

ANALISIS POLA HARIAN ENERGI MATAHARI DAN KELEMBABAN DI PALEMBANG (2°59'51" LS, 104°46'26" BT) TAHUN 2010-2013

Saipul Hamdi dan Sumaryati

Pusat Sains dan Teknologi Atmosfer LAPAN

Jl. Dr. Djunjunan No. 133 Bandung

Email : saipulh@yahoo.com

ABSTRAK

Pengamatan energi radiasi matahari di Palembang (2°59'51" LS, 104°46'26" BT) telah dilakukan sejak Bulan Oktober 2010 hingga saat ini pada ketinggian 30 meter dari permukaan tanah. Perekaman dilakukan setiap 5 menit secara otomatis dan berkelanjutan. Data dikelompokkan tiap-tiap bulan untuk waktu pengukuran yang sama, kemudian dihitung nilai energi terbesar dan rata-ratanya dalam interval 5 menit untuk mendapatkan pola harian pada bulan tersebut. Ditemukan bentuk yang tidak halus pada pola harian yang menyerupai gigi gergaji, dan diduga kuat disebabkan oleh cepatnya perubahan komposisi molekul-molekul penyusun atmosfer. Awan berpotensi kuat melemahkan energi radiasi matahari yang tiba di permukaan Bumi dan dapat berubah dengan cepat dibandingkan dengan komponen penyusun atmosfer lainnya. Rasio antara energi rata-rata harian dan energi maksimum harian berkisar antara 41,1% dan 72,7%. Rasio yang rendah (41,1 %) dapat dikaitkan dengan tingginya perubahan komposisi molekul-molekul penyusun atmosfer di lokasi pengamatan.

Kata kunci: energi radiasi matahari, pola gergaji, pola harian, panjang lintasan optis

ABSTRACT

Monitoring of energy of solar radiation at Palembang (2°59'51" S, 104°46'26" E) has been being done since October 2010 at elevation 30 m from surface. Data is recorded every 5 minutes automatically and continuously. For this purpose, data is classified every month for similar time recording, then both maximum energy and average is calculated to find out daily pattern for the month. It is found un-smoothed lines for daily pattern likes saw-cap, and strong supposed caused by quickly changed of atmospheric constituents composition. Cloud covering has strong capability in attenuating solar radiation energy, and can changed more quickly compared to another

atmospheric constituents. It is found ratio of daily average and maximum solar energy is 41,1% - 72,7%. Low ratio might be caused by high dynamically change of atmospheric constituents composition at location.

Keywords: solar energy, saw-pattern, daily pattern, optical path length

1 PENDAHULUAN

Sinar matahari merupakan sumber energi utama yang menjaga kelangsungan kehidupan di muka Bumi ini, baik di darat maupun di perairan (laut, sungai, danau, dsb). Sinar matahari dapat mencapai Bumi melalui proses radiasi dari matahari dalam bentuk gelombang elektromagnet. Sinar matahari memiliki spektrum panjang gelombang yang sangat lebar (polikromatis) dari beberapa ratus nanometer hingga mencapai lebih dari dua ribu nm. Sinar matahari akan berinteraksi dengan molekul-molekul penyusun atmosfer Bumi sehingga mengalami pelemahan energi. Interaksi dapat berupa proses kimia maupun proses fisika. Pada proses kimia, energi matahari digunakan untuk memulai proses-proses fotokimia yang dapat menyebabkan pembentukan senyawa kimia atmosfer. Beberapa senyawa kimia yang ada di atmosfer (ozon, uap air, karbondioksida, dll) memiliki respon penyerapan yang berbeda-beda terhadap panjang gelombang sinar matahari. Ozon misalnya, secara spesifik memiliki respon penyerapan yang tinggi terhadap sinar ultraviolet B, sedangkan karbondioksida memiliki respon penyerapan spesifik terhadap sinar infra merah. Pengaruh-pengaruh yang disebabkan oleh ozon, aerosol, dan karbondioksida tidak berlangsung dalam waktu yang singkat.

Pada proses fisika, sebagian sinar matahari akan mengalami proses penghamburan dan pemantulan. Kedua proses tersebut akan menyebabkan lintasan optis atmosfer menjadi lebih besar sehingga melemahkan energi matahari yang tiba di permukaan Bumi. Molekul aerosol dan debu misalnya, akan menyebabkan sebagian sinar matahari dihamburkan dan di antaranya ada yang dipantulkan keluar atmosfer sehingga energi matahari yang tiba di permukaan Bumi menjadi berkurang.

Selain menggerakkan proses-proses fotokimia, energi radiasi matahari juga dipercayai dapat menyebabkan kerusakan pada kehidupan makhluk hidup. Radiasi matahari diketahui sebagai *human carcinogen* atau penyebab kanker pada manusia berdasarkan peristiwa-peristiwa kanker pada manusia yang telah dipelajari selama beberapa puluh tahun, dan menunjukkan hubungan sebab-akibat yang cukup baik antara penyinaran sinar matahari terhadap kulit. Beberapa studi menyebutkan bahwa radiasi matahari juga dapat dikaitkan dengan melanoma yang menyerang mata dan *non-Hodgkin's lymphoma* (IARC, 1992). Meningkatnya energi matahari dalam spektrum ultraviolet B akan berpotensi meningkatkan endemi penyakit katarak, kanker kulit, dan beberapa penyakit non-infeksi virus lainnya (Leuin, 1989).

Besarnya energi radiasi matahari yang sampai di permukaan Bumi dipengaruhi oleh waktu, lokasi, kondisi atmosfer, dan aktivitas matahari. Waktu dan lokasi menentukan besarnya sudut zenith dan *airmass*. Awan, aerosol, ozon, dan senyawa kimia lain di atmosfer berperan menyerap dan menghamburkan radiasi yang sampai di permukaan Bumi secara total atau radiasi global, tetapi pengurangan ini belum tentu linier dengan radiasi ultraviolet dan indeks ultraviolet (Sumaryati, dkk., 2011). Keterkaitan antara radiasi global, ultraviolet, dan indeks ultraviolet di Bandung pada kondisi cerah berupa persamaan polinomial tingkat 2 dengan koefisien korelasi 0,99 tetapi kondisi ini sangat langka dijumpai. Besarnya pengurangan energi pada tiap-tiap panjang gelombang adalah tidak sama, dan bergantung juga pada komponen/senyawa kimia yang melakukan penyerapan.

Salah satu bagian penting dari spektrum radiasi matahari adalah ultraviolet (UV) yang terbagi lagi menjadi tiga subspektrum yaitu UVA, UVB, dan UVC. Ketika sinar matahari memasuki atmosfer Bumi maka semua UVC dan kira-kira 90% radiasi UVB diserap oleh ozon, uap air, oksigen, dan karbondioksida. Radiasi UVA kurang dipengaruhi oleh atmosfer (WHO, 2002). Dengan demikian maka radiasi UV matahari yang mencapai permukaan Bumi pada umumnya terdiri dari UVA dan sebagian kecil UVB.

Komponen lain yang menjadi penyebab melemahnya energi

radiasi matahari di permukaan Bumi adalah aerosol, terutama di lapisan stratosfer yang berasal dari letusan gunung berapi yang dahsyat. Aerosol akan terdistribusi secara vertikal dan horizontal, bahkan di lapisan troposfer bawah aerosol merupakan kontributor utama di dalam polusi udara. Aerosol dan debu yang memiliki diameter kurang dari 0,28 mikron berpotensi menyebabkan hamburan *Rayleigh* terhadap radiasi ultraviolet B matahari (Hamdi, 2009). Energi yang dihasilkan oleh matahari adalah tidak konstan. Bintik matahari diketahui akan menyebabkan kenaikan jumlah energi yang dilepaskan, dan terjadi secara berkala dalam sebuah siklus yang disebut sebagai siklus matahari. Siklus aktivitas matahari tidak berpengaruh banyak terhadap variabilitas intensitas harian UVB (Hamdi, dkk., 2009).

Penyerapan energi radiasi matahari oleh uap air di atmosfer yang diteliti di atas Mount Wilson menyatakan bahwa pada saat langit cerah dan matahari berada pada zenith-nya maka penyerapan total radiasi matahari oleh uap air dan karbon dioksida adalah 6-8% dari konstanta matahari. Nilai ini lebih besar daripada penyerapan radiasi ultraviolet yang dilakukan oleh ozon (Fowle, 1915). Namun demikian, penyerapan energi radiasi matahari oleh uap air ini sebagian besar terjadi di lapisan troposfer bawah, dan efek pemanasan terhadap udara dapat diabaikan (Yamamoto, 1952).

Di dalam tulisan ini akan ditampilkan dan dianalisis pola harian energi radiasi matahari yang dihitung dari nilai-nilai maksimum dan rata-ratanya untuk tiap-tiap bulan pengukuran. Selain itu juga dihitung rasio antara jumlah energi rata-rata bulanan terhadap energi maksimum bulanan untuk memberikan pemahaman mengenai pelemahan energi radiasi matahari ketika memasuki atmosfer Bumi. Pola harian ini akan diperbandingkan juga dengan pola harian kelembapan relatif.

2 DATA DAN METODOLOGI

2.1 Data

Pengamatan energi radiasi matahari dilakukan di kampus Universitas Bina Darma Palembang sebagai bagian dari kegiatan penelitian bersama (*collaborative research*) antara Pusat Sains dan

Teknologi Atmosfer LAPAN dengan Lembaga Pengabdian Masyarakat Universitas Bina Darma. Penelitian ini telah dimulai pada bulan Oktober 2010 hingga saat ini dan akan berlanjut hingga beberapa tahun yang akan datang. Sensor matahari yang terintegrasi dengan stasiun pengamat meteo permukaan (*weather station*) diletakkan pada ketinggian 30 meter dari permukaan tanah. Di antara beberapa parameter meteo yang diamati, kelembaban relatif udara merupakan parameter meteo yang digunakan di dalam tulisan ini. Pengamatan meteo permukaan dan energi radiasi matahari dilakukan setiap hari selama 24 jam dengan selang pencatatan selama 5 menit dan moda pengukuran sesaat (*instantaneous mode*). Di dalam tulisan ini, data kelembaban relatif dan energi radiasi yang digunakan adalah pada periode Oktober 2010 s.d. Desember 2013, dan tidak dibandingkan dengan data satelit karena memiliki resolusi ruang yang sangat berbeda. Data satelit mencakup luas hingga puluhan kilometer persegi sedangkan data sensor matahari ini hanya mencakup luas beberapa meter persegi saja. Data satelit biasanya dikalibrasi menggunakan data *in situ*.

2.2 Metodologi

Data energi radiasi matahari dan kelembaban relatif dikelompokkan berdasarkan bulan yang bersesuaian. Pengelompokan data dalam satu bulan didasarkan pada jam pengamatan yang sama, kemudian dilakukan penghitungan nilai rata-rata untuk jam pengamatan yang sama, dan dipilih juga energi terbesar pada kelompok jam yang sama dalam bulan bersesuaian. Pemilihan data energi terbesar dalam jam pengamatan yang sama (misalnya pukul 08:00, 08:05, 08:20, dst) dimaksudkan untuk memperkecil pengaruh-pengaruh yang disebabkan oleh perubahan-perubahan kondisi atmosfer dan dapat terjadi dalam waktu yang singkat, misalnya penutupan awan dan uap air. Statistika pola harian energi matahari ditampilkan pada Gambar 1. Satuan energi yang digunakan di dalam penelitian ini adalah *Langley (Ly)* dan telah digunakan secara luas di dunia internasional. 1 *Ly* ($1 \text{ cal(th)}/\text{cm}^2$) setara dengan $11,622 \text{ W-jam}/\text{m}^2$, atau setara juga dengan $41,84 \text{ kJ}/\text{m}^2$. (*cal(th)* = *thermocalorie*).

Setelah diperoleh pola harian untuk tiap-tiap bulan pengamatan kemudian dihitung juga jumlah energi harian yang tiba di permukaan Bumi dalam satu bulan, baik energi maksimum harian maupun energi rata-rata harian pada bulan yang bersesuaian. Pola energi harian yang tiba di permukaan Bumi ini ditunjukkan pada Gambar 3 untuk periode pengamatan yang sama (Oktober 2010 s.d. April 2013). Selain itu, digambarkan juga pola kelembapan relatif pada tiga bulan yang dipilih. Pada bulan-bulan tersebut, beberapa hari yang mengandung hujan pada siang hari tidak disertakan di dalam perhitungan. Adanya hujan pada siang hari menyebabkan kelembapan relatif udara menjadi lebih tinggi. Terakhir, dilakukan perbandingan energi maksimum harian terhadap energi rata-rata seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.

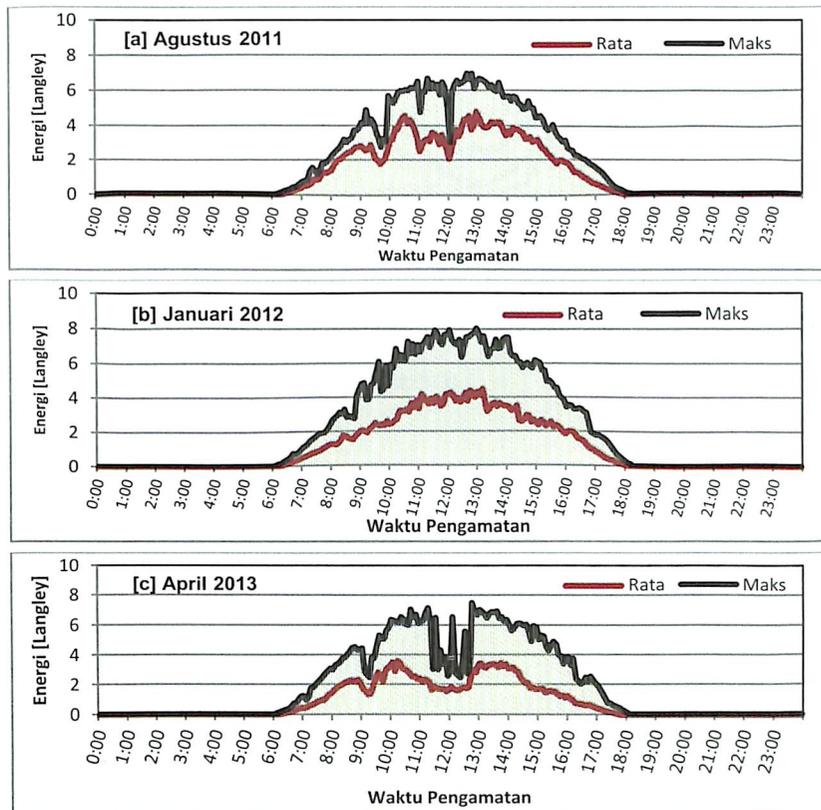
3 HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil

Pola harian energi matahari di kampus UBD Palembang dengan selang waktu pengamatan selama 5 menit ditunjukkan pada Gambar 1. Pada gambar tersebut, Gambar (a) mewakili pola bulan Agustus 2011 (musim kering), Gambar (b) mewakili pola bulan Januari 2012 (musim basah), dan Gambar (c) mewakili pola bulan April 2013 (musim peralihan). Garis/grafik berwarna hitam pada ketiga gambar tersebut mewakili pola bulanan energi maksimum, sedangkan grafik berwarna merah mewakili pola bulanan energi rata-rata. Energi maksimum pada saat matahari mencapai titik kulminasi (pukul 12:00 waktu matahari) disebut sebagai energi maksimum kulminasi, dan umumnya terjadi sekitar pukul 12:00 waktu setempat. Tercatat bahwa bulan Januari 2012 memiliki energi maksimum kulminasi yang relatif lebih besar dibandingkan dengan bulan Agustus 2011 maupun April 2013. Namun demikian, energi rata-rata kulminasi pada bulan Agustus 2011 diperkirakan lebih besar relatif terhadap bulan Januari 2012.

Gambar 2 adalah pola kelembapan relatif di kampus Universitas Bina Darma untuk 3 bulan yang dipilih. Grafik berwarna biru adalah kelembapan relatif maksimum, dan grafik berwarna hitam adalah kelembapan relatif rata-rata dalam satu

bulan tersebut, sedangkan grafik berwarna merah adalah kelembaban relatif minimum. Secara umum, kelembaban relatif di siang hari adalah lebih rendah dibandingkan dengan Kelembaban relatif pada malam hari, dan dapat dikaitkan dengan penyinaran oleh matahari pada siang hari. Kelembaban relatif siang hari pada bulan April 2013 (musim peralihan) rata-rata lebih tinggi dibandingkan dengan dua musim lainnya, baik kelembaban relatif maksimum, minimum, dan rata-rata. Kelembaban relatif maksimum pada bulan April 2013 adalah lebih dari 80%. Kelembaban relatif terendah terjadi pada bulan Agustus 2011, dengan minimumnya mencapai sedikit di atas 40%.

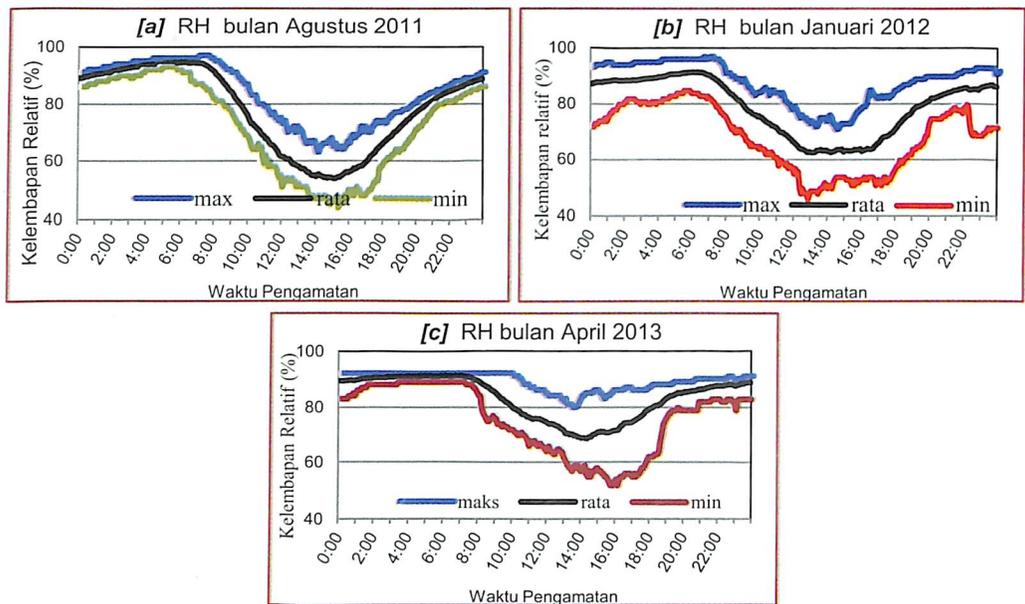


Gambar 1. Pola harian energi matahari di Kampus Universitas Bina Darma Palembang [a] bulan Agustus 2011, [b] bulan Januari 2012, dan [c] bulan April 2013. Grafik berwarna biru adalah pola energi matahari maksimum, sedangkan grafik berwarna merah adalah pola energi rata-rata.

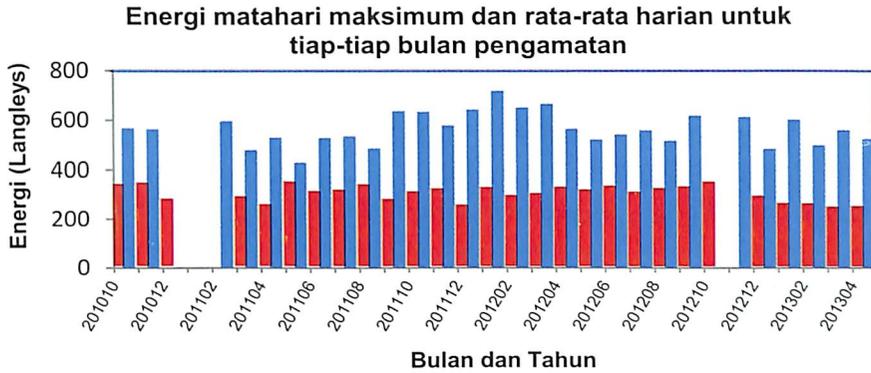
Gambar 3 adalah grafik energi matahari maksimum

(berwarna biru) dan rata-rata harian (berwarna merah) yang dihitung untuk tiap-tiap bulan pengamatan dalam satuan Langleys. Sumbu-X adalah bulan dan tahun pengamatan (YYYYMM), misalnya 201010 menunjukkan data untuk bulan 10 (Oktober) tahun 2010. Karena kesulitan teknis yang tidak teratasi maka terjadi kekosongan data selama tiga bulan yaitu 201012 dan 201101 serta 201210.

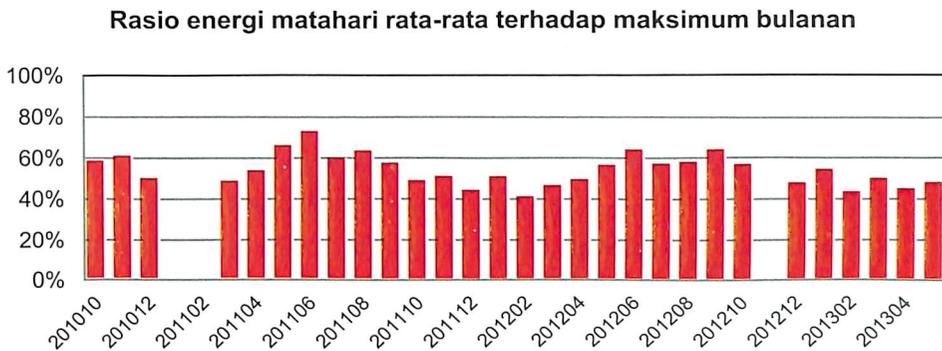
Gambar 4 adalah rasio energi matahari rata-rata terhadap maksimum bulanan pada periode yang diamati. Bagian berwarna merah menunjukkan energi maksimum sedangkan bagian berwarna biru adalah energi matahari rata-rata yang diterima oleh permukaan Bumi.



Gambar 2. Pola harian kelembaban relatif (RH = *relative humidity*) di kampus Universitas Bina Darma Palembang [a] bulan Agustus 2011, [b] bulan Januari 2012, dan [c] bulan April 2013. Grafik berwarna biru adalah pola kelembaban relatif maksimum, grafik berwarna hitam adalah kelembaban relatif rata-rata, dan grafik berwarna merah adalah pola kelembaban relatif minimum.



Gambar 3. Energi matahari maksimum dan rata-rata harian untuk tiap-tiap bulan pengamatan di kampus Universitas Bina Darma Palembang periode pengamatan Oktober 2010 hingga April 2013 (grafik berwarna biru) dilengkapi dengan energi matahari rata-rata bulanan (grafik berwarna merah).



Gambar 4. Rasio energi matahari rata-rata terhadap maksimum bulanan di kampus Universitas Bina Darma Palembang periode pengamatan Oktober 2010 hingga April 2013.

3.2 Pembahasan

Bentuk grafik pada Gambar 1 khususnya bagian (a) dan (b) dinamakan sebagai “pola gergaji”. Terjadinya pola gergaji pada Gambar 1(a) disebabkan besarnya perubahan komposisi atmosfer yang menyebabkan terjadinya perubahan panjang lintasan optis (*optical path length*) atmosfer secara cepat pula. Panjang lintasan optis didefinisikan sebagai jarak perpindahan cahaya matahari di dalam sistem optis. Dalam hal ini, atmosfer Bumi merupakan sebuah sistem optis bagi cahaya matahari. Semakin besar

panjang lintasan optis maka semakin besar juga pelemahan energi radiasi matahari yang disebabkan oleh atmosfer Bumi sehingga semakin berkurang juga energi matahari yang tiba di permukaan Bumi. Tanpa adanya perubahan-perubahan dalam komposisi atmosfer Bumi maka grafik energi matahari sejak matahari terbit hingga terbenam akan mengikuti bentuk setengah sinusoide, yang akan memiliki nilai tertinggi pada titik kulminasinya. Hal ini akan ditemukan pada kondisi cuaca cerah (Sumaryati dkk, 2011).

Pada bulan April 2013 terlihat sedikit kejanggalan pada grafik maksimum dan rata-rata (pukul 11 – 13), yaitu energinya menurun drastis hingga mencapai lebih dari 2 Ly. Secara teori, seharusnya grafik energi terhadap waktu adalah berbentuk setengah sinusoid dengan titik puncaknya di sekitar pukul 12 siang, dan mencapai nol pada saat matahari terbenam hingga matahari terbit keesokan harinya. Setelah dilakukan peninjauan langsung di tempat pengamatan maka ditemukan fakta bahwa pada waktu-waktu tertentu (misalnya saat matahari berada di titik kulminasi) sesuai dengan pergerakan semu matahari maka sensor matahari tertutup oleh bayangan menara dan beberapa antenna parabola beberapa penyedia jasa selular maupun internet yang posisinya lebih tinggi daripada posisi sensor matahari. Ini menyebabkan energi rata-rata pada jam tersebut mengalami penurunan juga secara konsisten.

Gambar 2 adalah pola harian kelembaban relatif yang diukur di Kampus Bina Darma Palembang. Kelembaban relatif udara memiliki pola yang bentuknya berlawanan dengan pola energi matahari tingkat permukaan, yaitu menurun ketika udara menerima panas dari matahari pada siang hari dan kembali meningkat pada malam hari. Di bagian *top environment*, insolasi mencapai maksimum sebelum tengah hari dan kemudian berkurang secara perlahan (*slightly*) setelah matahari mencapai kulminasinya dan dikaitkan dengan penutupan awan (Shuttleworth dkk., 1985).

Pada Gambar 2, hari-hari yang mengalami hujan tidak disertakan di dalam perhitungan untuk meminimalisir pengaruh uap air (=hujan) terhadap pelemahan energi matahari tingkat permukaan. Ini untuk menjelaskan terjadinya pelemahan

energi matahari pada bulan Agustus 2011 bukan disebabkan oleh terjadinya hujan, meskipun kelembapan relatif rata-rata di bulan April lebih tinggi dibandingkan dengan dua bulan lainnya. Bumi mengalami jarak terjauh dengan matahari pada tanggal 5 Juli sehingga pada bulan Agustus jaraknya relatif masih lebih jauh dibandingkan dengan bulan April. Akibatnya, intensitas matahari yang memasuki atmosfer Bumi menjadi relatif lebih kecil sehingga energi radiasi matahari yang tiba di permukaan Bumi pun menjadi lebih sedikit. Dengan kata lain, melemahnya energi radiasi matahari pada bulan Agustus disebabkan oleh berkurangnya energi matahari yang disebabkan oleh bertambahnya jarak Bumi-matahari. Hal ini akan mengurangi pembentukan uap air di udara akibat pemanasan permukaan Bumi.

Gambar 3 adalah statistika energi matahari harian yang dihitung dari energi rata-rata dan energi maksimum harian pada bulan-bulan bersesuaian seperti pada pembahasan sebelumnya. Di dalam periode penelitian ini diketahui bahwa jumlah energi maksimum harian terbesar diperoleh pada bulan Februari 2012 ($721,8 \text{ Ly/hari} = 30.201 \text{ kJ/m}^2$) dengan energi rata-rata harian sebesar 297 Ly/hari atau setara dengan 14.736 kJ/m^2 . Sementara itu, energi harian maksimum terkecil diperoleh pada bulan Juni 2011 ($431,2 \text{ Ly/hari} = 18.414 \text{ kJ/m}^2$) dan energi rata-rata hariannya sebesar $313,6 \text{ Ly/hari}$ atau 10.472 kJ/m^2). Belum ditemukan pola tahunan yang menunjukkan adanya siklus, atau kejadian berulang secara frekuentif karena periode data yang digunakan di dalam penelitian ini masih sangat singkat.

Pengaruh-pengaruh alam yang sangat berperan dalam pelemahan energi radiasi matahari, dapat diperkirakan melalui perbandingan antara energi maksimum dan energi rata-ratanya, seperti ditunjukkan pada Gambar 4. Bagian berwarna merah adalah rasio antara energi rata-rata terhadap energi maksimum. Jika rasio ini bernilai besar, misalkan sebesar 72,7% pada bulan Juni 2011, menunjukkan bahwa terjadi perubahan jumlah/komposisi yang sedikit pada molekul-molekul penyusun atmosfer yang memperlemah energi radiasi matahari, baik melalui proses pemantulan dan penghamburan, maupun proses penyerapan. Molekul-molekul yang berpotensi memperlemah

energi radiasi matahari di antaranya adalah debu, aerosol, uap air, dan lapisan ozon. Sebaliknya, jika rasio tersebut bernilai kecil, misalkan 40% pada bulan Februari 2012 maka terjadi sebaliknya, yaitu terjadi perbedaan yang besar terhadap kandungan senyawa-senyawa penyusun atmosfer yang berpotensi memperlemah energi radiasi matahari.

Pemanasan atmosfer oleh sinar matahari menyebabkan menurunnya jumlah uap air di permukaan dan menurunkan kelembaban relatif. Uap air akan menyerap panas yang berasal dari matahari sehingga memiliki energi kinetik yang cukup untuk mengatasi kekuatan tarik-menarik antar molekul. Jika energi kinetik telah melebihi kekuatan tersebut maka molekul-molekul uap air akan memisahkan diri sehingga bobotnya menjadi lebih ringan. Akibatnya, molekul uap air akan naik ke tingkat yang lebih tinggi mengikuti gaya konveksi.

Gambar 4 ini menceritakan kepada kita bahwa perubahan-perubahan komposisi atmosfer di atas Kampus Bina Darma sangatlah tinggi dari bulan ke bulan, misalnya perubahan penutupan awan yang berkait langsung dengan *optical path* atmosfer. Perubahan penutupan awan dapat terjadi dengan cepat dari menit ke menit sehingga menghasilkan fluktuasi energi radiasi matahari yang tinggi juga. Variasi perubahan komposisi atmosfer yang tinggi pada bulan Februari 2012 menghasilkan rasio energi rata-rata terhadap maksimum sebesar 41,1% yang berarti bahwa energi rata-ratanya jauh lebih kecil dibandingkan dengan energi maksimumnya.

4 KESIMPULAN

Munculnya pola gergaji disebabkan karena terjadinya perubahan yang cepat pada komposisi molekul-molekul penyusun atmosfer (*atmospheric constituents*), dan dapat dikaitkan dengan perubahan *optical path* atmosfer. Jumlah energi harian yang tiba di permukaan Bumi tidak sama tiap-tiap bulannya, bergantung pada keadaan atmosfer di atas titik pengukuran. Bulan Februari 2012 tercatat sebagai bulan yang memiliki potensi energi maksimum harian tertinggi, sedangkan potensi energi maksimum terendah tercatat pada bulan Juni 2011. Rasio yang rendah antara energi rata-rata harian dan

energi maksimum harian terjadi pada bulan Februari 2012, dan diduga kuat disebabkan oleh perubahan komposisi molekul-molekul penyusun atmosfer yang tinggi (fluktuatif). Rendahnya kelembapan relatif pada musim kering (Agustus 2011) disebabkan berkurangnya insolasi yang disebabkan oleh jarak Bumi matahari yang relatif lebih jauh, sehingga mengurangi pembentukan uap air di udara.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih disampaikan kepada (i) LPM Universitas Bina Darma yang telah memberikan izin penempatan peralatan, dan (ii) Syahril Rizal, ST, MT atas bantuan operasionalnya selama ini.

DAFTAR RUJUKAN

- Fowle, F. E., 1915: The Transparency of Aqueous Water Vapor. *Astrophys. J.*, **54**, 394.
- IARC, 1992: Solar and Ultraviolet Radiation. *IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risk of Chemicals to Humans*, **55**. Lyon, France: international agency for research on cancer, pp. 316.
- Hamdi S., 2009: 5 Tahun Pemantauan Intensitas Radiasi Ultraviolet B di Bandung. *Buku ilmiah Sains Atmosfer dan Ionosfer serta Aplikasinya*. LAPAN, pp. 57-63.
- Hamdi, S., Suparno, L. Husnan, H. Susanto, 2009: Energy of Solar Ultraviolet B Irradiance over Bandung and Watukosek in 2009. *120th RISH Symposium, Proceeding of workshop on Ground-Based Atmosphere Observation Network in Equatorial Asia*, pp. 277-281.
- Shuttleworth, W.J., Gash, H.H.C., Lloyd, C.J., Moore, C.J., Roberts, J., Marques, F.A.O., Fish, G., Silva, F.V.P., Ribeiro, M.N.G., Molion, L.C.B., SA, L.D.A.de Nobre, Cabral, O.M.R., Patel, S.R., Moraes, J.C., 1985: Daily variations of the temperature and humidity within and above Amazonian forest. *Weather*, **40**, n.4, p.102-108.
- Sumaryati, S.Hamdi, Suparno, 2011: Keterkaitan Radiasi Global, Radiasi Ultraviolet dan Indeks Ultraviolet. *Prosiding Seminar Nasional Sains Atmosfer dan Antariksa 2011*, LAPAN, pp. 263-270.
- Van der Leuin, J.C., Y. Takizawa, J.D. Longstreth, 1989: Environmental Effects Panel Report. Chapter 2 in Human

Health, UNEP.

World Health Organization, 2002: Global Solar UV Index: a practical guide. WHO.

Yamamoto, G., G. Onishi 1952: Absorption of solar radiation by water vapor in the atmosphere. *Journal of Meteorology*, **9**, pp/ 415-421.