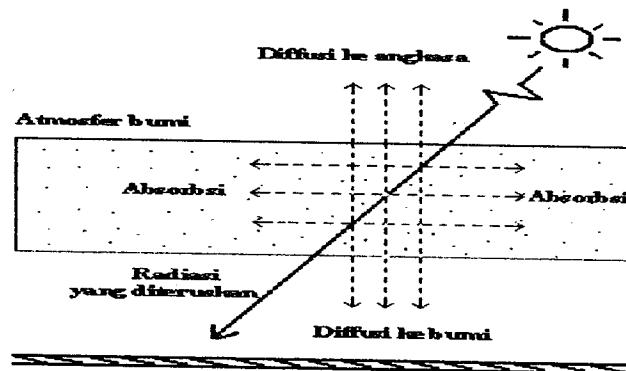
	Kebakaran hutan	3-150	20
	Konversi gas – partikel	100-260	180
	Fotokimia	40-200 +	60
	Total	2200-24000	3100
2	Anthropogenik		
	Emisi langsung	50-160	120
	Konversi gas – partikel	260-460	330
	Fotokimia	5-25 +	10
	Total	320-640	460

(Sumber: Hinds, William C. 1982:305)

Aerosol anthropogenik memberikan kontribusi lebih kurang 10- 50% dari keseluruhan aerosol yang ada di atmosfer. Aerosol anthropogenic ini jumlahnya memang lebih kecil dibandingkan dengan aerosol alami, namun pengaruhnya lebih besar dibandingkan dengan aerosol alami.

2.6. Pembagian Radiasi Matahari

Radiasi matahari yang terdapat dalam atmosfer terbagi atas tiga bagian yaitu radiasi langsung (direct solar radiation), radiasi baur (diffuse solar radiation) dan radiasi global (global solar radiation), perhatikan gambar 7 :



Gambar 7
Distribusi Radiasi Matahari , Diffusi Dan Absorpsi

a. Radiasi matahari langsung (direct solar radiation)

Radiasi matahari langsung (direct solar radiation) adalah radiasi matahari yang langsung berasal dari matahari. Radiasi langsung ini belum dibelokkan oleh partikel-partikel, awan dan zat-zat pencemar. Radiasi langsung dari matahari berada di daerah panjang gelombang pendek yaitu antara 0,25 – 5 μm . Oleh karena itu radiasi matahari dinamakan pula radiasi gelombang pendek.

b. Radiasi baur (diffuse solar radiation)

Radiasi baur (diffuse solar radiation) adalah radiasi matahari yang telah mengalami hamburan atau pemantulan difus dalam perjalanannya ke atmosfer. Hamburan atau pemantulan difus ini disebabkan oleh moleku-molekul udara, uap air dan partikel-partikel dalam atmosfer. Partikel-partikel dalam atmosfer dapat dihasilkan dari pembakaran bahan bakar yang merupakan sumber utama dalam pencemaran udara. Semakin banyak partikel-partikel yang terdapat dalam atmosfer, maka akan semakin banyak radiasi yang akan dihamburkan oleh partikel-partikel tersebut. Pemantulan difus (difusi) terjadi akibat:

1. Difusi pada langit tak berawan,

Jika sinar matahari dalam penjarannya bertemu dengan benda yang mempunyai dimensi sangat kecil maka akan mengalami pemantulan, pembiasan dan hamburan. Atenuasi radiasi matahari oleh hamburan biasanya lebih efektif daripada absorpsi. Jika tidak ada partikel padat atau cair di atmosfer maka hamburan Rayleigh adalah simetris dan setengah dari cahaya matahari yang dihamburkan mencapai permukaan bumi dan setengahnya lagi dihamburkan ke ruang angkasa. Jika konsentrasi partikel adalah besar dan partikel cukup kecil dibandingkan panjang gelombang maka intensitas cahaya yang dihamburkan mungkin bertambah dalam jumlah besar.

Di dalam lapisan udara yang tercemar, jumlah partikel yang berukuran besar sering bertambah sehingga proses absorpsi mungkin sangat penting. Jumlah atenuasi (pengurangan) radiasi matahari oleh hamburan berorde 25 %, tetapi sekitar 66 % dari energi yang dihamburkan mencapai bumi melalui radiasi baur atau diffuse.

2. Difusi molekuler

Partikel yang mendifusikan adalah molekul udara yang mempunyai dimensi jauh lebih kecil dari panjang gelombang radiasi matahari. Dalam hal ini, difusi berbanding terbalik dengan panjang gelombang pangkat empat ($\approx 1/\lambda^4$) Karena itu difusi molekuler lebih efektif pada panjang gelombang pendek.

3. Difusi oleh aerosol

Aerosol adalah partikel mikroskopik yang terapung di dalam atmosfer, yaitu asap, debu dan sebagainya. Difusi akan lebih besar bila lapisan udara yang dilalui lebih tebal, dengan kata lain difusi bergantung pada ketinggian matahari di atas horizon. Diperkirakan penurunan radiasi yang disebabkan oleh difusi molekuler sekitar 10 % pada tengah hari dalam musim panas. Atenuasi yang disebabkan oleh difusi aerosol sangat beragam dari 5 sampai 60 % bergantung pada ketinggian matahari dan gangguan atmosfer.

c. Radiasi global (global solar radiation)

Radiasi global (global solar radiation) adalah jumlah dari radiasi matahari langsung (I_{direct}) dan radiasi baur (I_{diffuse}). Radiasi global matahari dapat dinyatakan dalam dinyatakan dalam persamaan :

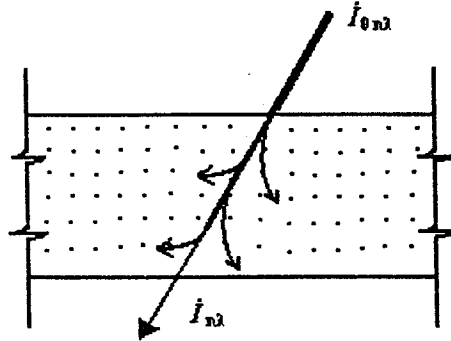
$$I_{\text{glob}} = I_{\text{dir}} \cos \theta_z + I_{\text{dif}} \quad (13)$$

dimana :

- I_{glob} = Intensitas radiasi global matahari (Wm^{-2})
- I_{dir} = Intensitas radiasi matahari langsung
- I_{dif} = Intensitas radiasi matahari baur
- θ_z = Sudut zenith matahari

2.7. Atenuasi Radiasi Matahari

Dengan menganggap sinar yang datang memasuki medium merupakan radiasi monokromatik $I_{0\ n\lambda}$, seperti terlihat dalam gambar 5, dimana $I_{n\lambda}$ adalah fluks yang timbul dari medium setelah melewati jarak sejauh m (koefisien n menyatakan bahwa fluks diukur normal terhadap sinar. Jumlah attenuasi radiasi setelah melewati medium dapat dihitung dengan menggunakan hukum Bouguer, atau yang dikenal dengan hukum Lambert's Beer's.



Gambar 8
Attenuasi Radiasi Matahari Pada Atmosfer Homogen

Attenuasi radiasi yang melewati medium adalah sebanding dengan jarak lintasan pada medium dan fluks radiasi di dalam medium. Penerapan hukum Bouguer's dalam kasus sederhana untuk radiasi yang diserap atau dihamburkan adalah

$$I_{n\lambda} = I_{0\ n\lambda} \exp(-k_{\lambda} \cdot m) \quad (14)$$

Dimana

k_{λ} = Ekstinsi monokromatik atau koefisien attenuasi
 m = ketebalan optik

Dalam aplikasi atmosferik, k_{λ} biasanya diukur relatif terhadap arah zenith dan memiliki dimensi panjang⁻¹ disebabkan karena m berdimensi panjang.

Attenuasi radiasi matahari yang memasuki atmosfer bumi ini dipengaruhi berbagai faktor. Diantara faktor utama yang mempengaruhi attenuasi ini adalah: hamburan Reyleigh oleh molekul udara, penyerapan oleh lapisan ozon dan hamburan dan penyerapan akibat

keberadaan aerosol. Faktor-faktor tersebut menyebabkan berkurangnya radiasi matahari yang datang menuju bumi.

2.8 Absorpsi dalam Spektrum Infra Merah

Sejumlah gas akan terserap radiasi elektromagnetik matahari dalam panjang gelombang infra merah. Diantara gas-gas yang terserap adalah H₂O, CO₂, O₃, N₂O, CO, O₂, CH₄ dan N₂. Bentangan penguapan uap air adalah pada panjang gelombang 0.72, 0.82, 1.1, 1.38, 1.87, 2.7, 3.2 dan 6.3 μm , sedangkan Karbon dioksida pada 1.45, 1.6, 2.0, 2.7, 4.3, 4.9, dan 5.2 μm dan oksigen pada 0.69 dan 0.76 μm . Spektrum matahari berada pada panjang gelombang $< 4.0 \mu\text{m}$ mahasiswa, sehingga dapat disimpulkan bahwa bentangan H₂O dan CO₂ berada pada panjang gelombang tertinggi dan juga tertinggi dari semua gas. Konsentrasi N₂O, CO, O₂, CH₄ dan N₂ di atmosfer sangat kecil sehingga efeknya terhadap radiasi matahari yang sampai ke bumi sangat minimal.

a. Transmittansi dari molekul yang terabsorpsi

Pada penghitungan spektrum iradiasi yang sampai ke permukaan bumi dibutuhkan harga transmittansi monokromatik untuk setiap molekul yang terserap. Hamburan molekul tergantung pada jumlah densitas dari molekul yang teriradiasi, dimana molekul yang terabsorpsi adalah sebagai fungsi tekanan dan temperatur lokal. Panjang gelombang tergantung dari hamburan molekul (Rayleigh) yang sebanding dengan λ^{-4} . Disamping itu variasi spektrum dari koefisien molekul yang terabsorpsi adalah fungsi osilator dari panjang gelombang. Untuk molekul yang terabsorpsi dapat diketahui frekuensi, intensitas, bentuk dan lebar dari garis spektrum dalam daerah yang ingin di tentukan transmittansi spektrumnya.

b. Transmittansi dari Ozon

Penyerapan radiasi elektromagnetik oleh ozon telah ditentukan oleh sejumlah peneliti. Ozon diserap dalam daerah ultraviolet, cahaya tampak dan inframerah. Rumusan koefisien atenuasi untuk ozon adalah:

$$\tau_{o\lambda} = \exp(-k_{o\lambda} l m_r) \quad (15)$$

dimana $k_{o\lambda}$ adalah koefisien atenuasi untuk penyerapan ozon yang tergantung pada panjang gelombang, l adalah jumlah ozon dalam cm (NTP) dan m_r adalah masa optik untuk ozon

C. Transmittansi dari penyerapan molekul gas

Spektrum transmittansi pada penyerapan molekul gas seperti CO₂, O₂ dan lain-lain yang terkombinasi dengan campuran gas dapat diberikan sebagai berikut:

$$\tau_{g\lambda} = \exp\left[-1.41 k_{g\lambda} m_a / (1 + 118.93 k_{g\lambda} m_a)^{0.45}\right] \quad (16)$$

sedangkan spektrum transmittansi untuk penyerapan uap air adalah :

$$\tau_{wa\lambda} = \exp\left[-0.2385 k_{wa\lambda} w m_r / (1 + 20.07 k_{wa\lambda} w m_r)^{0.45}\right] \quad (17)$$

dengan m_a dan m_r adalah massa optik untuk campuran gas dan uap air dan w adalah penguapan uap air dalam cm

$$m_w = [\cos\theta_z + 0,0548 (92.6505 - \theta_z)^{-1.452}]^{-1} \quad (18)$$

Transmittansi total dari molekul yang terserap dapat ditulis

$$\tau_{ma\lambda} = \tau_{o\lambda} \tau_{g\lambda} \tau_{wa\lambda} \quad (19)$$

Distribusi monokromatik dari sinar matahari dapat dihitung sebagai fungsi dari sejumlah variabel yang mencakup massa optik dan parameter-parameter atmosfer lainnya seperti uap air, ketebalan lapisan ozon dan parameter turbiditas. Sehingga transmittansi monokromatik dengan mengabungkan atenuasi dan penyerapan molekul dapat dituliskan sebagai berikut

$$\tau_{\lambda} = \tau_{c\lambda} \tau_{ma\lambda} \quad (20)$$

D. Transmittansi dari aerosol

Jumlah aerosol di atmosfer dapat ditunjukkan oleh koefisien turbiditas. Dalam studi turbiditas atmosfer, koefisien tersebut menunjukkan adanya pelemahan radiasi yang diterima puncak atmosfer (*Extra Terrestrial Radiation- ETR*) pada seluruh panjang gelombang atau pada rentang panjang gelombang tertentu. Spectrum transmittansi untuk aerosol dapat dituliskan

$$\tau_{a\lambda} = \exp(-\beta \lambda^{-a} m_a) \quad (21)$$

dengan

$$\beta = \frac{1}{mD} \ln \left(\frac{C}{A-B} \right)$$

$$A = \frac{I}{0,975 E_0 \tau_R \tau_0 \tau_w \tau_G} \quad I = \text{Intensitas matahari (hasil pengukuran)}$$

$$B = 0,1244 a - 0,0162 \quad a = \text{ukuran partikel}$$

$$C = 1,003 - 0,125 a$$

$$D = 1,089 a + 0,5123$$

Besarnya koefisien β yang diperoleh dapat dibandingkan dengan tabel 7 (Iqbal 1983):

Tabel 7 Variasi parameter kebersihan atmosfer

Atmosphere	β	α	Visibility(km)
Clean	0,00	1,3	340
Clear	0,10	1,3	28
Turbid	0,20	1,3	11
Very Turbid	0,40	1,3	<5

Ket. β = koefisien Amstrong dan α = ukuran partikel

Jadi transmittansi monokromatik totalnya dapat dituliskan sebagai berikut

$$\tau_{\lambda} = \tau_{r\lambda} \tau_{a\lambda} \tau_{o\lambda} \tau_{g\lambda} \tau_{wa\lambda} \quad (22)$$

dimana :

$\tau_{r\lambda}$ = transmittansi spektrum dari sinar pada hamburan molekul

$\tau_{a\lambda}$ = transmittansi spektrum dari sinar pada hamburan dan penyerapan oleh aerosol

$\tau_{o\lambda}$ = transmittansi spektrum dari sinar pada penyerapan oleh lapisan ozon

$\tau_{g\lambda}$ = transmittansi spectrum dari sinar pada penyerapan oleh campuran gas uniform seperti CO₂ dan O₂

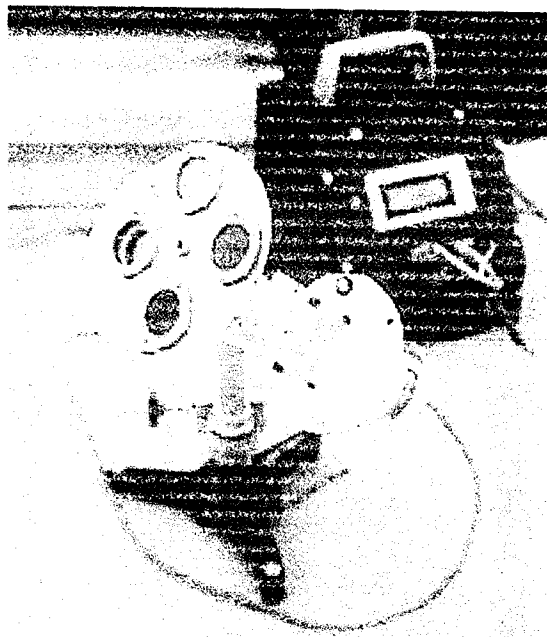
$\tau_{wa\lambda}$ = transmittansi spektrum dari sinar pada penyerapan uap air

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Alat dan Cara Pengukuran Radiasi Matahari

Alat yang biasa digunakan dalam pengukuran radiasi matahari adalah Radiometer Eppley Model PSP (Precision Spectral Pyranometer) dan Li-Cor Pyranometer model Li-200 untuk mengukur radiasi matahari global. Dan model Normal Incidence Pyrheliometer/NIP untuk radiasi matahari langsung.

Pada penelitian ini digunakan Pyrheliometer (Gambar 9) dengan karakteristik alat sebagai berikut : Sensitivitas 4 – 7 millivolts per $\text{cal cm}^2 \text{min}^{-1}$, Impedansi sampai 200 ohms, temperatur ± 1 persen diatas temperature ambient dengan range – 20 sampai +40 °C dengan respon linier sampai intensitas dari 4 $\text{cal cm}^2 \text{min}^{-1}$, waktu respon 1 detik ($1/e$ signal), model Normal Incidence Pyrheliometer/NIP.



Gambar 9
Pyrheliometer

3.2 Pengolahan Data

Data pengamatan diambil menggunakan Eppley Normal Incidence Pyrheliometer. Pengamatan dilakukan setiap cuaca cerah sekitar jam 10.00 dan 14.00 pada panjang gelombang (0.28 – 0.53) μm , (0.53 – 0.63) μm , (0.63 – 0.695) μm . Keluaran alat dibaca dalam milivolt kemudian dikali dengan kalibrasi alat $1/7,77 \cdot 10^{-3} \text{ mv/ Wm}^2$. Besaran yang telah dikalibrasi merupakan besaran intensitas radiasi matahari. Sebelum pengukuran dimulai pyrheliometer dihubungkan dengan multimeter digital yang memiliki respons bacaan dalam milivolt. Pembacaan dilakukan saat cuaca cerah dan sumbu pyrheliometer harus sejajar dengan radiasi matahari, selanjutnya dilakukan perhitungan dan pemodelan matematik menentukan koefisien Turbiditas Angstrom

$$\beta = \frac{1}{mD} \ln\left(\frac{C}{A-B}\right)$$

Dari hasil dekomposisi tersebut dibandingkan dengan table tingkat kekeruhan udara seperti dalam table 7.

3.3 Tempat Penelitian

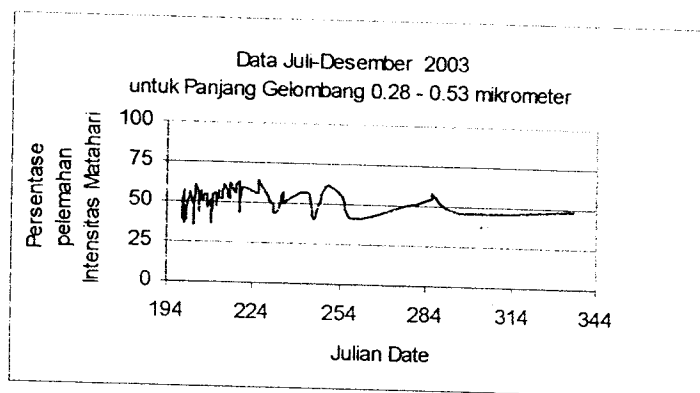
Data diambil dilaboratorium Fisika UNP ($0^{\circ}.52'.26''$.LS $1.00^{\circ}.21'.42''$ BT) pada bulan Juli sampai Desember 2003 dan bulan Januari sampai Agustus 2004.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Ketika radiasi matahari melewati atmosfer bumi, sebahagian dari energi radiasi ini berkurang intensitasnya akibat adanya peristiwa hamburan dan penyerapan. Kedua peristiwa ini mempengaruhi energi matahari yang sampai di permukaan bumi. Radiasi yang dihamburkan ini disebut dengan *radiasi diffusi*.

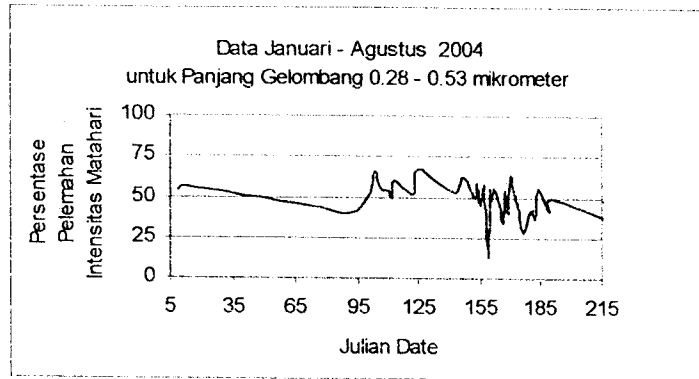
Sebagian dari radiasi diffusi ini akan kembali ke angkasa dan sebagian lain akan kembali menuju bumi. Radiasi yang datang menuju bumi dan segaris dengan matahari disebut dengan radiasi . Dari analisis radiasi matahari langsung di Padang tahun 2003 dan 2004 pengurangan atau pelemahan intensitas matahari berdasarkan panjang gelombang yang sampai dipermukaan bumi dapat dilihat pada Gambar 10, 11, 12, 13 dan Gambar 14.

Tahun 2003 pengurangan atau pelemahan intensitas matahari untuk panjang gelombang 0,28-0,53 μm berkisar 50 % pada bulan Juli dan Agustus, seperti Gambar 10,



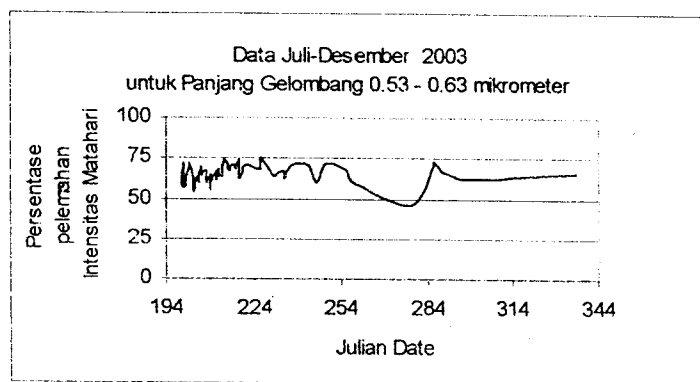
Gambar 10
Persentase pelemahan intensitas matahari untuk bulan Juli – Desember 2003
pada panjang gelombang 0.28 – 0.53 mikrometer

Tahun 2004 pengurangan atau pelemahan intensitas matahari untuk panjang gelombang 0,28-0,53 μm berkisar diatas 50 % pada bulan Maret, dan April sedang pada bulan Mei dan Juni kacil dari 50 %, seperti Gambar 11:



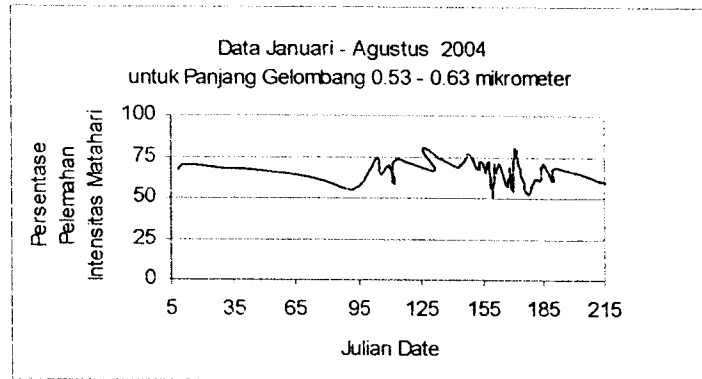
Gambar 11
 Persentase pelemahan intensitas matahari untuk bulan Januari – Agustus 2004 pada panjang gelombang 0.28 – 0.53 mikrometer

Tahun 2003 pengurangan atau pelemahan intensitas matahari untuk panjang gelombang 0,53-0,63 μm berkisar 50 % sampai 75 %, seperti Gambar 12:



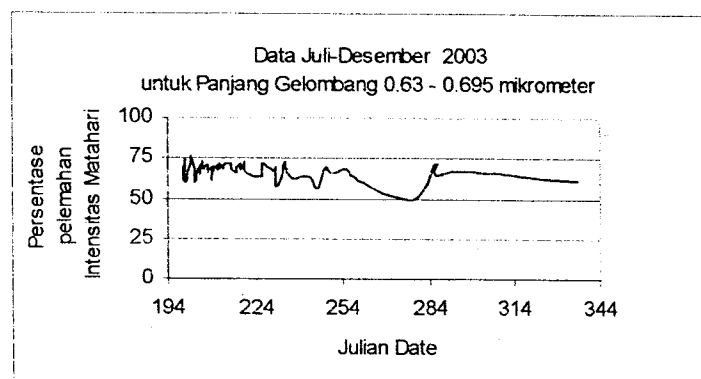
Gambar 17
 Persentase pelemahan intensitas matahari untuk bulan Juli – Desember 2003 pada panjang gelombang 0.53 – 0.63 mikrometer

Tahun 2004 pengurangan atau pelemahan intensitas matahari untuk panjang gelombang 0,53-0,63 μm berkisar 60 % pada bulan Maret, dan April, Mei dan Juni, seperti Gambar 12:



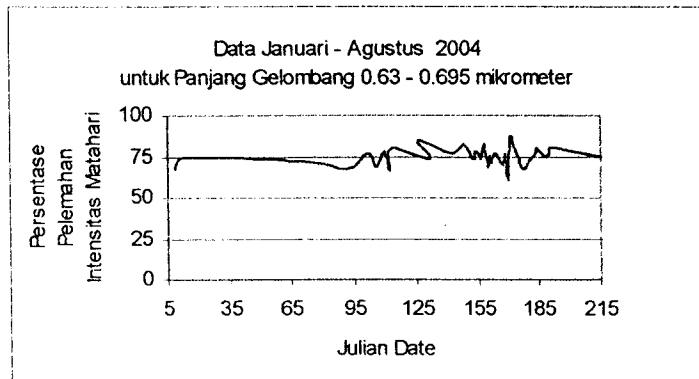
Gambar 12
Persentase pelemahan intensitas matahari untuk bulan Januari – Agustus 2004 pada panjang gelombang 0.53 – 0.63 mikrometer

Tahun 2003 pengurangan atau pelemahan intensitas matahari untuk panjang gelombang 0,63-0,695 μm berkisar 60 % sampai 75 %, seperti Gambar 13:



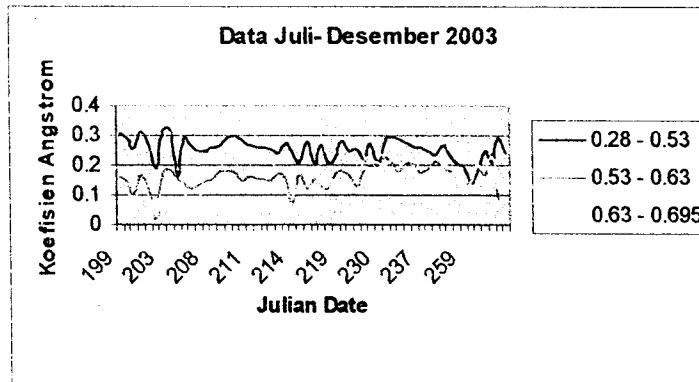
Gambar 13
Persentase pelemahan intensitas matahari untuk bulan Juli – Desember 2003 pada panjang gelombang 0.63 – 0.695 mikrometer

Tahun 2004 pengurangan atau pelemahan intensitas matahari untuk panjang gelombang 0,63-0,695 μm 75 %, seperti Gambar 14:



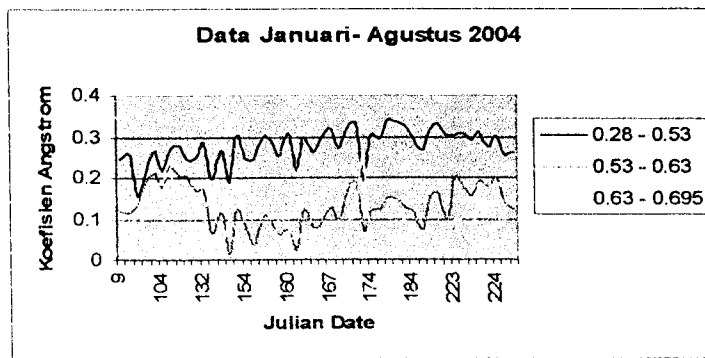
Gambar 14
 Persentase pelemahan intensitas matahari untuk bulan Januari – Agustus 2004 pada panjang gelombang 0.63 – 0.695 mikrometer

Selanjutnya analisis data untuk Koefisien Angstrom tahun 2003 nilainya cenderung berkisar 0.15 sampai 0.3, artinya atmosfer saat itu keruh(turbid) sampai sangat keruh(very turbid) dengan jarak pandang (visibility) 11 km sampai <5 km. Seperti gambar 15 berikut :



Gambar 15
 Koefisien Angstrom Bulan Juli - Desember 2003

Untuk tahun 2004 nilai koefisien Angstrom berkisar 0.2 sampai 0.25, artinya kondisi atmosfer berada antara keruh sampai bersih(clear)dengan jarak pandang 11 km sampai 28 km, seperti gambar 16 :



Gambar 16
Koefisien Angstrom Bulan Januari – Agustus 2004

Dari gambar 15 dan 16 dapat ditarik kesimpulan atmosfer di kota Padang lebih bersih tahun 2004 bila dibandingkan dengan tahun 2003. Karena pada tahun 2004 terjadi musim hujan di Padang. Hujan adalah sebagai penetralisir aerosol yang ada di atmosfer.

Koefisien Angstrom memberikan informasi terjadinya pelemahan radiasi matahari di atas kondisi normal yang merupakan salah satu indikator terjadinya pencemaran udara. Penyebab utamanya akibat kenaikan konsentrasi aerosol. Kalau atmosfer banyak mengandung aerosol dapat diindikasikan atmosfer tersebut tergolong terpolusi.

Aerosol berupa partikel padat atau cair yang mengambang di dalam medium gas. Pada cuaca cerah aerosol adalah substansi yang mendominasi pelemahan radiasi matahari pada spectrum cahaya tampak dan near infra merah. Partikel aerosol mempunyai waktu hidup yang singkat, sehingga aerosol mempunyai sifat bervariasi dari satu tempat ke tempat lain dan juga bervariasi terhadap waktu. Jumlah aerosol di atmosfer dapat ditunjukkan oleh koefisien turbiditas. Dalam studi turbiditas atmosfer, koefisien tersebut menunjukkan adanya pelemahan radiasi yang diterima puncak atmosfer (*Extra Terrestrial Radiation- ETR*) pada seluruh panjang gelombang atau pada rentang panjang gelombang tertentu.

Sesuai pendapat McCormick et al (1995) dikutip oleh Tuti Budiwati (2001) kenaikan aerosol di atas normal diantaranya akan menyebabkan kekeruhan atmosfer, efek penghamburan dan absorpsi di lapisan atas atmosfer, menyokong terbentuknya inti kondensasi yang penting untuk proses pembentukan awan, penyebab kenaikan albedo sebagai polutan yang potensial untuk mempengaruhi hujan asam, menimbulkan penyakit saluran pernafasan dan lainnya. Selanjutnya Ohta et al (1997) dalam Tuti Budiwati(2001) kenaikan koefisien kekeruhan 0,028 menyebabkan penurunan temperature permukaan bumi secara global $0,41^{\circ}$

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Tahun 2003 intensitas matahari untuk:

- panjang gelombang 0,28-0,53 μm dipuncak atmosfer cendrung berkisar 1000 sampai 1300 W/m^2 dan intensitas matahari langsung yang diukur di permukaan bumi sekitar 400 sampai 600 W/m^2 pada bulan Juli, Agustus, dan September.
- Panjang gelombang 0,53-0,63 μm dipuncak atmosfer cendrung berkisar 1000 sampai 1200 W/m^2 dan intensitas matahari langsung yang diukur di permukaan bumi sekitar 400 W/m^2 dominan pada bulan Juli, dan Agustus.
- Panjang gelombang 0,53-0,63 μm dipuncak atmosfer cendrung berkisar 1000 sampai 1200 W/m^2 dan intensitas matahari langsung yang diukur di permukaan bumi sekitar 400 W/m^2 dominan pada bulan Juli, dan Agustus.

Untuk tahun 2004 intensitas matahari untuk:

- panjang gelombang 0,28-0,53 μm dipuncak atmosfer cendrung berkisar 1000 sampai 1200 W/m^2 dan intensitas matahari langsung yang diukur di permukaan bumi sekitar 400 sampai 600 W/m^2 dominan pada bulan maret, April, Mei, dan Juni.
- Panjang gelombang 0,53-0,63 μm dipuncak atmosfer cendrung berkisar 1000 sampai 1200 W/m^2 dan intensitas matahari langsung yang diukur di permukaan bumi sekitar 400 W/m^2 domonan pada bulan maret, April, Mei, dan Juni.
- Panjang gelombang 0,63-0,695 μm dipuncak atmosfer cendrung berkisar 950 sampai 1150 W/m^2 dan intensitas matahari langsung yang diukur di permukaan bumi sekitar 150 sampai 350 W/m^2 dominan pada bulan maret, April, dan Mei

Dari analisis radiasi matahari langsung di Padang tahun 2003 dan 2004 pengurangan atau pelemahan intensitas matahari berdasarkan panjang gelombang yang sampai dipermukaan bumi tahun 2003 berkisar 50% dan tahun 2004 berkisar 60%

Koefisien Angstrom tahun 2003 nilainya cenderung berkisar 0.15 sampai 0.3, artinya atmosfer saat itu keruh(turbid) sampai sangat keruh(very turbid) dengan jarak pandang (visibility) 11 km sampai <5 km.

Untuk tahun 2004 pada gambar 4 nilai koefisien Angstrom berkisar 0.2 sampai 0.25, artinya kondisi atmosfer keruh sampai bersih(clear)dengan jarak pandang 11 km sampai 28 km. Jadi atmosfer lebih bersih tahun 2004 bila dibandingkan dengan tahun 2003. Karena pada tahun 2004 terjadi musim hujan di Padang. Hujan adalah sebagai penetralisir aerosol yang ada di atmosfer.

5.2 Saran

1. Untuk dapat menyimpulkan dan memprediksi terpolusinya kota Padang lebih akurat diperlukan penelitian lanjut dengan pengambilan data yang lebih banyak, metoda pengolahan data pembanding dan diperlukan pula pengambilan data bukan hanya dengan pyeheliometer saja
2. Diharapkan ada penelitian lanjut yang meninjau hubungan kondisi iklim dengan intensitas matahari

DAFTAR PUSTAKA

1. Budiwati Tuti. 2001. *Karakteristik Ketebalan optic aerosol di Bandung*, Kontribusi Fisika Indonesia vol. 12 No. 4.
2. Festiyed, dkk. *Telaah Variasi Turbiditas Aerosol di Padang dan Bukit Koto Tabang Sumatera Barat*, Makalah dalam Work Shop Pemanfaatan Informasi iklim untuk pertanian di Sumatera Barat, 12 sd 14 Juli 2003. Padang 2003.
3. Hussain M., Salma Khatun, M.G. Rasul, 2000, *Determination of atmospheric turbidity in Bangladesh*, Renewable Energy, Pergamon.
4. Iqbal Muhammad, 1983, *An Introduction to Solar Radiation*, Academic Press, Toronto
5. Jacovides, C.P., J.D. Karalis, 1996, *Broad-Band Turbidity Parameters and Spectral Band Resolution of Solar Radiation for the Period 1954-1991, in Athens, Greece*, Internasional Journal of Climatology Vol. 16.
6. Kambezidis, D Harry, Angeliki K. Fotiadi and Basil D. Katsoulis, *Variability of Atmospheric Turbidity in Athens, Greece,*
7. Ristori, P., J. Fochesatto, P. H. Flamant, E. Wolfram, E. Quel, R. Piacentini, B. Holben, 2001, *Characterization of the Atmospheric Aerosol in Buenos Aires area using long term Sun Photometer Measurements,*
8. Tjasjono, Bayong. 1999. *Klimatologi Umum*. ITB Bandung, Bandung
9. Williamson Lorenzo, Lioyd Mebane. Mr. Kevin Brathwaite, Prof. R.Craig, Prof. A. Stewart, Prof. W. W. Hope and Prof. L. P. Johnson, 2000, *Total Optical Depth Analysis for NO₂, O₃ and Aerosols by a Multi-Filter Shadowband Radiometer,*
10. Xu Jin, Michael Bergin, 2002, *Aerosol Optical Properties and Direct Radiative Forcing at Yulin, China*, Georgia Institute of Technology

LAMPIRAN-LAMPIRAN

Lampiran 1.

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Ketua Peneliti

N a m a : Syafriani, S.Si, M.Si
Tempat/ Tgl. Lahir : Tantaman / 5 Maret 1974
Jenis Kelamin : Perempuan
Alamat : Jl. Elang No 8 Air Tawar Barat Padang
Telp. (0751) 54492

Pendidikan Formal :

1. SD 1 Tantaman (Agam), tamat tahun 1986
2. SLTP 2 Palembang (Agam), tamat tahun 1989
3. SMU 2 Bukittinggi, tamat tahun 1992
4. UNRI Pekanbaru, Sarjana bidang Fisika, tamat tahun 1997
5. ITB Bandung, Magister bidang Fisika Bumi, tamat tahun 2001

Pengalaman Kerja :

1998-Sekarang Dosen pada Jurusan Fisika, FMIPA, Universitas Negeri Padang

Publikasi:

1. Syafriani, 1997, Analisa Kecepatan Bunyi Bawah Air sebagai Fungsi Temperatur, Salinitas dan Kedalaman, Skripsi S1
2. Ahmad Fauzi, Drs. M.Si dan Syafriani, S.Si, 2000, Estimasi Kedalaman Sesar Kerinci Menggunakan Metoda magnetik, Penelitian.
3. Syafriani, 2001, Pemrosesan Data Seismik (2D) Refleksi dan Refraksi untuk Mendeteksi Lapisan Batubara, Thesis S2 ITB, Bandung.
4. Fatni Mufid, S.Pd.M.Si dan Syafriani, S.Si. M.Si, 2003, Stabilitas Magnetisasi Remanen Batuan Intrusif Diorit Dari Trenggalek Jawa Timur, Jurnal Sainteks Vol. VI, Nomor 1, Lemlit Universitas Negeri Padang.

Padang, 7 Desember 2005



Syafriani, S.Si, M.Si

Lampiran 2.

OG1-RG2

Data 2003-2004

No	OG1	OG1	RG2	RG2	Rerata	jam	mnt	dt	Hls	tgl.	HariTh	Gamma	Eo
1	3.77	3.54	2.98	3.27	3.39	11	6	0	11.10	18	199	3.409785	0.967431
3	3.3	3.3	3.06	3.07	3.183	14	22	0	14.37	18	199	3.409785	0.967431
4	2.89	2.75	2.66	2.63	2.733	12	0	0	12.00	19	200	3.427006	0.96756
5	3.57	3.51	3.42	3.37	3.468	14	0	0	14.00	19	200	3.427006	0.96756
8	2.87	2.91	2.88	2.83	2.873	11	15	0	11.25	21	202	3.461448	0.967845
9	2.38	2.01	2.32	1.52	2.058	14	25	0	14.42	21	202	3.461448	0.967845
10	3.79	3.64	3.27	3.29	3.498	11	24	0	11.40	22	203	3.478669	0.968001
11	3.91	3.74	3.47	3.35	3.618	14	4	0	14.07	22	203	3.478669	0.968001
14	3.51	3.38	3.07	3.01	3.243	11	10	0	11.17	24	205	3.513112	0.968341
15	3.25	3.23	2.88	2.87	3.058	14	17	0	14.28	24	205	3.513112	0.968341
16	2.95	3.11	2.61	2.74	2.853	10	52	0	10.87	25	206	3.530333	0.968524
17	3.11	3.13	2.78	2.71	2.933	13	53	0	13.88	25	206	3.530333	0.968524
19	3.24	3.2	2.93	2.88	3.063	10	53	0	10.88	27	208	3.564775	0.968916
20	3.46	3.39	2.94	2.89	3.17	14	5	0	14.08	27	208	3.564775	0.968916
21	3.6	3.67	3.15	3.21	3.408	11	28	0	11.47	28	209	3.581996	0.969126
22	3.83	3.69	3.28	3.16	3.49	14	14	0	14.23	28	209	3.581996	0.969126
23	3.46	3.71	2.97	3.11	3.313	10	47	0	10.78	29	210	3.599217	0.969344
24	3.36	3.18	2.86	2.67	3.018	14	5	0	14.08	29	210	3.599217	0.969344
25	3.3	3.35	2.92	2.93	3.125	10	50	0	10.83	30	211	3.616438	0.969571
26	3.37	3.3	2.84	2.79	3.075	14	7	0	14.12	30	211	3.616438	0.969571
27	3.32	3.32	2.85	2.86	3.088	11	15	0	11.25	31	212	3.633659	0.969806
28	3.22	3.14	2.78	2.79	2.983	13	55	0	13.92	31	212	3.633659	0.969806
1	3.57	3.55	2.95	2.96	3.258	10	50	0	10.83	1	213	3.650881	0.970051
2	3.31	3.09	2.82	2.85	3.018	13	55	0	13.92	1	213	3.650881	0.970051
3	2.12	1.95	2.41	2.03	2.128	13	55	0	13.92	2	214	3.668102	0.970303
4	3.07	3.75	2.65	3.04	3.128	10	55	0	10.92	4	216	3.702544	0.970834
5	2.37	2.17	2.83	2.9	2.568	13	50	0	13.83	4	216	3.702544	0.970834
6	3.15	2.47	2.96	2.92	2.875	11	5	0	11.08	6	218	3.736986	0.971398
7	2.77	2.5	3.27	1.84	2.595	14	5	0	14.08	6	218	3.736986	0.971398
8	2.88	2.29	2.15	2.7	2.505	11	15	0	11.25	7	219	3.754207	0.971692
9	3.27	3.27	2.96	2.96	3.115	14	0	0	14	7	219	3.754207	0.971692
9	3.61	3.6	2.74	2.77	3.18	10	48	0	10.8	8	220	3.771429	0.971995
10	3.27	3.27	2.74	2.77	3.013	10	48	0	10.8	8	220	3.771429	0.971995
11	2.36	2.31	2.67	2.53	2.468	14	0	0	14	9	221	3.78865	0.972305
15	2.87	2.87	3.31	3.31	3.09	11	5	0	11.08	14	226	3.874755	0.973977
16	2.14	1.86	2.52	2.14	2.165	13	40	0	13.67	14	226	3.874755	0.973977
17	3.87	3.73	3.16	3.05	3.453	11	0	0	11	18	230	3.94364	0.975451
18	3.65	4.26	3.22	3.45	3.645	11	5	0	11.08	19	231	3.960861	0.975838
19	2.93	2.86	3.47	3.29	3.138	13	50	0	13.83	19	231	3.960861	0.975838
20	2.88	2.17	3.41	2.48	2.735	14	10	0	14.17	20	232	3.978082	0.976233
21	3.48	3.43	2.89	2.85	3.163	10	43	0	10.72	22	234	4.012524	0.977042
22	3.49	3.12	2.86	2.68	3.038	14	10	0	14.17	22	234	4.012524	0.977042
23	2.17	2.09	3.12	2.55	2.483	14	0	0	14	25	237	4.064188	0.978308
1	2.24	2.24	2.8	2.8	2.52	14	0	0	14	1	243	4.167515	0.981014
2	2.89	2.97	3.46	3.44	3.19	14	15	0	14.25	3	245	4.201957	0.981964
3	3.48	3.2	2.9	2.6	3.045	11	25	0	11.42	6	248	4.25362	0.983432
4	2.77	2.5	2.31	2.16	2.435	13	55	0	13.92	8	250	4.288063	0.984437
5	3.54	3.5	2.88	2.82	3.185	10	45	0	10.75	13	255	4.374168	0.987035

No	OG1	OG1	RG2	RG2	Rerata	jam	mnt	dt	Hls	tgl	HariTh	Gamma	Co
6	3.74	4.12	3.28	3.34	3.62	13	48	0	13.8	17	259	4.443053	0.989193
1	4.1	4.1	3.2	3.2	3.65	14	53	0	14.88	6	278	4.770254	1.000088
2	3.65	3.6	2.5	2.44	3.048	11	10	0	11.17	14	286	4.908023	1.004813
3	2.84	1.79	2.25	1.53	2.103	14	20	0	14.33	14	286	4.908023	1.004813
4	4.4	4.3	3.4	3.4	3.875	10	52	0	10.87	23	295	5.063014	1.010063
1	2.95	2.75	2.4	2.35	2.613	14	20	0	14.33	3	336	5.76908	1.029583
1	3.01	3.03	2.89	2.92	2.963	13	55	0	13.92	9	9	0.137769	1.034895
2	3.11	2.98	2.73	2.71	2.883	13	20	0	13.33	12	12	0.189432	1.034656
1	4.38	4.34	3.51	3.5	3.933	11	0	0	11	10	70	1.188258	1.013606
2	4.73	4.62	4.01	3.92	4.32	13	25	0	13.42	31	91	1.549902	1.00139
1	3.58	3.58	2.87	2.87	3.225	12	10	0	12.17	10	101	1.722114	0.995508
2	2.01	2.11	2.73	2.61	2.365	9	45	0	9.75	13	104	1.773777	0.993774
3	3.75	3.52	3.5	3.37	3.535	12	50	0	12.83	15	106	1.808219	0.992631
4	3.35	3.24	2.76	2.68	3.008	12	30	0	12.5	19	110	1.877104	0.990379
5	3.27	3.43	2.77	2.97	3.11	14	35	0	14.58	21	112	1.911546	0.989273
6	2.75	2.75	2.37	2.33	2.55	10	22	0	10.37	22	113	1.928767	0.988726
1	3.26	3.27	3.28	3.15	3.24	10	35	0	10.58	10	132	2.255969	0.979227
2	2.18	2.18	1.7	1.7	1.94	10	35	0	10.58	4	126	2.152642	0.982017
3	3.21	3.27	2.6	2.33	2.853	10	20	0	10.33	21	143	2.445401	0.974725
4	2.32	2.32	1.82	1.82	2.07	13	15	0	13.25	26	148	2.531507	0.972971
5	3.34	3.34	2.84	2.84	3.09	11	30	0	11.5	31	153	2.617613	0.971413
1	2.81	2.81	2.46	2.46	2.635	11	30	0	11.5	1	154	2.634834	0.971126
2	2.63	2.63	2.13	2.13	2.38	13	40	0	13.67	2	155	2.652055	0.970847
3	3.41	3.41	2.52	2.52	2.965	13	25	0	13.42	3	156	2.669276	0.970577
4	3.2	3.2	2.46	2.46	2.83	10	43	0	10.72	4	157	2.686497	0.970315
5	3.01	3.01	2.17	2.17	2.59	12	15	0	12.25	5	158	2.703718	0.970062
6	3.29	3.29	2.12	2.12	2.705	15	15	0	15.25	7	160	2.73816	0.969581
7	2.63	2.63	2.01	2.01	2.32	13	55	0	13.92	8	161	2.755382	0.969353
8	3.34	3.34	3.02	3.02	3.18	10	50	0	10.83	9	162	2.772603	0.969134
9	3.02	3.02	2.53	2.53	2.775	11	28	0	11.47	10	163	2.789824	0.968924
10	3.33	3.33	2.42	2.42	2.875	11	37	0	11.62	11	164	2.807045	0.968723
11	4.01	4.01	2.51	2.51	3.26	14	4	0	14.07	14	167	2.858708	0.968172
12	3.41	3.41	2.43	2.43	2.92	12	0	0	12	15	168	2.87593	0.968006
13	4.02	4.02	3.23	3.14	3.603	11	27	0	11.45	16	169	2.893151	0.96785
14	4.33	4.2	3.35	3.73	3.903	13	15	0	13.25	17	170	2.910372	0.967702
15	2.37	2.45	1.3	1.27	1.848	10	55	0	10.92	18	171	2.927593	0.967564
16	4.12	4.31	2.06	2.14	3.158	11	37	0	11.62	21	174	2.979256	0.967203
17	4.21	4.02	2.31	2.2	3.185	13	30	0	13.5	22	175	2.996477	0.967101
18	4.32	4.5	2.41	2.7	3.483	14	17	0	14.28	24	177	3.03092	0.966924
19	4.32	4.5	2.52	2.43	3.443	12	43	0	12.72	28	181	3.099804	0.966682
20	4.12	4.12	2.33	2.33	3.225	13	40	0	13.67	30	183	3.134247	0.966617
1	4.2	4.2	2.07	2.07	3.135	13	15	0	13.25	1	184	3.151468	0.966598
2	3.27	3.27	2.16	2.16	2.715	11	23	0	11.38	2	185	3.168689	0.966589
3	4.2	4.2	2.73	2.73	3.465	12	30	0	12.5	5	188	3.220352	0.966617
4	4.27	4.27	2.87	2.87	3.57	10	32	0	10.53	7	190	3.254795	0.966681
5	3.39	3.39	2.4	2.4	2.895	11	20	0	11.33	8	191	3.272016	0.966728
6	4.01	4.01	2.73	2.73	3.37	14	20	0	14.33	9	223	3.823092	0.97295
1	3.61	3.61	2.84	2.72	3.195	12	20	0	12.33	3	217	3.719765	0.971112
2	3.12	3.12	2.72	2.72	2.92	13	10	0	13.17	4	218	3.736986	0.971398

No	OG1	OG1	RG2	RG2	Rerata	jam	mnt	dt	Hls	tgl.	HariTh	Gamma	Eo
3	3.71	3.71	3.01	3.01	3.36	13	20	0	13.33	5	219	3.754207	0.971692
4	3.15	3.15	2.91	2.91	3.03	11	5	0	11.08	9	223	3.823092	0.97295
5	3.84	3.84	2.82	2.82	3.33	12	30	0	12.5	10	224	3.840313	0.973285
6	2.91	2.91	2.14	2.14	2.525	10	55	0	10.92	11	225	3.857534	0.973627
7	2.52	2.52	2.01	2.01	2.265	11	40	0	11.67	12	226	3.874755	0.973977
1	4.2	4.169	3.41	3.41	3.797	13	44	20	13.74	26	57	0.964384	1.020485
2	4.527	4.534	3.712	3.743	4.129	11	5	30	11.09	27	58	0.981605	1.019987
3	4.107	4.25	1.305	3.424	3.272	9	21	13	9.354	4	63	1.06771	1.017411
4	3.765	3.864	3.117	3.217	3.491	15	5	30	15.09	5	64	1.084932	1.01688
5	5.486	3.612	2.926	3.042	3.767	10	45	0	10.75	6	65	1.102153	1.016345
6	5.174	5.195	4.163	4.186	4.68	12	24	20	12.41	10	69	1.171037	1.014162
7	5.211	5.183	4.214	4.176	4.696	13	57	25	13.96	10	69	1.171037	1.014162
8	5.078	6.086	4.085	4.098	4.837	15	26	30	15.44	13	72	1.222701	1.012484
9	4.404	4.342	3.552	3.536	3.959	14	8	30	14.14	9	99	1.687671	0.996674
10	5.001	4.994	4.028	4.025	4.512	15	19	5	15.32	14	104	1.773777	0.993774
11	5.105	5.084	4.099	4.097	4.596	16	5	5	16.08	14	104	1.773777	0.993774
12	5.059	5.055	4.077	4.077	4.567	15	55	30	15.93	15	105	1.790998	0.993201

Decln	Et	Decln1	Hs jam	w der	sza=(theta)	Masa rel	K rey/leight	Kozon
21.1551	-6.104546	0.369375	11.30759	10.38614	30.2259	1.156226	0.078236	0.033299
21.1551	-6.104546	0.369375	14.57426	-38.61386	30.2259	1.156226	0.078236	0.033299
20.98034	-6.194725	0.366323	12.20609	-3.091319	29.98706	1.153443	0.078236	0.033219
20.98034	-6.194725	0.366323	14.20609	-33.09132	29.98706	1.153443	0.078236	0.033219
20.61311	-6.348317	0.359911	11.45353	8.197079	29.48469	1.147697	0.078236	0.033054
20.61311	-6.348317	0.359911	14.62019	-39.30292	29.48469	1.147697	0.078236	0.033054
20.42076	-6.411328	0.356553	11.60248	5.962832	29.22133	1.144742	0.078236	0.032969
20.42076	-6.411328	0.356553	14.26914	-34.03717	29.22133	1.144742	0.078236	0.032969
20.01899	-6.508864	0.349538	11.36752	9.487216	28.67064	1.13869	0.078236	0.032794
20.01899	-6.508864	0.349538	14.48419	-37.26278	28.67064	1.13869	0.078236	0.032794
19.80969	-6.543058	0.345884	11.06695	13.99576	28.38348	1.1356	0.078236	0.032705
19.80969	-6.543058	0.345884	14.08362	-31.25424	28.38348	1.1356	0.078236	0.032705
19.37467	-6.581559	0.338288	11.08297	13.75539	27.78601	1.129316	0.078236	0.032524
19.37467	-6.581559	0.338288	14.28297	-34.24461	27.78601	1.129316	0.078236	0.032524
19.1491	-6.585609	0.334349	11.66624	5.006402	27.47587	1.12613	0.078236	0.032433
19.1491	-6.585609	0.334349	14.43291	-36.4936	27.47587	1.12613	0.078236	0.032433
18.91825	-6.579374	0.330319	10.98301	15.25484	27.15826	1.122919	0.078236	0.03234
18.91825	-6.579374	0.330319	14.28301	-34.24516	27.15826	1.122919	0.078236	0.03234
18.6822	-6.562758	0.326197	11.03329	14.50069	26.83326	1.119688	0.078236	0.032247
18.6822	-6.562758	0.326197	14.31662	-34.74931	26.83326	1.119688	0.078236	0.032247
18.44105	-6.535678	0.321987	11.45041	8.243919	26.50099	1.11644	0.078236	0.032153
18.44105	-6.535678	0.321987	14.11707	-31.75608	26.50099	1.11644	0.078236	0.032153
18.19485	-6.498062	0.317688	11.03437	14.48452	26.16153	1.11318	0.078236	0.03206
18.19485	-6.498062	0.317688	14.1177	-31.76548	26.16153	1.11318	0.078236	0.03206
17.94371	-6.449853	0.313303	14.1185	-31.77754	25.815	1.109912	0.078236	0.031965
17.4269	-6.321497	0.304279	11.12064	13.19037	25.10111	1.103366	0.078236	0.031777
17.4269	-6.321497	0.304279	14.03731	-30.55963	25.10111	1.103366	0.078236	0.031777
16.89128	-6.15042	0.294927	11.29016	10.6476	24.36016	1.096831	0.078236	0.031589
16.89128	-6.15042	0.294927	14.29016	-34.3524	24.36016	1.096831	0.078236	0.031589
16.61662	-6.048862	0.290132	11.45852	8.122215	23.97982	1.093577	0.078236	0.031495
16.61662	-6.048862	0.290132	14.20852	-33.12778	23.97982	1.093577	0.078236	0.031495
16.33753	-5.936652	0.285258	11.01039	14.84416	23.59303	1.090336	0.078236	0.031402
16.33753	-5.936652	0.285258	11.01039	14.84416	23.59303	1.090336	0.078236	0.031402
16.05407	-5.813828	0.280309	14.21244	-33.18654	23.19992	1.087113	0.078236	0.031309
14.57441	-5.042772	0.254474	11.30862	10.37069	21.14349	1.071369	0.078236	0.030855
14.57441	-5.042772	0.254474	13.89195	-28.37931	21.14349	1.071369	0.078236	0.030855
13.3211	-4.24373	0.232591	11.2386	11.42093	19.39632	1.059402	0.078236	0.030511
12.99885	-4.019817	0.226964	11.32567	10.11495	18.94635	1.056521	0.078236	0.030428
12.99885	-4.019817	0.226964	14.07567	-31.13505	18.94635	1.056521	0.078236	0.030428
12.67319	-3.786592	0.221278	14.41289	-36.19335	18.49136	1.05369	0.078236	0.030346
12.01205	-3.292997	0.209734	10.97112	15.43325	17.56681	1.048185	0.078236	0.030188
12.01205	-3.292997	0.209734	14.42112	-36.31675	17.56681	1.048185	0.078236	0.030188
10.99707	-2.488044	0.192012	14.26787	-34.01799	16.1454	1.040358	0.078236	0.029962
8.892078	-0.670848	0.155259	14.29815	-34.47229	13.1908	1.026447	0.078236	0.029562
8.170749	-0.012149	0.142664	14.55913	-38.38696	12.17664	1.022379	0.078236	0.029445
7.072722	1.016719	0.123492	11.74295	3.85582	10.63164	1.016851	0.078236	0.029285
6.331032	1.725776	0.110542	14.25476	-33.82144	9.58745	1.013563	0.078236	0.029191
4.448041	3.557877	0.077664	11.11863	13.22053	6.936182	1.006802	0.078236	0.028996

Decln	Et	Decln1	Hs jam	w der	sza=(theta)	Masa rel	kreyleigh	k ozon
2.917835	5.059039	0.050946	14.19365	-32.90476	4.785573	1.002949	0.078236	0.028885
-4.456844	11.78793	-0.077818	15.38913	-50.83698	5.716601	1.00444	0.078236	0.028928
-7.509029	13.97783	-0.13111	11.70896	4.365542	10.00643	1.014839	0.078236	0.029227
-7.509029	13.97783	-0.13111	14.87563	-43.13446	10.00643	1.014839	0.078236	0.029227
-10.8116	15.66791	-0.188774	11.43713	8.443022	14.63934	1.032877	0.078236	0.029747
-21.8593	10.28963	-0.38167	14.81416	-42.21241	29.90577	1.152503	0.078236	0.033192
-22.20394	-6.352626	-0.387688	14.12012	-31.80184	30.3737	1.157965	0.078236	0.033349
-21.76538	-7.536062	-0.38003	13.51707	-22.75598	29.77814	1.151035	0.078236	0.03315
-3.999158	-10.72034	-0.069827	11.13066	13.04009	5.074433	1.003382	0.078236	0.028897
4.254578	-4.367265	0.074286	13.65321	-24.79818	6.663931	1.006234	0.078236	0.02898
8.036673	-1.321174	0.140323	12.45398	-6.809706	11.98806	1.021661	0.078236	0.029424
9.131829	-0.487697	0.159445	10.05121	29.23192	13.52771	1.027877	0.078236	0.029603
9.849515	0.039082	0.171976	13.14332	-17.14977	14.53568	1.032393	0.078236	0.029733
11.25179	1.012856	0.19646	12.82621	-12.39321	16.50234	1.042252	0.078236	0.030017
11.93493	1.455616	0.208388	14.91693	-43.7539	17.45889	1.047564	0.078236	0.03017
12.27168	1.665122	0.214267	10.70375	19.44372	17.93001	1.050308	0.078236	0.030249
17.93471	3.913242	0.313146	10.95789	15.63169	25.80257	1.109796	0.078236	0.031962
16.31338	3.579575	0.284837	10.95233	15.71511	23.55956	1.090059	0.078236	0.031394
20.42812	3.612413	0.356682	10.70287	19.4569	29.23141	1.144854	0.078236	0.032972
21.33431	3.115622	0.372504	13.61126	-24.16891	30.47066	1.159113	0.078236	0.033382
22.08688	2.42623	0.385644	11.84977	2.253442	31.49682	1.17161	0.078236	0.033742
22.21834	2.267936	0.387939	11.84713	2.293016	31.67578	1.173856	0.078236	0.033807
22.34333	2.103475	0.390122	14.01106	-30.16587	31.84585	1.176009	0.078236	0.033869
22.4618	1.933138	0.39219	13.75822	-26.37328	32.00698	1.178065	0.078236	0.033928
22.57372	1.757224	0.394144	11.05529	14.17069	32.15912	1.180022	0.078236	0.033985
22.67903	1.57604	0.395983	12.5856	-8.78401	32.30223	1.181876	0.078236	0.034038
22.8697	1.199122	0.399312	15.57932	-53.68978	32.56118	1.185265	0.078236	0.034136
22.95499	1.004035	0.400801	14.24273	-33.64101	32.67695	1.186794	0.078236	0.03418
23.03353	0.804972	0.402173	11.15608	12.65876	32.78353	1.18821	0.078236	0.03422
23.10531	0.602272	0.403426	11.78604	3.209432	32.88089	1.189509	0.078236	0.034258
23.17028	0.396276	0.404561	11.9326	1.010931	32.96901	1.190691	0.078236	0.034292
23.3242	-0.237973	0.407248	14.37203	-35.58051	33.17766	1.19351	0.078236	0.034373
23.36177	-0.453623	0.407904	12.30177	-4.526594	33.22857	1.194202	0.078236	0.034393
23.39246	-0.670789	0.40844	11.74815	3.777697	33.27014	1.194768	0.078236	0.034409
23.41624	-0.889105	0.408855	13.54451	-23.16772	33.30236	1.195208	0.078236	0.034422
23.43311	-1.108206	0.40915	11.20753	11.88705	33.32522	1.195521	0.078236	0.034431
23.44225	-1.766521	0.409309	11.89656	1.55163	33.3376	1.19569	0.078236	0.034436
23.43147	-1.985065	0.409121	13.77625	-26.64373	33.32299	1.19549	0.078236	0.034443
23.3892	-2.418596	0.408383	14.55236	-38.28535	33.26573	1.194708	0.078236	0.034408
23.22218	-3.26116	0.405467	12.97165	-14.57471	33.03938	1.191638	0.078236	0.034319
23.09773	-3.664409	0.403294	13.91493	-28.7239	32.87061	1.189372	0.078236	0.034254
23.02535	-3.860286	0.40203	13.495	-22.42493	32.77242	1.188062	0.078236	0.034216
22.94624	-4.051868	0.400649	11.62514	5.622967	32.66508	1.186637	0.078236	0.034175
22.6689	-4.597483	0.395806	12.73271	-10.99063	32.28846	1.181697	0.078236	0.034033
22.45103	-4.933679	0.392002	10.76044	18.59342	31.99233	1.177877	0.078236	0.033923
22.33233	-5.092566	0.38993	11.55779	6.633142	31.83089	1.175819	0.078236	0.033864
15.47442	-5.536557	0.270188	14.55039	-38.25586	22.39518	1.080731	0.078236	0.031125
17.16139	-6.241301	0.299643	12.53864	-8.079675	24.73397	1.100095	0.078236	0.031683
16.89128	-6.15042	0.294927	13.37349	-20.6024	24.36016	1.096831	0.078236	0.031589

Decln	Et	Decln1	Hs jam	w der	sza=(theta)	Masa rel	kreyleigh	kozon
16.61662	-6.048862	0.290132	13.54185	-23.12778	23.97982	1.093577	0.078236	0.031495
15.47442	-5.536557	0.270188	11.30039	10.49414	22.39518	1.080731	0.078236	0.031125
15.1784	-5.382253	0.26502	12.71963	-10.79444	21.98378	1.077579	0.078236	0.031034
14.87837	-5.217624	0.259781	11.13904	12.91441	21.56651	1.074457	0.078236	0.030944
14.57441	-5.042772	0.254474	11.89195	1.620693	21.14349	1.071369	0.078236	0.030855
-8.996158	-13.38849	-0.157076	13.82508	-27.37621	12.09485	1.022066	0.078236	0.029435
-8.621895	-13.24005	-0.150541	11.18033	12.29501	11.56955	1.020111	0.078236	0.029379
-6.721342	-12.34568	-0.117357	9.457183	38.14225	8.899299	1.011591	0.078236	0.029134
-6.336179	-12.13831	-0.110632	15.19869	-47.98042	8.357805	1.010147	0.078236	0.029092
-5.949593	-11.92213	-0.103882	10.86063	17.09053	7.814287	1.008792	0.078236	0.029053
-4.391217	-10.9757	-0.076672	12.53196	-7.979407	5.624474	1.00428	0.078236	0.028923
-4.391217	-10.9757	-0.076672	14.08335	-31.25024	5.624474	1.00428	0.078236	0.028923
-3.212831	-10.18956	-0.056097	15.58117	-53.71761	3.973939	1.001868	0.078236	0.028854
7.295219	-1.902013	0.127377	14.4193	-36.2895	10.94481	1.017907	0.078236	0.029316
9.131829	-0.487697	0.159445	15.61926	-54.28891	13.52771	1.027877	0.078236	0.029603
9.131829	-0.487697	0.159445	16.38593	-65.78891	13.52771	1.027877	0.078236	0.029603
9.491975	-0.221218	0.165733	16.23065	-63.4597	14.03364	1.030099	0.078236	0.029667

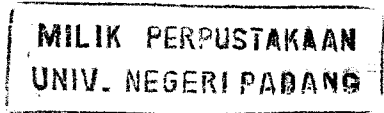
G(lamda)	Go lo	ka(lamda)	B 0.445	Mr	m	lou R	U3	lou O	Suhu f
436.2934	1205.65	0.767582	0.378078	1.979371	1.976767	0.210723	0.455255	0.980503	31
409.5882	956.2529	0.621773	0.306258	1.979371	1.976767	0.210723	0.455255	0.980503	32
351.6731	1225.73	0.971034	0.47829	1.993538	1.990915	0.208923	0.458514	0.980408	30.5
446.2677	1027.251	0.611357	0.301128	1.993538	1.990915	0.208923	0.458514	0.980408	32.5
369.6911	1218.373	0.927838	0.457013	2.024121	2.021458	0.205105	0.465548	0.980203	29.5
264.8005	950.9672	1.002683	0.493878	2.024121	2.021458	0.205105	0.465548	0.980203	31
450.1287	1226.134	0.764179	0.376401	2.040593	2.037908	0.203087	0.469336	0.980093	30
465.5727	1020.418	0.574277	0.282864	2.040593	2.037908	0.203087	0.469336	0.980093	31.5
417.3102	1219.609	0.830803	0.409218	2.076055	2.073324	0.198829	0.477493	0.979857	30
393.5006	982.7718	0.692783	0.341235	2.076055	2.073324	0.198829	0.477493	0.979857	31
367.1171	1201.598	0.933199	0.459654	2.095115	2.092359	0.19659	0.481876	0.979731	30.5
377.4131	1057.827	0.796624	0.392382	2.095115	2.092359	0.19659	0.481876	0.979731	32
394.1441	1206.76	0.880085	0.433492	2.136083	2.133273	0.191888	0.491299	0.979461	32
407.9794	1026.016	0.705859	0.347676	2.136083	2.133273	0.191888	0.491299	0.979461	33.5
438.5457	1239.882	0.812234	0.400071	2.158077	2.155238	0.189426	0.496358	0.979316	30.5
449.1634	999.3079	0.599441	0.295259	2.158077	2.155238	0.189426	0.496358	0.979316	30.5
426.3192	1202.595	0.812953	0.400426	2.18114	2.17827	0.186888	0.501662	0.979166	30.5
388.3526	1029.478	0.757602	0.373162	2.18114	2.17827	0.186888	0.501662	0.979166	32
402.1879	1208.897	0.87242	0.429716	2.205322	2.20242	0.184276	0.507224	0.979008	31
395.7529	1024.998	0.739446	0.364219	2.205322	2.20242	0.184276	0.507224	0.979008	32.5
397.3616	1238.055	0.907533	0.447012	2.230677	2.227742	0.181588	0.513056	0.978844	31
383.8481	1062.804	0.801813	0.394938	2.230677	2.227742	0.181588	0.513056	0.978844	32
419.2407	1213.204	0.844244	0.415838	2.257265	2.254295	0.178826	0.519171	0.978672	30.5
388.3526	1064.569	0.795588	0.391872	2.257265	2.254295	0.178826	0.519171	0.978672	32
273.8095	1066.326	1.114707	0.549057	2.285148	2.282142	0.175989	0.525584	0.978492	29
402.5097	1226.552	0.899846	0.443225	2.345079	2.341994	0.170093	0.539368	0.978109	30.5
330.4376	1084.104	0.966775	0.476192	2.345079	2.341994	0.170093	0.539368	0.978109	31
370.0129	1242.657	0.994693	0.489943	2.41108	2.407909	0.163901	0.554549	0.97769	30
333.9768	1042.948	0.92838	0.45728	2.41108	2.407909	0.163901	0.554549	0.97769	33
322.3938	1254.078	1.132415	0.557779	2.446576	2.443357	0.160697	0.562712	0.977467	31
400.9009	1059.981	0.779363	0.38388	2.446576	2.443357	0.160697	0.562712	0.977467	31.5
409.2664	1226.623	0.897073	0.44186	2.483866	2.480598	0.15742	0.571289	0.977233	30
387.7091	1226.623	0.946701	0.466304	2.483866	2.480598	0.15742	0.571289	0.977233	30
317.5676	1063.201	1.001975	0.49353	2.523058	2.519739	0.154074	0.580303	0.976989	32.5
397.6834	1262.239	0.968956	0.477266	2.752102	2.748482	0.136333	0.632984	0.975585	29
278.6358	1128.447	1.196427	0.589309	2.752102	2.748482	0.136333	0.632984	0.975585	3130
444.3372	1267.007	0.880329	0.433612	2.98502	2.981093	0.12106	0.686555	0.974196	25
469.112	1274.831	0.83758	0.412556	3.051942	3.047927	0.117117	0.701947	0.973804	30.5
403.7967	1107.823	0.846585	0.416991	3.051942	3.047927	0.117117	0.701947	0.973804	32
351.9949	1046.139	0.925161	0.455694	3.122899	3.118791	0.113133	0.718267	0.973391	31.5
407.0142	1254.855	0.965744	0.475684	3.278291	3.273979	0.105059	0.754007	0.972497	32
390.9266	1048.233	0.832575	0.41009	3.278291	3.273979	0.105059	0.754007	0.972497	30.5
319.4981	1084.085	1.066148	0.525138	3.551338	3.546666	0.09278	0.816808	0.97096	30.5
324.3243	1088.97	1.072237	0.528138	4.30146	4.295801	0.068442	0.989336	0.966925	30
410.5534	1038.455	0.79999	0.394041	4.639239	4.633136	0.060732	1.067025	0.965184	30
391.8919	1328.413	1.093003	0.538366	5.270216	5.263283	0.049986	1.21215	0.962041	30
313.3848	1108.779	1.139247	0.561144	5.803189	5.795555	0.043636	1.334734	0.95948	31
409.9099	1307.809	1.045101	0.514772	7.791072	7.780823	0.033013	1.791947	0.950536	28.5

G(lamda)	Go lo	ka(lamda)	B 0.445	Mr	m	tau R	U3	tau O	Suhu T
465.8945	1132.64	0.778614	0.383512	10.70166	10.68758	0.041573	2.461382	0.938674	31.5
469.7555	862.2844	0.497524	0.245059	9.223143	9.21101	0.033647	2.121323	0.944549	30.5
392.2136	1360.42	1.118092	0.550724	5.576998	5.569661	0.046079	1.28271	0.960557	30
270.592	996.3914	1.177003	0.579741	5.576998	5.569661	0.046079	1.28271	0.960557	29.5
498.713	1345.325	0.852789	0.420047	3.897073	3.891946	0.080101	0.896327	0.969069	31.5
336.2291	975.3077	0.812613	0.400258	1.998414	1.995785	0.208308	0.459635	0.980375	31
381.2741	1121.12	0.819845	0.40382	1.970721	1.968129	0.211833	0.453266	0.980561	31
370.9781	1219.087	0.922218	0.454245	2.006125	2.003486	0.20734	0.461409	0.980323	31
506.1133	1347.897	0.869104	0.428083	10.19749	10.18407	0.037844	2.345422	0.940647	31
555.9846	1237.553	0.687978	0.338868	8.072329	8.061709	0.03266	1.856636	0.949334	31
415.0579	1334.918	1.035779	0.51018	4.708029	4.701836	0.059349	1.082847	0.964835	30
304.3758	1167.022	1.199659	0.590901	4.199974	4.194449	0.071094	0.965994	0.967456	29.5
454.955	1273.776	0.88927	0.438016	3.923426	3.918265	0.079247	0.902388	0.968927	30
387.0656	1292.682	1.048742	0.516565	3.478432	3.473856	0.095842	0.800039	0.971367	32
400.2574	951.3038	0.718012	0.353662	3.297488	3.29315	0.10412	0.758422	0.972388	32
328.1853	1240.832	1.157771	0.570268	3.215359	3.211129	0.108226	0.739533	0.972858	30
416.9884	1219.971	0.857118	0.42218	2.286163	2.283155	0.175887	0.525817	0.978486	32
249.6782	1234.273	1.356404	0.668106	2.487151	2.483879	0.157136	0.572045	0.977213	30
367.1171	1170.048	0.901252	0.443918	2.039956	2.037273	0.203164	0.46919	0.980097	32
266.4093	1122.726	1.1294	0.556294	1.965094	1.962509	0.212558	0.451972	0.980599	30
397.6834	1221.68	0.845956	0.416682	1.907774	1.905265	0.220141	0.438788	0.980988	32
339.1248	1220.094	0.978649	0.48204	1.898179	1.895681	0.221445	0.436581	0.981054	31
306.3063	1053.382	0.938207	0.46212	1.889165	1.88668	0.222679	0.434508	0.981115	30
381.5959	1090.571	0.779208	0.383804	1.880718	1.878244	0.223844	0.432565	0.981173	32
364.2214	1179.543	0.883625	0.435236	1.872825	1.870362	0.224939	0.43075	0.981227	30
333.3333	1201.167	0.972362	0.478944	1.865473	1.863019	0.225966	0.429059	0.981278	31
348.1338	715.1647	0.495025	0.243828	1.852343	1.849906	0.227815	0.426039	0.981368	32
298.5843	1007.75	0.91255	0.449483	1.846544	1.844115	0.228638	0.424705	0.981408	32
409.2664	1181.422	0.779733	0.384063	1.841244	1.838822	0.229394	0.423486	0.981445	30
357.1429	1208.205	0.912092	0.449257	1.836435	1.834019	0.230082	0.42238	0.981478	30
370.0129	1209.063	0.881906	0.434389	1.832108	1.829697	0.230704	0.421385	0.981508	31
419.5624	980.2491	0.598398	0.294745	1.82196	1.819563	0.232171	0.419051	0.981578	30
375.8044	1202.76	0.861499	0.424337	1.819504	1.817111	0.232527	0.418486	0.981595	32
463.6422	1203.424	0.685679	0.337736	1.817505	1.815114	0.232818	0.418026	0.981609	30
502.2523	1107.778	0.549158	0.270492	1.81596	1.813571	0.233044	0.417671	0.981619	32
237.7735	1179.299	1.226797	0.604267	1.814865	1.812477	0.233203	0.417419	0.981627	30
406.3707	1204.338	0.795941	0.392046	1.814273	1.811886	0.23329	0.417283	0.981631	31
409.9099	1075.975	0.694572	0.342116	1.814971	1.812584	0.233188	0.417443	0.981626	32
448.1982	944.0769	0.510916	0.251655	1.817717	1.815326	0.232788	0.418075	0.981607	32
443.0502	1167.146	0.700303	0.344939	1.82867	1.826264	0.231199	0.420594	0.981531	32
415.0579	1057.768	0.674058	0.332012	1.836941	1.834524	0.23001	0.422496	0.981474	31
403.4749	1116.018	0.743907	0.366416	1.841795	1.839372	0.229315	0.423613	0.981441	30
349.4208	1202.833	0.929321	0.457743	1.847137	1.844707	0.228554	0.424841	0.981404	32
445.9459	1188.932	0.717566	0.353442	1.866177	1.863722	0.225868	0.429221	0.981273	32
459.4595	1149.639	0.66649	0.328284	1.881482	1.879007	0.223738	0.432741	0.981168	30
372.5869	1206.332	0.887093	0.436944	1.889953	1.887467	0.222571	0.434689	0.98111	31
433.7194	1000.983	0.664503	0.327306	2.607638	2.604207	0.147174	0.599757	0.976466	31
411.1969	1249.645	0.900487	0.443541	2.377279	2.374152	0.167033	0.546774	0.977904	30
375.8044	1183.281	0.935895	0.460982	2.41108	2.407909	0.163901	0.554549	0.97769	30

G(lamda)	Go lo	ka(lamda)	B 0.445	Mr	m	lou R	U3	lou O	Suhu
432.4324	1164.563	0.796173	0.39216	2.446576	2.443357	0.160697	0.562712	0.977467	32
389.9614	1254.77	0.971999	0.478765	2.607638	2.604207	0.147174	0.599757	0.976466	32
428.5714	1255.847	0.888436	0.437605	2.653293	2.649802	0.143624	0.610257	0.976186	32
324.9678	1248.392	1.143438	0.563208	2.701392	2.697838	0.140009	0.62132	0.975892	32
291.5058	1282.771	1.273922	0.627479	2.752102	2.748482	0.136333	0.632984	0.975585	31
488.7066	1226.708	0.792786	0.390492	4.668825	4.662683	0.06013	1.07383	0.965034	31
531.4028	1349.967	0.806319	0.397158	4.868255	4.86185	0.056346	1.119699	0.964028	32
421.0425	1088.67	0.831723	0.409671	6.216737	6.208558	0.03998	1.429849	0.957546	30.5
449.26	927.0398	0.609789	0.300356	6.585212	6.576549	0.037468	1.514599	0.955858	32.5
484.749	1322.878	0.887894	0.437338	7.000635	6.991425	0.035343	1.610146	0.953992	29.5
602.2523	1370.364	0.711492	0.35045	9.351914	9.339611	0.034008	2.15094	0.944026	31
604.3758	1183.212	0.561769	0.276703	9.351914	9.339611	0.034008	2.15094	0.944026	30
622.4903	818.8424	0.166562	0.082041	12.40203	12.38572	0.067424	2.852467	0.932227	31.5
509.4595	1086.523	0.636512	0.313518	5.128833	5.122086	0.052048	1.179632	0.962734	30.5
580.695	779.5089	0.178614	0.087977	4.199974	4.194449	0.071094	0.965994	0.967456	30
591.538	546.6952	-0.184535	-0.090894	4.199974	4.194449	0.071094	0.965994	0.967456	31
587.7735	594.8611	-0.096267	-0.047417	4.056381	4.051045	0.075148	0.932968	0.968216	30.5

RH	W air	tou w	tou G	Rms A	Beta	Pj Gel	Ka ekst	tou A
0.59	4.307137	0.946384	0.984953	1.717244	0.158769	0.53	0.362416	0.604514
0.56	4.31983	0.94634	0.984953	1.612206	0.140225	0.532381	0.318226	0.638123
0.67	4.757509	0.944791	0.984925	1.398637	0.097225	0.534762	0.219366	0.724294
0.59	4.677794	0.945046	0.984925	1.774369	0.167134	0.537143	0.374928	0.588092
0.6	4.029669	0.947034	0.984865	1.494521	0.115158	0.539524	0.25685	0.682149
0.58	4.234135	0.946306	0.984865	1.071311	0.015659	0.541905	0.034726	0.936325
0.64	4.419896	0.945547	0.984834	1.84094	0.173677	0.544286	0.382973	0.570379
0.62	4.652856	0.944774	0.984834	1.905661	0.183395	0.546667	0.402112	0.554466
0.64	4.419896	0.945289	0.984766	1.744277	0.15573	0.549048	0.339531	0.596593
0.68	4.964158	0.943522	0.984766	1.647837	0.139833	0.551429	0.303161	0.626184
0.68	4.828517	0.943808	0.98473	1.554652	0.122326	0.55381	0.263724	0.658713
0.68	5.245508	0.942525	0.98473	1.600429	0.130434	0.55619	0.279641	0.642201
0.65	5.014089	0.942926	0.984654	1.712206	0.146324	0.558571	0.31197	0.606021
0.59	4.940171	0.943157	0.984654	1.771874	0.1556	0.560952	0.329918	0.588785
0.74	5.254562	0.942033	0.984613	1.932053	0.177059	0.563333	0.373356	0.548314
0.68	4.828517	0.943352	0.984613	1.976064	0.183023	0.565714	0.383821	0.538457
0.62	4.402471	0.944603	0.984571	1.898884	0.170641	0.568095	0.355907	0.556076
0.65	5.014089	0.942601	0.984571	1.73345	0.146576	0.570476	0.304056	0.599733
0.66	4.818154	0.94305	0.984527	1.820163	0.157744	0.572857	0.325455	0.575753
0.62	4.915648	0.942738	0.984527	1.791632	0.153616	0.575238	0.315236	0.583358
0.62	4.526144	0.943838	0.984481	1.823801	0.156466	0.577619	0.319364	0.574802
0.59	4.55125	0.943753	0.984481	1.761936	0.147546	0.58	0.299551	0.591566
0.58	4.118441	0.945093	0.984434	1.951785	0.171852	0.582381	0.347046	0.543834
0.56	4.31983	0.94437	0.984434	1.809369	0.152596	0.584762	0.306529	0.578599
0.67	4.375602	0.943987	0.984384	1.297095	0.06508	0.587143	0.130041	0.7768
0.67	4.757509	0.942289	0.98428	1.977419	0.168595	0.589524	0.335114	0.538161
0.67	4.891156	0.941853	0.98428	1.6241	0.120186	0.591905	0.237644	0.634072
0.6	4.143652	0.943999	0.984167	1.884041	0.152502	0.594286	0.299972	0.559647
0.56	4.562969	0.942508	0.984167	1.703242	0.128373	0.596667	0.251201	0.608727
0.61	4.453142	0.94266	0.984107	1.677173	0.122851	0.599048	0.239155	0.61678
0.61	4.57781	0.942228	0.984107	2.086543	0.174098	0.601429	0.337175	0.515716
0.7	4.834261	0.941127	0.984045	2.177616	0.181231	0.60381	0.34919	0.498859
0.7	4.834261	0.941127	0.984045	2.062914	0.16888	0.60619	0.323732	0.520355
0.65	5.153502	0.939847	0.98398	1.729307	0.126163	0.608571	0.240618	0.600946
0.77	5.028676	0.938828	0.983617	2.454465	0.188036	0.610952	0.356806	0.455897
0.64	4.641215	0.634314	0.983617	2.545296	0.195419	0.613333	0.368945	0.443991
0.64	3.32958	0.944079	0.98327	3.076667	0.215403	0.615714	0.40463	0.38929
0.64	4.544486	0.938792	0.983175	3.378164	0.227518	0.618095	0.425249	0.366331
0.64	4.936949	0.937417	0.983175	2.91208	0.200732	0.620476	0.373314	0.403961
0.62	4.652856	0.938023	0.983075	2.627591	0.177899	0.622857	0.329207	0.433967
0.62	4.782669	0.936748	0.982861	3.279962	0.206871	0.625238	0.380926	0.373319
0.59	4.189448	0.938953	0.982861	3.142921	0.199713	0.627619	0.365933	0.383845
0.67	4.757509	0.935476	0.982504	2.925116	0.1732	0.63	0.315796	0.402735
0.67	4.627078	0.932617	0.981619	4.058009	0.184685	0.632381	0.335088	0.327653
0.6	4.143652	0.933232	0.981257	5.797853	0.212711	0.634762	0.384057	0.271288
0.67	4.627078	0.928935	0.980632	6.781594	0.20314	0.637143	0.364995	0.252562
0.62	4.526144	0.927551	0.980145	6.241141	0.176842	0.639524	0.316207	0.262097
0.74	4.698919	0.92111	0.978582	10.98575	0.170252	0.641905	0.302957	0.210949

H	W air	tou w	tou G	Rms A	Beta	Pj Gel	Ka ekst	tou A
4	4.802948	0.9141	0.976761	10.13612	0.119975	0.644286	0.212465	0.216526
4	5.254562	0.915347	0.977632	12.52094	0.151297	0.646667	0.266652	0.202819
57	4.627078	0.927883	0.980348	7.384482	0.200101	0.649048	0.350987	0.243612
67	4.499797	0.928403	0.980348	5.09177	0.164441	0.651429	0.287067	0.28935
0.58	4.352672	0.935408	0.98208	5.30159	0.240899	0.65381	0.418552	0.283463
0.64	4.672149	0.945027	0.984915	1.340884	0.084392	0.65619	0.145936	0.753033
0.71	5.183165	0.943659	0.98497	1.497025	0.118779	0.53	0.271131	0.68113
0.71	5.183165	0.943385	0.9849	1.489058	0.115114	0.532381	0.26124	0.684384
0.61	4.453142	0.91671	0.977047	12.03303	0.134786	0.534762	0.304115	0.205174
0.61	4.453142	0.921475	0.978386	15.07757	0.184977	0.537143	0.414955	0.192998
0.72	4.972383	0.929688	0.981186	6.023497	0.213945	0.539524	0.477187	0.266435
0.85	5.708698	0.929248	0.981732	3.677205	0.176374	0.541905	0.391142	0.347466
0.74	5.110504	0.932486	0.982049	4.904772	0.22861	0.544286	0.504105	0.295038
0.68	5.245508	0.934146	0.982598	3.433627	0.202187	0.546667	0.443317	0.36257
0.68	5.245508	0.935072	0.982836	3.260891	0.204696	0.549048	0.446288	0.374728
0.78	5.386748	0.935049	0.982947	2.570824	0.168996	0.551429	0.366388	0.440808
0.51	3.934131	0.945589	0.984383	1.973179	0.172404	0.55381	0.371687	0.539088
0.57	3.936469	0.944308	0.984039	1.326437	0.065198	0.55619	0.139781	0.760674
0.68	5.245508	0.942941	0.984835	1.505007	0.116283	0.558571	0.247922	0.677909
0.67	4.627078	0.945426	0.984981	1.040451	0.006838	0.560952	0.014499	0.964616
0.59	4.55125	0.946113	0.985095	1.497782	0.122854	0.563333	0.259056	0.680823
0.68	4.964158	0.944889	0.985114	1.271249	0.071955	0.565714	0.150898	0.791722
0.7	4.834261	0.94536	0.985133	1.1412	0.037484	0.568095	0.07818	0.878954
0.68	5.245508	0.944192	0.98515	1.415949	0.106946	0.570476	0.221848	0.716202
0.67	4.627078	0.946142	0.985166	1.342029	0.090324	0.572857	0.186356	0.752435
0.68	4.964158	0.945151	0.985181	1.223837	0.060874	0.575238	0.124919	0.821012
0.62	4.782669	0.945814	0.985208	1.266762	0.072582	0.577619	0.148148	0.794384
0.68	5.245508	0.944472	0.98522	1.084037	0.021143	0.58	0.042924	0.92522
0.56	3.867409	0.948988	0.985231	1.473864	0.122135	0.582381	0.246644	0.690701
0.56	3.867409	0.949025	0.985241	1.2822	0.077193	0.584762	0.155061	0.785314
0.64	4.672149	0.946324	0.98525	1.328555	0.089031	0.587143	0.1779	0.759542
0.59	4.074591	0.948395	0.985271	1.493541	0.127723	0.589524	0.253873	0.682548
0.62	4.782669	0.94608	0.985276	1.338959	0.092217	0.591905	0.182341	0.75404
0.78	5.386748	0.944308	0.98528	1.652918	0.160711	0.594286	0.31612	0.624528
0.68	5.245508	0.944725	0.985283	1.788021	0.185913	0.596667	0.363796	0.58434
0.57	3.936469	0.948942	0.985286	0.842128	0.067364	0.599048	0.131139	0.809793
0.68	4.964158	0.945568	0.985287	1.443844	0.117241	0.601429	0.22706	0.703628
0.82	6.325466	0.941839	0.985285	1.462835	0.121457	0.60381	0.23402	0.69538
0.75	5.785487	0.94321	0.98528	1.599935	0.15024	0.60619	0.288001	0.642373
0.68	5.245508	0.944619	0.985257	1.590205	0.147391	0.608571	0.281102	0.645796
0.7	5.110163	0.944946	0.98524	1.497036	0.127431	0.610952	0.241806	0.681126
0.7	4.834261	0.94574	0.98523	1.458506	0.118736	0.613333	0.224171	0.697239
0.68	5.245508	0.944467	0.985219	1.269085	0.073386	0.615714	0.137854	0.793004
0.68	5.245508	0.944311	0.985179	1.639478	0.153972	0.618095	0.287786	0.628932
0.7	4.834261	0.945421	0.985148	1.70347	0.164548	0.620476	0.306021	0.608657
0.71	5.183165	0.9443	0.985131	1.390385	0.10069	0.622857	0.186329	0.728233
0.64	4.672149	0.940895	0.983844	2.471448	0.199934	0.625238	0.368152	0.4536
0.78	5.352217	0.940197	0.984224	2.062217	0.176371	0.627619	0.323163	0.520494
0.7	4.834261	0.941599	0.984167	1.918408	0.156797	0.63	0.285888	0.551471



RH	W air	tau w	tau G	Rms A	Beta	Pj Gel	Ka ekst	tau A
0.68	5.245508	0.940058	0.984107	2.255848	0.19214	0.632381	0.348614	0.485558
0.62	6.325466	0.935887	0.983844	2.233992	0.178166	0.634762	0.321685	0.489172
0.5	5.785487	0.937105	0.983771	2.513503	0.20005	0.637143	0.359444	0.448053
0.3	5.245508	0.938439	0.983696	1.953044	0.143735	0.639524	0.257009	0.543552
	4.672149	0.940027	0.983617	1.796851	0.123705	0.641905	0.220129	0.581947
	4.307137	0.932434	0.981227	6.977878	0.232565	0.53	0.530866	0.249474
0.56	4.31983	0.931634	0.981023	8.114137	0.239522	0.53954	0.534213	0.2346
0.67	4.757509	0.925296	0.979791	9.196216	0.198245	0.54908	0.432191	0.223919
0.59	4.677794	0.924511	0.979489	10.50089	0.197808	0.55862	0.42169	0.214019
0.6	4.029669	0.926201	0.979163	12.01744	0.196239	0.56816	0.409236	0.205253
0.58	4.234135	0.919528	0.977552	15.81975	0.162367	0.5777	0.331348	0.190749
0.64	4.419896	0.918653	0.977552	15.89066	0.162618	0.58724	0.32487	0.190545
0.62	4.652856	0.911611	0.975864	8.439102	0.095702	0.59678	0.187224	0.231098
0.64	4.544486	0.929768	0.980767	8.451965	0.231574	0.60632	0.44379	0.230965
0.64	4.419896	0.933845	0.981732	6.980919	0.258581	0.61586	0.485591	0.249427
0.68	4.964158	0.931789	0.981732	7.126965	0.261208	0.6254	0.480819	0.247245
0.68	4.828517	0.932901	0.981895	6.685229	0.262046	0.63494	0.47296	0.254146