

PEMANFAATAN DATA *OUTGOING LONGWAVE RADIATION* (OLR) DALAM IDENTIFIKASI FAKTOR AKTIVITAS MATAHARI DI INDONESIA

Jalu Tejo Nugroho¹, Safwan Hadi², Bayong Tjasyono², dan The Houw Liong³

¹Pusat Pemanfaatan Penginderaan Jauh, LAPAN

²Fakultas Ilmu dan Teknologi Kebumihan, ITB

³Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, ITB

imeljalu@yahoo.com

Abstract

Outgoing longwave Radiation (OLR) data has been used to identify the influence of solar activity in Indonesia. By using spectral analysis method we show that solar activity signals appear stronger relative to the data that has been grouped using clustering methods compared with roughly grouped data. From OLR data mapping related to the long period of about eight to 12 years and shorter periods of solar activity we find the distribution of solar activity signal in various regions in Indonesia.

Keywords: *Outgoing Longwave Radiation (OLR), solar activity*

Abstrak

Data *Outgoing Longwave Radiation* (OLR) telah dimanfaatkan dalam identifikasi pengaruh aktivitas matahari di Indonesia. Dengan metode analisis spektral tampak bahwa sinyal aktivitas matahari relatif muncul lebih kuat pada data yang telah dikelompokkan menggunakan metode pengklasteran dibandingkan dengan data yang dikelompokkan secara kasar. Pengaruh aktivitas matahari relatif lebih kuat pada daerah klaster II dan pola II disebabkan oleh posisinya yang berada di bagian tengah Indonesia sehingga pengaruh dari *El Niño Southern Oscillation* (ENSO) di Samudera Pasifik serta fenomena *Indian Ocean Dipole* (IOD) di Samudera Hindia menjadi melemah. Pengaruh aktivitas matahari yang kuat pada klaster I dan pola I untuk bulan-bulan tertentu terkait dengan posisi relatif matahari.

Kata kunci: *outgoing longwave radiation (OLR), aktivitas matahari*

1. PENDAHULUAN

Curah hujan Indonesia selain dipengaruhi oleh fenomena dinamika atmosfer dan lautan yaitu *El Nino Southern Oscillation* (ENSO), dan *Indian Ocean Dipole* (IOD) dipengaruhi pula oleh aktivitas matahari. Penelitian di bidang hubungan matahari dan bumi, khususnya mengenai pengaruh aktivitas matahari pada curah hujan Indonesia masih perlu dilakukan mengingat pemahaman mengenai mekanisme yang melatarbelakanginya belum sepenuhnya diketahui. Terkait dengan curah hujan di daerah tropis, *Outgoing Longwave Radiation* (OLR) yang didefinisikan sebagai energi yang dipancarkan oleh permukaan bumi dan atmosfer ke angkasa luar sebagai radiasi

inframerah dengan energi yang relatif rendah, dapat memberikan informasi temperatur puncak awan yang dapat digunakan untuk memperkirakan jumlah curah hujan tropis. Kesetimbangan energi radiasi di bumi dapat dihubungkan dengan besarnya OLR mengingat parameter ini merepresentasikan total energi radiasi yang dipancarkan keluar angkasa oleh atmosfer dan permukaan.

Sejak tahun 1997 telah dikembangkan prediksi bulanan menggunakan data *Outgoing Longwave Radiation* (OLR) dengan akurasi yang cukup baik dan dapat memberikan gambaran umum kondisi cuaca di wilayah Indonesia, curah hujan normal, di bawah normal, maupun di atas normal (Khomarudin et.al, 2011). Dengan asumsi bahwa OLR dapat dimanfaatkan untuk identifikasi curah hujan di daerah tropis maka data tersebut akan digunakan untuk meneliti pengaruh aktivitas matahari di Indonesia menggunakan metode pengklasteran.

2. DATA DAN METODE

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data bulanan OLR yang diperoleh dari www.esrl.noaa.gov/psd/data/gridded/data.interp_OLR.html mulai dari bulan Juni 1974 sampai dengan bulan November 2010. Data merupakan data grid global dengan resolusi $2,5^{\circ} \times 2,5^{\circ}$. Data yang dipergunakan dalam penelitian ini dipilih untuk wilayah Indonesia dengan posisi lintang dan bujur masing-masing 95°BT - 142°BT dan 10°LU - $12,5^{\circ}\text{LS}$. Format data dalam nc dan pengolahannya menggunakan *software* Panoply. Satuan data OLR di dalam W/m^2 .

Untuk mengelompokkan wilayah berdasarkan kemiripan pola digunakan metode pengklasteran samar (*fuzzy clustering*). Dengan metode ini kita dapat menentukan klaster optimal dalam suatu ruang vektor yang didasarkan pada bentuk normal Euclidian untuk jarak antar vektor. Keberadaan tiap-tiap titik data dalam suatu klaster ditentukan oleh derajat keanggotaan. Algoritma pengklasteran yang digunakan pada penelitian ini merujuk pada Kusumadewi, 2006.

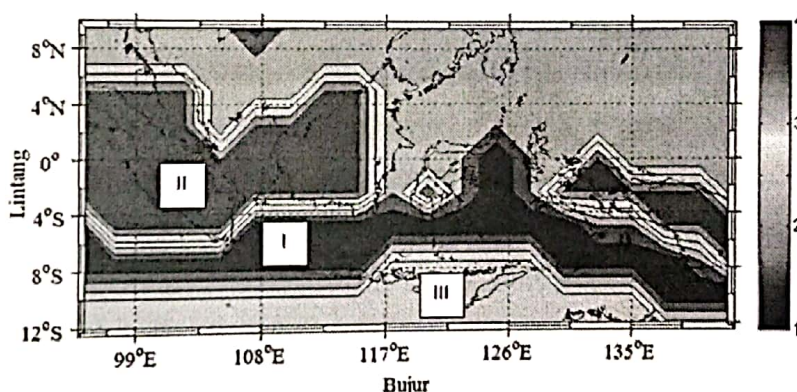
Untuk menganalisis data deret waktu guna mendapatkan komponen-komponen penyusunnya, baik yang bersifat periodik maupun periodik bayangan kami menggunakan metode analisis spektral. Tujuannya antara lain adalah untuk mencari keberulangan suatu fenomena serta untuk mengidentifikasi faktor-faktor lain yang diduga ikut mempengaruhi terjadinya suatu fenomena yang tidak tampak ketika dilakukan analisis korelasi (Djamaluddin, 2003). Foster (1996) telah mengembangkan metode *Weighted Wavelet Z-transform* (WWZ) untuk mendeteksi dan mengkuantifikasi sinyal periodik atau pseudo-periodik tersebut. Metode itu kemudian dibuat dalam bentuk perangkat lunak oleh *The American Association of Variable Star Observers* (AAVSO) yang pada awalnya dibuat untuk keperluan analisis data bintang variabel dan dapat diunduh melalui

internet (<http://www.aavso.org/data/software/>). Secara umum, kegunaan ini dapat diperluas untuk keperluan analisis data deret waktu, termasuk didalamnya adalah aktivitas matahari, yang diketahui siklusnya berulang sekitar 11 tahun dan juga data-data meteorologi.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Metode pengklasteran digunakan untuk mengelompokkan wilayah di Indonesia berdasarkan data OLR sehingga diharapkan pada saat mengidentifikasi pengaruh faktor aktivitas matahari pada curah hujan di Indonesia akan diperoleh hasil yang lebih baik dibandingkan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, yaitu pengelompokan wilayahnya masih dipilih secara kasar.

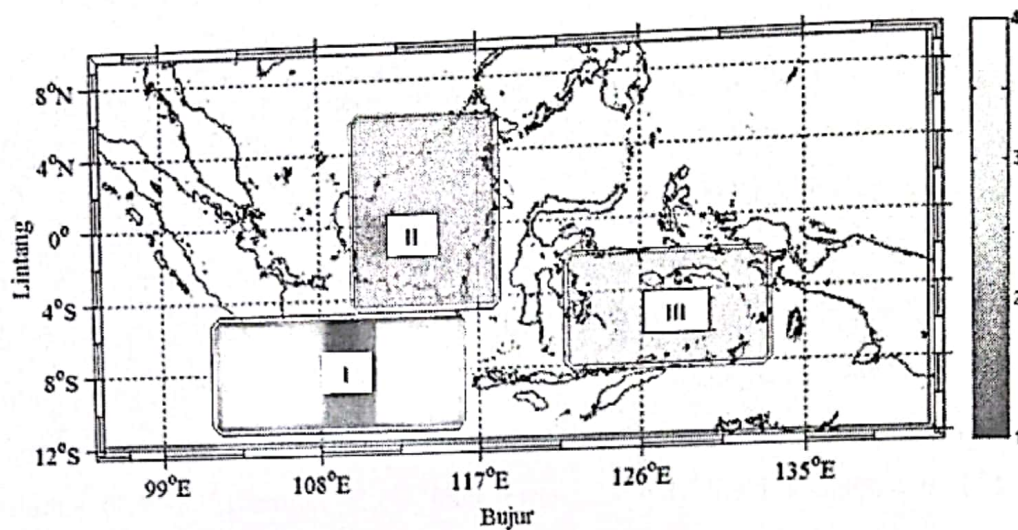
Gambar 1 merupakan hasil pengklasteran data OLR tahun 1996-2000 untuk wilayah Indonesia. Pemilihan *interval* tahun didasarkan pada setengah siklus ke- 23 aktivitas matahari, diawali dari fase turun tahun 1996 sampai dengan fase puncak tahun 2000.



Gambar 1. Hasil pengklasteran data OLR berbasis tahun 1996-2000

Setelah dipilih empat klaster maka selanjutnya data untuk tiap-tiap klaster akan dibandingkan dengan data yang sama dari wilayah yang telah dikelompokkan sebelumnya untuk melihat serta membandingkan sinyal aktivitas matahari dan juga sinyal dari sumber lain yang diperoleh menggunakan metode analisis spektral.

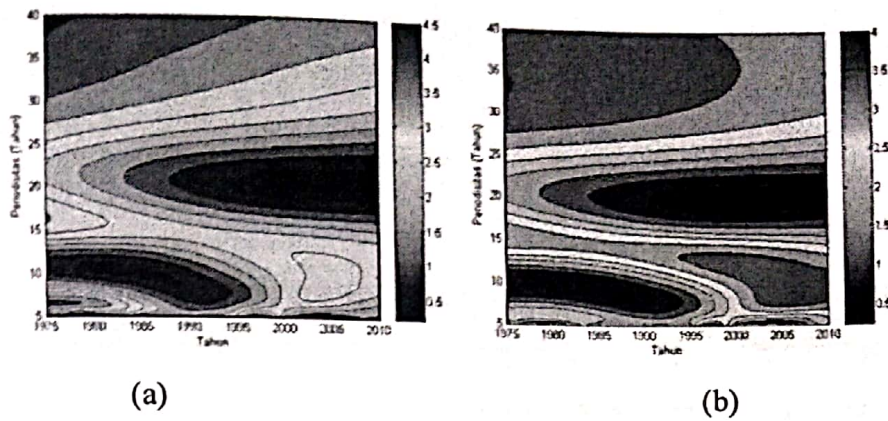
Untuk membuktikan bahwa algoritma metode pengklasteran yang digunakan telah sesuai dan dapat diterapkan untuk mencapai tujuan di atas maka hasil analisis spektral data OLR pada wilayah yang dikelompokkan melalui pengklasteran terlebih dulu akan diverifikasi dengan hasil analisis spektral pada wilayah yang telah dikelompokkan tanpa klaster. Pemilihan daerah tersebut merujuk kepada Nugroho dan Djamaluddin (2005) adalah sebagai berikut: pola I ($5^{\circ}\text{LS}-10^{\circ}\text{LS}$, merujuk kepada Nugroho dan Djamaluddin (2005) adalah sebagai berikut: pola I ($5^{\circ}\text{LS}-10^{\circ}\text{LS}$, $110^{\circ}\text{BT}-115^{\circ}\text{BT}$), pola II ($5^{\circ}\text{N}-2,5^{\circ}\text{S}$, $110^{\circ}\text{BT}-117^{\circ}\text{BT}$) dan pola III ($2,5^{\circ}\text{LS}-7,5^{\circ}\text{LS}$, $122,5^{\circ}\text{BT}-132,5^{\circ}\text{BT}$) seperti diilustrasikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Pemilihan daerah analisis yang telah dikelompokkan sebelumnya tanpa klaster, yaitu pola I, II, dan III

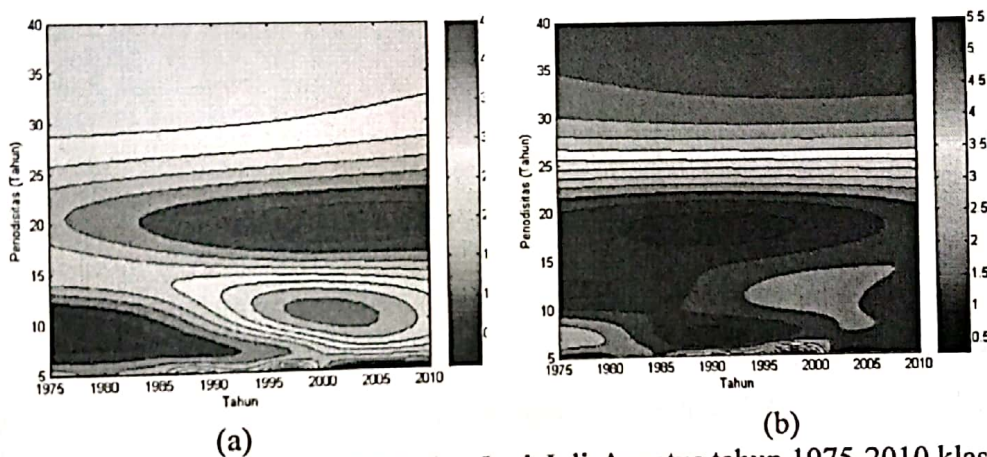
Verifikasi data OLR dari wilayah yang telah diklaster dilakukan dengan cara membandingkannya dengan data OLR untuk wilayah yang dikelompokkan tanpa menggunakan klaster. Hasil analisis spektral dari perbandingan tersebut ditampilkan pada Gambar 3.a dan Gambar 3.b di bawah ini. Gambar 3.a (Gambar 3.b) merupakan hasil analisis spektral data OLR wilayah Indonesia untuk klaster (pola) II selama bulan Juni-Juli-Agustus tahun 1975 sampai dengan tahun 2010 yang dikelompokkan menggunakan metoda pengklasteran (secara kasar dengan koordinat $5^{\circ}\text{LU}-2.5^{\circ}\text{LS}$, $110^{\circ}\text{BT}-117^{\circ}\text{BT}$). Kita dapat melihat bahwa kedua gambar memiliki pola yang sama. Secara fisis ini menjelaskan bahwa faktor yang mempengaruhi curah hujan wilayah yang dianalisis mempunyai periode sekitar delapan sampai 12 tahun serta periode sekitar 19 sampai dengan 23 tahun yang merupakan pengaruh (siklus) aktivitas matahari.

Kami melihat kecenderungan bahwa data yang diklaster dapat menunjukkan kontur sinyal aktivitas matahari dengan lebih jelas dan kuat dibandingkan dengan data yang dikelompokkan secara kasar (pola I, II, dan III). Hal ini ditunjukkan pada Gambar 4.a (Gambar 4.b) yang merupakan analisis spektral data OLR bulan Juni-Juli-Agustus tahun 1975 sampai dengan 2010 untuk klaster I (pola I, dengan koordinat $5^{\circ}\text{LS}-10^{\circ}\text{LS}$, $102^{\circ}\text{BT}-115^{\circ}\text{BT}$).



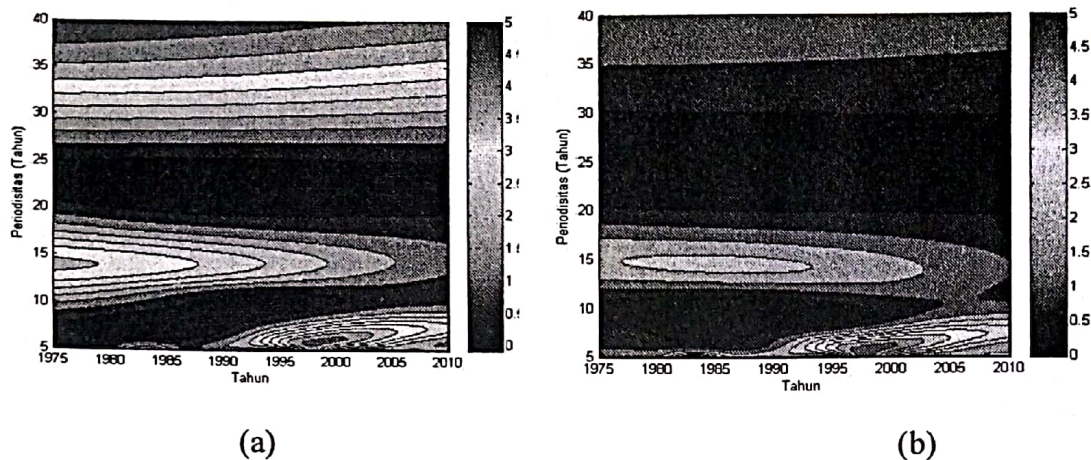
Gambar 3. (a) Analisis spektral data OLR bulan Juni-Juli-Agustus tahun 1975-2010 klaster II. (b) Analisis yang sama untuk pola II ($5^{\circ}\text{LU}-2,5^{\circ}\text{LS}, 110^{\circ}\text{BT}-117^{\circ}\text{BT}$).

Secara umum kedua gambar memiliki kemiripan pola, ditandai dengan munculnya puncak pada periode sekitar delapan sampai dengan 12 tahun serta lembah pada periode sekitar 15 sampai dengan 23 tahun. Tapi pada Gambar 4.a tampak bahwa sinyal dengan periode sekitar sembilan sampai dengan 13 tahun, yang juga adalah periode dominan aktivitas matahari, kemunculan/konturnya lebih kuat dibandingkan dengan Gambar 4.b.



Gambar 4. (a) Analisis spektral OLR bulan Juni-Juli-Agustus tahun 1975-2010 klaster I. (b) Analisis yang sama untuk pola I ($5^{\circ}\text{LS}-10^{\circ}\text{LS}, 102^{\circ}\text{BT}-115^{\circ}\text{BT}$).

Hasil lain yang juga membuktikan bahwa sinyal aktivitas matahari muncul lebih jelas pada data yang telah diklaster ditampilkan pada Gambar 5.a (Gambar 5.b) yang merupakan hasil analisis spektral data OLR bulan Desember-Januari-Februari tahun 1975-2010 untuk klaster II (pola II, dengan koordinat $5^{\circ}\text{LU}-2,5^{\circ}\text{LS}, 110^{\circ}\text{BT}-117^{\circ}\text{BT}$). Pada kedua gambar ini muncul periode aktivitas matahari sekitar 10 sampai dengan 15 tahun, periode lima sampai dengan delapan tahun yang bersumber dari pengaruh ENSO serta pengaruh lain dengan periode yang lebih panjang di atas 30 tahun.



Gambar 5. (a) Analisis spektral OLR bulan Desember-Januari-Februari tahun 1975-2010 klaster II. (b) Analisis yang sama untuk pola II ($5^{\circ}\text{LS}-10^{\circ}\text{LS}$, $102^{\circ}\text{BT}-115^{\circ}\text{BT}$).

Analisis spektral data OLR bulan Maret-April-Mei tahun 1975 sampai dengan tahun 2010 untuk klaster II (pola II, dengan koordinat $5^{\circ}\text{LU}-2,5^{\circ}\text{LS}$, $110^{\circ}\text{BT}-117^{\circ}\text{BT}$) juga menunjukkan hasil yang sama dimana sinyal aktivitas matahari pada data yang telah diklaster cenderung muncul lebih kuat dibandingkan dengan data wilayah yang dipilih secara kasar atau tanpa klaster.

Dengan kenyataan bahwa sinyal aktivitas matahari pada data yang diklaster menunjukkan intensitas yang lebih kuat. Hal ini mengindikasikan bahwa secara umum sinyal faktor aktivitas matahari tampak lebih jelas pada daerah analisis dengan area yang lebih luas. Pada area yang terbatas faktor lokal diduga lebih dominan dalam mempengaruhi curah hujan di daerah tersebut sehingga sinyal aktivitas matahari menjadi melemah. Faktor lokal dapat muncul dari adanya interaksi antar pulau maupun kondisi topografi dari wilayah yang dianalisis.

Salah satu dugaan pengaruh aktivitas matahari relatif lebih kuat pada daerah klaster II dan pola II yang identik dengan pola curah hujan ekuatorial adalah bahwa posisi geografis daerah tersebut berada di bagian tengah Indonesia sehingga pengaruh dari *El Niño Southern Oscillation* (ENSO) di Samudera Pasifik serta fenomena *Indian Ocean Dipole* (IOD) di Samudera Hindia menjadi melemah.

Sementara itu pada klaster I dan pola I yang merepresentasikan pola curah hujan monsun pengaruh aktivitas matahari juga muncul relatif kuat, untuk bulan-bulan tertentu, yang pada kasus di atas dibuktikan pada bulan Juni-Agustus tahun 1975-2010. Pada bulan-bulan tersebut bersesuaian dengan posisi matahari di belahan bumi utara, sehingga di belahan bumi utara mengalami musim panas. Terdapat sel tekanan rendah di Asia dan sel tekanan tinggi di Australia yang menggerakkan monsun timur atau monsun tenggara. Oleh karena matahari berada di garis balik utara maka udara di atas benua Asia mengalami pemanasan yang intensif sehingga mengalami tekanan rendah.

Berkebalikan dengan kondisi tersebut di belahan selatan tidak mengalami pemanasan intensif sehingga udara di atas benua Australia mengalami tekanan tinggi. Akibat perbedaan tekanan di kedua benua tersebut maka angin bertiup dari tekanan tinggi (Australia) ke tekanan rendah (Asia) yaitu udara bergerak di atas laut yang jaraknya pendek sehingga uap air yang dibawanya juga sedikit yang mengakibatkan wilayah Indonesia mengalami musim kering/kemarau.

4. KESIMPULAN

Data *Outgoing Longwave Radiation* (OLR) dapat dimanfaatkan untuk mengidentifikasi pengaruh aktivitas matahari di Indonesia. Sinyal aktivitas matahari muncul relatif lebih kuat pada data yang telah dikelompokkan menggunakan metode pengklasteran dibandingkan dengan data yang dikelompokkan secara kasar. Secara tidak langsung ini menjelaskan bahwa pengaruh aktivitas matahari pada curah hujan lebih kepada skala yang luas dibandingkan pada area yang terbatas. Sinyal aktivitas matahari muncul terutama pada saat pengaruh dari *El Niño Southern Oscillation* (ENSO) di Samudera Pasifik serta fenomena *Indian Ocean Dipole* (IOD) di Samudera Hindia melemah.

Pengaruh aktivitas matahari relatif lebih kuat pada daerah klaster II (pola II) yang identik dengan pola curah hujan ekuatorial disebabkan pengaruh dari ENSO serta IOD melemah. Sementara itu pada klaster I (pola I) yang merepresentasikan pola curah hujan monsun pengaruh aktivitas matahari juga muncul relatif kuat, untuk bulan-bulan tertentu, terkait dengan posisi matahari di belahan bumi utara, sehingga di belahan bumi utara mengalami musim panas.

DAFTAR RUJUKAN

- Djamaluddin, T., 2003, *Solar Activity Influence on Climate in Indonesia*, Proc. ISCS Symposium, Slovakia, hlm. 355-357
- Foster, G., 1996, Wavelets for Period Analysis of Unevenly Sampled Time Series, *Astronomical Journal*, v112, 1709
- Khomarudin, M.R., et.al, Peluang dan Tantangan Aplikasi Penginderaan Jauh untuk Mitigasi Bencana, *Inderaja LAPAN*, II(3), 2011
- Kusumadewi, Sri., *Fuzzy Multi-Attribute Decision Making (FMADM)*, Graha Ilmu Yogyakarta, 2006
- Nugroho, J. T. dan Djamaluddin, T., 2005, *Solar Activity Effects on Cloud Cover over Indonesia*, Proc. of the 9th Asian-Pacific Regional IAU Meeting, hlm. 52-53