

SINYAL AKTIVITAS MATAHARI DAN ENSO PADA POLA LIPUTAN AWAN DI INDONESIA

Jalu Tejo Nugroho, Rasdewita Kesumaningrum dan Nana Suryana
Peneliti Bidang Matahari dan Antariksa, LAPAN

ABSTRACT

We have analyzed the Solar and El Nino Southern Oscillation (ENSO) signals on cloud cover over Indonesia by using correlation and spectral analysis methods. We find correlation coefficient between Southern Oscillation Index (SOI) as an ENSO indicator and total cloud cover for monsoon, equatorial and local climate pattern are 0.8, 0.49 and 0.85 respectively. By spectral analysis we also find the solar signal with 11 years periodicity on cloud cover that investigated. The weak 11 years signal on SOI may also indicate the solar influencing on ENSO.

ABSTRAK

Telah dilakukan metode analisis korelasi dan analisis spektral untuk mengetahui sinyal aktivitas matahari dan *El Nino Southern Oscillation* (ENSO) pada pola liputan awan di Indonesia. Dengan menggunakan data *Southern Oscillation Index* (SOI) sebagai indikator ENSO yang dikorelasikan dengan data liputan awan total masing-masing untuk daerah dengan pola iklim *monsun*, ekuatorial serta lokal diperoleh koefisien korelasi berturut-turut sebesar 0.8, 0.49 dan 0.85. Sinyal aktivitas matahari muncul pada spektral liputan awan terutama pada saat faktor lain melemah. Sinyal 11 tahun pada spektral SOI mengindikasikan adanya pengaruh tidak langsung aktivitas matahari pada ENSO.

1 PENDAHULUAN

Pada awalnya, pengaruh aktivitas matahari dalam mempengaruhi liputan awan global diketahui dari adanya korelasi positif antara pola liputan awan global dengan intensitas sinar kosmis yang mencapai permukaan Bumi selama pengamatan yang dilakukan mulai dari tahun 1985 hingga 1990 (Svensmark dan Friis-Christensen, 1997). Sementara intensitas sinar kosmis yang mencapai permukaan Bumi sendiri diketahui dimodulasi oleh aktivitas matahari. Saat matahari aktif, medan magnet Bumi akan bereaksi dinamis melindungi Bumi dari partikel bermuatan sinar kosmis sehingga intensitas yang mencapai permukaan Bumi menjadi berkurang. Di sisi lain, proton sinar kosmis yang masuk ke atmosfer Bumi akan berinteraksi menghasilkan banyak partikel yang pada akhirnya dapat mempengaruhi produksi aerosol serta inti kondensasi awan.

Dengan menggunakan metode analisis spektral diketahui bahwa sinyal aktivitas matahari 11 tahunan muncul pada beberapa parameter iklim di Indonesia, termasuk di dalamnya adalah liputan awan (Djamaluddin, 2001). Ditambahkan pula bahwa pengaruh aktivitas matahari tersebut muncul relatif kuat di wilayah Indonesia dengan pola iklim *monsun* terutama selama musim-musim kering (Djamaluddin, 2003 dan Sinambela et. al. 2005). Di samping sinyal aktivitas matahari, muncul pula sinyal dengan periode sekitar 3-6 tahun yang diduga merupakan faktor ENSO (*El Nino Southern Oscillation*). Penelitian ini pada dasarnya bertujuan untuk mengetahui pengaruh ENSO pada liputan awan di Indonesia serta sinyal matahari pada spektral SOI (*Southern Oscillation Index*) sebagai indikator ENSO.

2 PENGOLAHAN DATA

Data liputan awan yang digunakan adalah data liputan awan total dari *Meteorological Satellite Center (MSC)* Jepang terhitung dari bulan April 1978 hingga Januari 1996. Dari data rata-rata lima harian dengan grid 2° x 2° tersebut kemudian dihitung rata-rata bulannya. Daerah liputan yang ditinjau dalam rentang lintang geografis Indonesia 10°U-12°S, 90°-140°T serta dipisahkan berdasarkan pola iklim, yaitu pola *monsun* (5°S-10°S, 101°T-117°T), pola ekuator (5°U-3°S, 109°T-117°T)+ (5°U-3°S, 92°T-108°T) dan pola lokal (1°S-7°S, 121°T-133°T). Sebagai indikator ENSO digunakan data SOI (*Southern Oscillation Index*) dengan interval tahun yang sama, dari *Bureau Meteorology of Australia*. Perhitungan analisis spektral dilakukan dengan menggunakan piranti lunak *Weighted Wavelet z-Transform* (Foster, 1996) yang dikembangkan oleh *American Association of Variable Star Observers*.

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

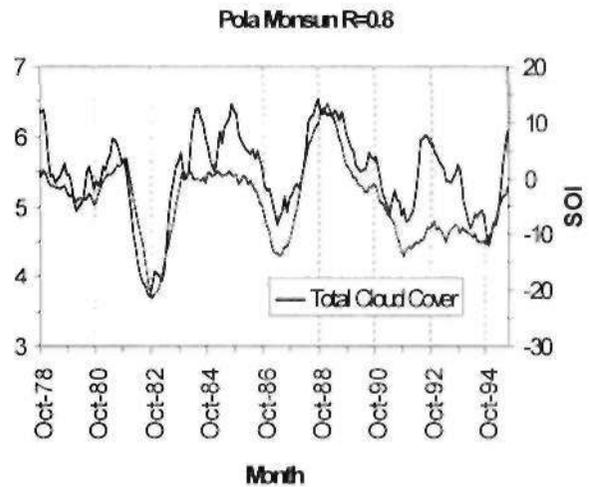
Dari Gambar 3-1a sampai dengan Gambar 3-1c yang merupakan *plot* data deret waktu liputan awan total Indonesia untuk pola *monsun*, ekuator dan lokal serta data SOI sebagai indikator ENSO terlihat adanya kesesuaian kurva pada kedua parameter tersebut. Hal ini secara statistik ditandai dengan diperolehnya koefisien korelasi (r), yang secara matematis didefinisikan sebagai

$$\frac{\sum (x - \bar{x})(y - \bar{y})}{\sqrt{\sum (x - \bar{x})^2 \sum (y - \bar{y})^2}}, \text{ berturut-turut}$$

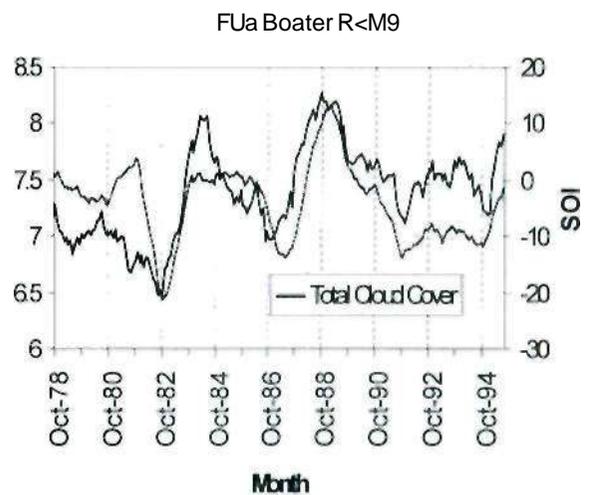
sebesar 0.8, 0.49 dan 0.84. Pada saat kejadian El Nino kuat, yaitu pada tahun 1982-1983 tampak kedua kurva turun secara curam. Demikian pula saat kejadian La Nina kuat pada tahun 1988-1989, kurva naik relatif cepat. Hal ini membuktikan adanya pengaruh regional-global yang kuat (dalam hal ini adalah ENSO) pada pola awan di Indonesia, terutama di wilayah timur Indonesia yang dalam pemilihan daerah analisis ini

mempunyai pola iklim lokal, yang letaknya lebih dekat ke kawasan Samudera Pasifik.

Fenomena *Indian Ocean Dipole* (IOD) di kawasan Samudera Hindia tampaknya juga ikut mempengaruhi pola liputan awan di Indonesia walaupun tidak sekuat pada kejadian ENSO. Pengaruh IOD terutama terjadi di sekitar Indonesia barat, yang pada umumnya mempunyai iklim *monsun* (Nugroho dan Yatini, 2006).

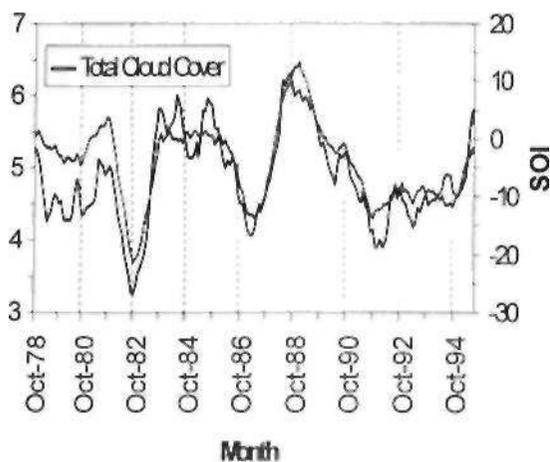


Gambar 3-1a: Grafik liputan awan total Indonesia untuk pola *monsun* dibandingkan dengan data SOI. Tampak adanya kesesuaian yang ditandai dengan koefisien korelasi sebesar 0.8



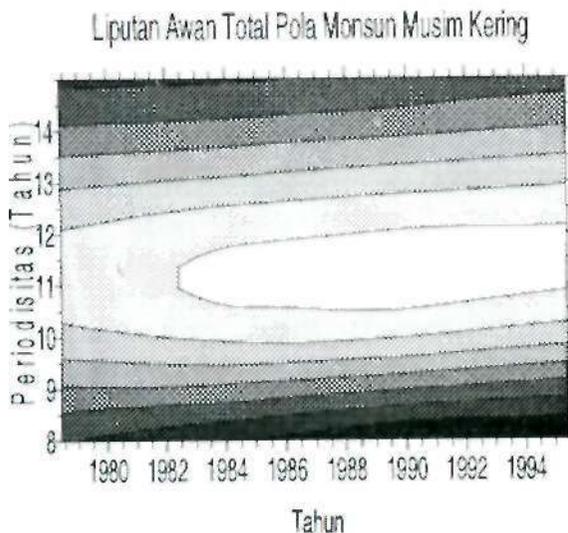
Gambar 3-1b: *Plot* yang sama untuk pola ekuator dan lokal, berturut-turut dengan koefisien korelasi sebesar 0.49 dan 0.85

Pola Lokal R=0.85



Gambar 3-1c: Plot yang sama untuk pola ekuator dan lokal, berturut-turut dengan koefisien korelasi sebesar 0.49 dan 0.85

Sementara itu, munculnya sinyal 11 tahunan aktivitas matahari pada liputan awan total Indonesia dapat dilihat dari hasil analisis spektral antara lain pada pola *monsun* selama musim kering (Juni-Agustus) seperti ditampilkan dalam bentuk kontur pada Gambar 3-2.



Gambar 3-2: Pola kontur liputan awan total pola *monsun* selama musim kering Juni-Agustus, muncul spektral sekitar 11 tahun yang identik dengan siklus aktivitas matahari

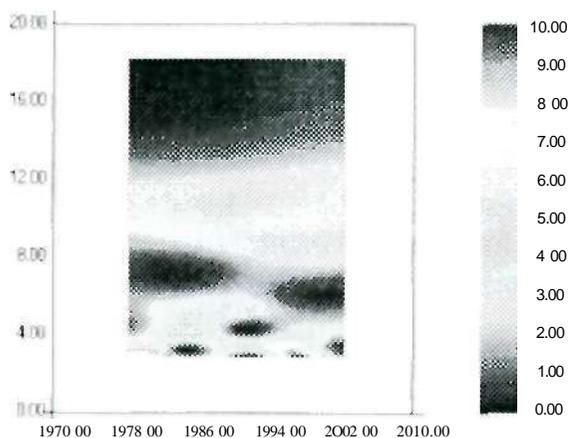
Secara umum dapat dijelaskan bahwa munculnya sinyal aktivitas matahari pada spektral liputan awan di

Indonesia adalah relatif kuat apabila faktor regional-global, dalam hal ini adalah faktor iklim, melemah (Nugroho dan Djamaluddin, 2005).

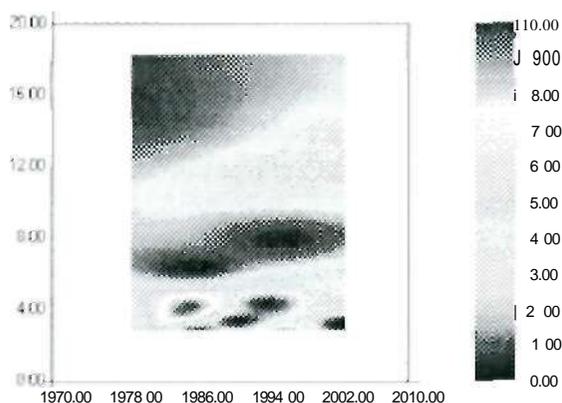
Dari analisis spektral data bulanan SOI untuk wilayah Indonesia selama bulan Juni-Agustus serta Desember-Februari untuk bulan Juni 1978 sampai dengan Januari 1996 yang ditampilkan pada Gambar 3-3a dan Gambar 3-4b ternyata juga memunculkan sinyal aktivitas matahari dengan periode 11 tahunan seperti halnya pada liputan awan walaupun sinyalnya relatif lebih lemah. Ini memunculkan dugaan bahwa ENSO yang dapat diindikasikan melalui data SOI dipengaruhi pula oleh aktivitas matahari. Sebelumnya telah berhasil diketahui pula adanya sinyal sekitar 3-6 tahun pada parameter aktivitas matahari $f_{10.7}$ yang periodisitasnya mirip dengan sinyal pada SOI (Djamaluddin, 2003).

Kurangnya pemahaman secara utuh mengenai mekanisme fisis yang melatarbelakangi hubungan aktivitas matahari dan iklim sampai saat ini masih menjadi perhatian walaupun sudah banyak bukti empirik yang menunjukkan adanya keterkaitan itu. Salah satu mekanisme fisis mengenai pengaruh aktivitas matahari pada cuaca dan iklim di Indonesia diajukan oleh The Houw Liong, 2006.

Untuk wilayah Indonesia tengah, yang dalam analisis ini mempunyai pola iklim ekuatorial, pada saat aktivitas matahari maksimum, partikel bermuatan yang dipancarkan matahari akan secara langsung mempengaruhi medan magnetik antara Bumi matahari yang akan membelokkan sinar kosmis sehingga intensitas sinar kosmis yang sampai ke bumi menjadi minimum, tutupan awan akan menurun. Selain itu karena *flare* bertambah, maka irradiansi matahari yang diterima bumi akan bertambah. Sementara untuk Indonesia bagian timur dan barat, terdapat waktu tunda sekitar dua hingga tiga tahun antara kejadian ENSO dan IOD dengan aktivitas matahari (The, 2006).



Gambar 3-4a: Analisis spektral SOI wilayah Indonesia selama bulan Juni-Agustus



Gambar 3-4b: Untuk bulan Desember-Februari sama-sama memunculkan sinyal 11 tahunan aktivitas matahari

4 KESIMPULAN

Pola liputan awan di Indonesia dipengaruhi antara lain oleh faktor regional-global, yaitu ENSO, yang secara empirik ditunjukkan dengan adanya kesesuaian kurva antara parameter tersebut. Selain itu, pola liputan awan Indonesia juga dipengaruhi oleh faktor kosmogenik yaitu aktivitas matahari, yang diperoleh melalui analisis spektral pada data liputan awan. Sinyal aktivitas matahari muncul dan nampak dominan

apabila faktor regional/global tersebut lemah. Sinyal 11 tahun pada spektral SOI mengindikasikan adanya pengaruh tidak langsung aktivitas matahari pada ENSO.

DAFTAR RUJUKAN

- Djamaluddin, T., 2001. *Bukti-Bukti Empirik Pengaruh Aktivitas Matahari pada Iklim*. Warta LAPAN Vol. 3 No. 3, him. 127-139.
- Djamaluddin, T., 2003. *Solar Activity Influence on Climate in Indonesia*. Proc. ISCS Symposium, Slovakia, him. 355-357.
- Foster, G., 1996. *Wavelets for Period Analysis of Unevenly Sampled Time Series*. Astron. J., Vol. 112, him. 1709-1729.
- Nugroho, J. T. dan Djamaluddin, T., 2005. *Solar Activity Effects on Cloud Cover over Indonesia*. Proc. of the 9th Asian-Pacific Regional IAU Meeting, him. 52-53.
- Nugroho, J. T. dan Yatini, C. Y., 2006. *Indication of Solar Signal in Indian Ocean Dipole Phenomena over (IOD) Phenomena over Indonesia*. Proc. of International Conference on Mathematics and Natural Sciences, ITB, him. 1298-1300.
- Sinambela, W., 2005. *Pengaruh Aktivitas Matahari dan ENSO pada Liputan Awan di atas Indonesia*. Warta LAPAN Vol. 7 No. 3, him. 116-127.
- Svensmark, H., dan Friis-Christensen, E. J., 1997. *Variation of Cosmic Rays Flux and Global Cloud Coverage*. Atmospheric & Solar-Terrestrial Phys. Vol. 59, No. 11, him. 1225-1232.
- The Houw Liong, 2006. *Sistem Peringatan Dini Berdasarkan Aktivitas Matahari*. Prosiding Seminar Nasional Sains Antariksa III, LAPAN Bandung.