

SIMULASI CURAH HUJAN AKIBAT PENGARUH KENAIKAN AKTIVITAS MATAHARI

Suaydhi

*Bidang Penelitian Matahari dan Lingkungan Antariksa
Puslitbang Pengetahuan Ionosfer LAPAN*

Ringkasan

Pengaruh variabilitas matahari terhadap iklim bumi belum diterima secara utuh, meskipun telah banyak penelitian yang menemukan keterkaitan antara fenomena atmosfer ataupun di permukaan bumi dengan aktivitas matahari. Makalah ini menyajikan studi awal pengaruh satu persen kenaikan konstanta matahari terhadap curah hujan menggunakan model CSIRO9. Tanpa ada perubahan pada faktor-faktor lain yang dapat mempengaruhi iklim, misalnya peningkatan gas rumah kaca, kenaikan aktivitas matahari menunjukkan adanya peningkatan jumlah curah hujan.

Abstract

Although there were many investigations that found the connection between terrestrial and atmospheric phenomena, the effect of solar variability to terrestrial climate hasn't been fully accepted. Using CSIRO9 model, preliminary study on the effect of 1% increase of solar constant to the rainfall is discussed in this paper.

Kata-kata kunci: variabilitas matahari, perubahan curah hujan.

1. Pendahuluan

Curah hujan merupakan salah satu fenomena iklim yang paling penting bagi kelangsungan hidup di bumi. Oleh karena itu penelitian-penelitian yang berkaitan dengan fenomena ini terus menerus dilakukan. Namun objek yang ditinjau lebih sering terfokus pada masalah statistiknya. Studi tentang faktor-faktor yang berpengaruh terhadap perubahan curah hujan dan dampak dari perubahan tersebut belum mendapat perhatian. Kita tahu bahwa perubahan curah hujan mempunyai dampak yang luas. Daerah yang kekurangan curah hujan akan dilanda kekeringan, sebaliknya daerah yang curah hujannya meningkat terancam oleh masalah banjir.

Sekarang ini pemanasan global menjadi masalah pokok yang terus dibicarakan. Pemanasan global mengakibatkan perubahan-perubahan pada variabel-variabel iklim lainnya. Flower dan Hennessy (1995) memberikan indikasi bahwa pemanasan global sangat mungkin menimbulkan kenaikan frekuensi dan intensitas curah hujan.

Gas rumah kaca untuk saat ini menjadi faktor yang paling dipercaya dalam perubahan iklim global. Meskipun faktor variabilitas kegiatan matahari sangat mungkin menjadi pemicu perubahan iklim global, namun karena kesulitan dalam menjelaskan mekanisme fisiknya membuat faktor matahari kurang mendapat dukungan. Untuk melihat apakah variabilitas matahari berpengaruh terhadap perubahan iklim, maka perlu dilakukan simulasi yang hanya memuat perubahan pada aktivitas matahari tanpa melihat adanya peningkatan konsentrasi gas rumah kaca.

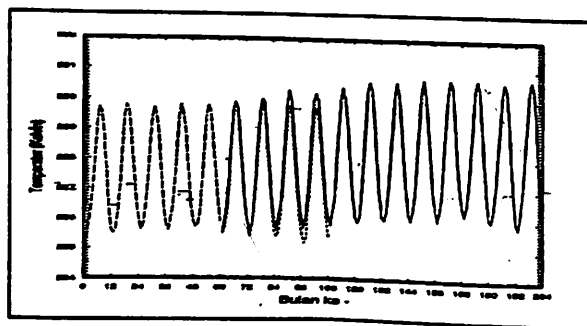
2. Argumen Fisis dan Empiris

Kapasitas udara dalam menahan air merupakan fungsi temperatur. Tingkat kejenuhan tekanan uap air meningkat secara tak linier dengan meningkatnya temperatur udara, kira-kira berlipat dua untuk tiap kenaikan 10°C pada -20°C sampai $+45^{\circ}\text{C}$ (Oke, 1987). Hubungan ini diterjemahkan sebagai potensi curah hujan telah dibuktikan oleh pengamatan satelit (Stephen, 1990), yang menunjukkan hubungan tak linier antara jumlah air yang dapat menjadi hujan dalam suatu kolom vertikal di atas lautan dengan temperatur permukaan laut (SST). Asalkan tidak ada perubahan pada dinamika atmosfer yang dikaitkan dengan memanasnya atmosfer bawah (dan lautan) dapat diharapkan berakibat pada meningkatnya curah hujan global.

Mekanisme serupa juga berlaku pada hujan di atas daratan. Hujan di atas daratan disebabkan oleh gerakan embun dari atas lautan ke atas daratan. Keadaan ini akan bertambah kuat pada kondisi angin kencang ke arah pantai, misalnya selama monsun tropis. Pada kasus konveksi, kekuatan aktivitasnya meningkat karena adanya pemanasan panas laten kondensasi di udara setelah terjadinya kondensasi. Dalam sistem konveksi, efek tambahan yang tak linier ini memperbesar terjadinya hujan lebat akibat peningkatan air yang dapat menjadi hujan (precipitable water).

3. Deskripsi dan Hasil Simulasi

Dalam simulasi ini digunakan model iklim CSIRO9. Model ini merupakan model spektral yang mempunyai resolusi horizontal R21 (pemotongan rhomboid pada nomor gelombang 21) yang menghasilkan grid sebesar 3.2° lintang dan 5.6° bujur, dan resolusi vertikal sebesar 9 lapisan. Selain itu simulasi ini tidak menggunakan model sirkulasi lautan penuh, hanya menggunakan sebuah skema model *mixed-layer ocean* (MLO). MLO digunakan sebagai interface antara lautan dan atmosfer. Penjelasan lengkap mengenai model CSIRO9 dapat dilihat pada McGregor et al. (1993).

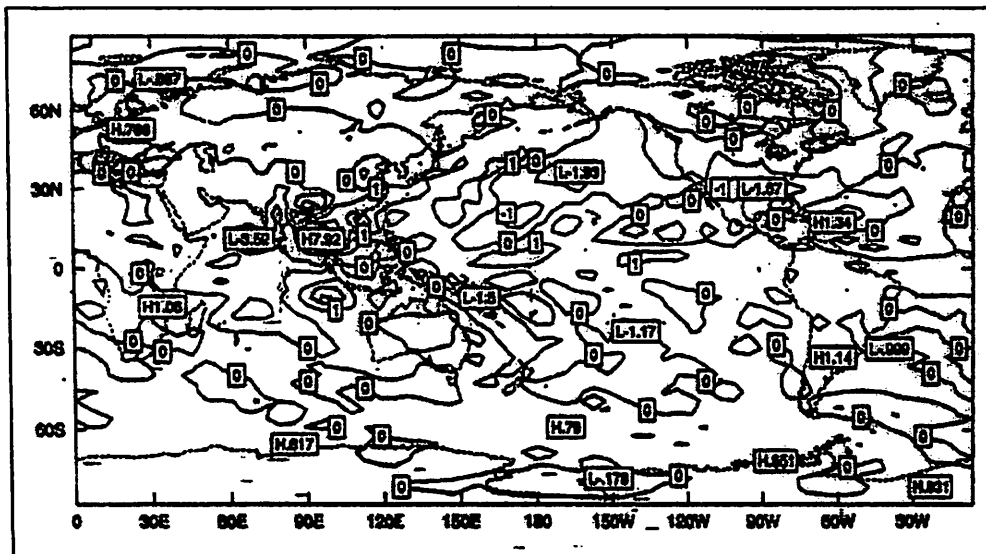


Gambar 1. Variasi curah hujan bulanan secara global

Pada mulanya model dijalankan untuk menghitung koreksi Q -flux dengan masukan temperatur permukaan laut (SST) dari klimatologi. Teknik koreksi Q -flux ini adalah metoda penggantian perpindahan panas yang tak dihitung secara eksplisit dalam MLO. Kemudian model dijalankan lagi dengan harga Q -flux yang telah didapat, tanpa ada perubahan harga konstanta matahari saat ini (dalam model ini digunakan 1367 Wm^{-2}). Setelah *control run* ini berjalan selama empat tahun, harga konstanta matahari dinaikkan sebesar satu persen menjadi 1380 Wm^{-2} dan model dijalankan dengan kondisi awal yang sama dengan *control run*.

Gambar 1 memperlihatkan variasi bulanan curah hujan secara global untuk masing-masing simulasi, bulan ke 1-60 untuk klimatologi run, bulan ke 61-108 untuk control run, dan bulan ke 61-204 untuk simulasi kenaikan konstanta matahari sebesar 1%. Kenaikan jumlah curah hujan terlihat jelas pada hasil simulasi kenaikan konstanta matahari.

Secara geografis juga terjadi perubahan jumlah curah hujan (gambar 2). Perubahan ini dihitung dari rata-rata tahunan hasil kenaikan konstanta matahari (12 tahun) dikurangi dengan rata-rata tahunan control run (4 tahun). Dari gambar tersebut terlihat dari daerah-daerah yang mengalami kenaikan curah hujan secara tajam adalah Teluk Benggala dan Eropa bagian tengah. Sedangkan daerah yang curah hujannya turun drastis adalah sekitar Laut Arab.



Gambar 2 Perubahan curah hujan akibat kenaikan aktivitas matahari (yang diwakili oleh naiknya harga konstanta matahari sebesar 1%)

4. Pembahasan

Hasil dari model CSIRO9 memperlihatkan, sebelum kenaikan konstanta matahari pola curah hujan yang dihasilkan relatif stabil. Setelah model dijalankan dengan harga konstanta matahari dinaikkan 1 %, terlihat jumlah curah hujan perlahan-lahan meningkat dan akhirnya mencapai keadaan setimbang pada tingkat jumlah curah hujan yang lebih tinggi dari pada sebelum adanya kenaikan harga konstanta matahari. Hal ini menunjukkan bahwa kenaikan iradiansi matahari menyebabkan lebih banyak penguapan dan kapasitas atmosfer dalam menahan uap air juga meningkat. Keadaan ini berakibat pada meningkatnya jumlah curah hujan. Peningkatan kapasitas atmosfer akhirnya mencapai batas maksimum dan pola curah hujan yang dihasilkan mencapai keadaan setimbang.

Peningkatan curah hujan seperti yang terlihat pada Gambar 1 secara geografis sulit dilihat karena perubahan curah hujan yang terjadi tidak merata (Gambar 2). Di daerah Antartika, pemansan lebih banyak mengakibatkan penguapan dan efek rumah kaca yang ditimbulkan oleh efek rumah kaca yang ditimbulkan oleh uap air menambah jumlah penguapan. Jadi umpan balik positif ini menyebabkan adanya kenaikan curah hujan

di sekitar kutub selatan. Mekanisme yang sama dapat terjadi di pegunungan Alpen yang diliputi salju.

Satu hal yang menarik terjadi di sekitar lautan India. Di sebelah barat anak benua India, yaitu laut Arab, terjadi penurunan curah hujan paling drastis sebaliknya sebelah timurnya, yaitu teluk Benggala, terjadi kenaikan curah hujan paling tinggi. Curah hujan di kedua daerah ini sangat tergantung pada angin muson (*monsoon*). Mehta dan Lau (1997) menyatakan kemungkinan adanya mekanisme umpan balik positif dalam sistem muson atmosfer-tanah-lautan yang meningkat akibat perubahan iradiansi matahari.

Temperatur permukaan laut (SST) sangat berperan dalam pembentukan awan. Daerah-daerah yang mempunyai SST lebih tinggi kemungkinannya mendapat curah hujan akan lebih tinggi. Arus laut berpengaruh terhadap SST. Dari sudut pandang ini daerah-daerah yang mendapat arus panas, seperti di sekitar selat Madagaskar dan kepulauan Karibia menunjukkan adanya kenaikan curah hujan. *Upwelling* atau naiknya air dari bawah ke permukaan dapat berpengaruh terhadap SST. Kekosongan di sekitar daerah-daerah yang terdapat arus laut akan diisi oleh aliran air dibawah (*upwelling*). Daerah-daerah yang kemungkinan mengalami *upwelling* ini, seperti di pusat Pasifik Utara dan Pasifik Selatan, serta di tenggara Australia, menunjukkan adanya penurunan curah hujan.

Perubahan iradiansi matahari dalam waktu singkat tidak langsung berpengaruh pada temperatur permukaan laut, tetapi dapat berpengaruh terhadap tekanan udara. Jika angin yang ditimbulkan oleh perbedaan tekanan udara akan makin besar, maka arus laut yang ditimbulkan akan makin besar pula. Hal ini akan diikuti oleh makin besarnya *upwelling*.

5. Kesimpulan

Kenaikan curah hujan pada keadaan aktivitas matahari meningkat 1% memberi dukungan pada gagasan bahwa aktivitas matahari berpengaruh pada perubahan curah hujan. Meskipun terjadi kenaikan rata-rata secara global, perubahan curah hujan yang terjadi tidak sama. Ada wilayah yang mengalami kenaikan curah hujan, namun ada pula yang curah hujannya menurun.

Analisis perubahan curah hujan akibat pemanasan global dapat digunakan untuk mendeteksi daerah-daerah yang akan mengalami peningkatan atau penurunan jumlah curah hujan. Dengan demikian daerah yang mungkin akan mendapat curah hujan berlebih atau daerah yang akan mengalami kekeringan sudah dapat dikenali lebih awal. Hal ini akan sangat membantu dalam melakukan antisipasi yang tepat, sehingga akan mengurangi jumlah kerugian yang ditimbulkan baik oleh banjir maupun kekeringan.

Ucapan terima kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Dr. I.N. Smith yang telah membantu penulis dalam menjalan model CSIRO9 pada komputer Silicon Graphics untuk simulasi ini.

Daftar Pustaka

- Fowler, A.M., and K.J. Hennessy 1995, "Potential impact of Global warming on the frequency and magnitude of heavy precipitation", *Natural hazard* 11. hal 283-303.
- Mc. Gregor, J.L., H.B.Gordon, I.G.Watterson, M.R.Dix, and L.D.Rotstain 1993, "the CSIRO9 9-level Atmospheric General Circulation Model", *CSIRO Division of Atmospheric Research Technical Paper* No. 26, Australia.

- Mehta, V.M. and K.M.Lau 1997, "Influence of Solar irradiance on the Indian Monsoon ENSO Relationship at decadal-multidecadal time scales", *Geophys. Res. Lett.* 24(2), hal. 159-162.
- Stephens, G.L., 1990, " On the Relationship between water vapour over the oceans and sea surface temperature", *J.clim.* 3, hal. 634-645.