

PENGUNAAN FAST FOURIER TRANSFORM DALAM ANALISIS KENORMALAN CURAH HUJAN DI SUMATERA BARAT DAN SELATAN KHUSUSNYA SAAT KEJADIAN DIPOLE MODE

Eddy Hermawan

Pusat Pemanfaatan Sains Atmosfer dan Iklim, LAPAN, Bandung

E-mail : eddy@bdg.lapan.go.id

Abstrak

Studi ini menekankan kepada penggunaan teknik FFT (Fast Fourier Transform) dalam menganalisis kenormalan curah hujan bulanan di beberapa kawasan yang ada di Sumatera Barat dan Sumatera Selatan, khususnya pada saat kejadian Dipole Mode (DM). Data yang digunakan selain curah hujan rata-rata bulanan, juga data Dipole Mode Index (DMI) rata-rata bulanan periode Januari 1980 hingga Desember 1999. Hasilnya menunjukkan bahwa secara umum curah hujan bulanan yang tersebar di kawasan tersebut cukup bervariasi. Hal ini ditunjukkan pada analisis spektral yang menunjukkan periodisitas yang cukup kompleks.

Hasil analisis spektral lebih lanjut menunjukkan bahwa kedua wilayah tersebut didominasi oleh tipe iklim Monsun. Hal ini terlihat pada puncak energi spektralnya yang berada pada periode sekitar 12 bulan. Walaupun demikian, di beberapa wilayah di Sumatera Barat masih juga ditemukan puncak energi spektral pada periode 6 bulan yaitu di daerah Bukit Tinggi, Maninjau, dan Sicincin. Selain itu, puncak energi spektral juga ditemukan pada periode 18-36 bulan, 50-100 bulan di beberapa wilayah walaupun tidak terlalu kuat.

Sementara analisis spektral DMI menunjukkan bahwa puncak energi spektral berada pada periode 18-36 bulan dan 50 bulan. Adanya persamaan osilasi pada DMI dengan curah hujan di kedua kawasan tersebut merupakan indikasi awal bahwa DM mempengaruhi curah hujan di Sumatera Barat dan Sumatera Selatan.

Fenomena Dipole Mode mempengaruhi curah hujan di Sumatera Selatan dan Sumatera Barat. Dibandingkan DM (-), DM (+) ternyata memberikan pengaruh yang relatif lebih besar terhadap curah hujan di kedua kawasan tersebut. Pada saat DM (+), wilayah Sumatera Barat dan Sumatera Selatan memiliki curah hujan di bawah normal terutama pada periode JJA dan SON. Pada saat DM (-), wilayah Sumatera Barat dan Sumatera Selatan memiliki curah hujan di atas normal.

Kata kunci : FFT, DMI dan Kenormalan Curah Hujan

Abstract

This study is mainly concerned to the use of Fast Fourier Transform (FFT) technique in analysing the monthly rainfall normally at the several areas in the Western and Southern part of Sumatera Island, especially when the Dipole Mode (DM) event occurred over that region. Data used in this study are the average of monthly rainfall and Dipole Mode Index (DMI) for period of January 1980 to December 1999. The result shows that the average of monthly rainfall is quite various. It is shown by the complexity of the periodicity in the spectral analysis.

The more spectral analysis shows that those area are mostly influenced by Monsoon which can be seen by the predominant peak oscillation closed to 12 month.

However, less of them are influenced by Semi-Annual Oscillation such as Bukit Tinggi, Maninjau, and Sicincin with predominant oscillation closed to 6 month. Nevertheless, in some areas, it is found the predominant peak oscillation between 18-36 month, 50 month, and 100 month respectively although it is not as strong as 12 or 6 month oscillation.

While, the predominant peak oscillation for DM are found at 18-36 month and 50 month, respectively. The similar periodicity of the DMI and rainfall indicates that DM influences rainfall in Western and Southern Sumatera.

Dipole Mode Phenomena influences rainfall in Western and Southern Sumatera. Compared by DM (-), DM(+) more influences rainfall in both areas. When DM(+) occurs, the rainfall in those areas is under normal condition especially on JJA (Juni-July-August) and SON (September-October-November). However, when DM(-) occurs, the rainfall is abundant than usual.

Keywords : FFT, DMI, and the rainfall normally

I. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan daerah tropis yang unik dimana dinamika atmosfernya dipengaruhi oleh kehadiran angin pasat, angin monsun, iklim *marine* dan pengaruh berbagai kondisi lokal. Cuaca dan iklim di Indonesia mempunyai karakteristik khusus yang hingga kini mekanisme proses pembentukannya belum diketahui banyak orang.

Iklim dapat didefinisikan sebagai ukuran statistik cuaca untuk jangka waktu tertentu dan cuaca menyatakan status atmosfer pada sembarang waktu tertentu. Dua unsur utama iklim adalah suhu dan curah hujan. Indonesia sebagai daerah tropis ekuatorial mempunyai variasi suhu yang kecil, sementara variasi curah hujannya cukup besar. Oleh karena itu curah hujan merupakan unsur iklim yang paling sering diamati dibandingkan dengan suhu.

Secara umum curah hujan di wilayah Indonesia didominasi oleh adanya pengaruh beberapa fenomena, antara lain sistem Monsun Asia-Australia, El-Nino, sirkulasi Timur-Barat (*Walker Circulation*) dan Utara-Selatan (*Hadley Circulation*) serta beberapa sirkulasi karena pengaruh lokal (Mcbride, 2002). Variabilitas curah hujan di Indonesia sangatlah kompleks dan merupakan suatu bagian *chaotic* dari variabilitas monsun (Ferranti (1997), dalam Aldrian (2003)). Monsun dan pergerakan ITCZ (*Intertropical Convergence Zone*) berkaitan dengan variasi

curah hujan tahunan dan semi-tahunan di Indonesia (Aldrian, 2003), sedangkan fenomena El-Nino dan Dipole Mode berkaitan dengan variasi curah hujan antar-tahunan di Indonesia.

Indonesia dikenal sebagai benua maritim karena sebagian besar wilayahnya merupakan lautan dan dikelilingi oleh dua Samudera yaitu Samudera Hindia dan Samudera Pasifik. Oleh karena itu elemen iklimnya terutama curah hujan memungkinkan dipengaruhi oleh keadaan SPL (Suhu Permukaan Laut) di sekitarnya.

Salah satu fenomena yang dicirikan oleh adanya suatu perubahan SPL yang kemudian mempengaruhi curah hujan di Indonesia adalah fenomena yang terjadi di Samudera Hindia yang dikenal dengan istilah Dipole Mode (DM) yang tidak lain merupakan fenomena *couple* antara atmosfer dan laut yang ditandai dengan perbedaan anomali dua kutub Suhu Permukaan Laut (SPL) di Samudera Hindia tropis bagian timur (perairan Indonesia di sekitar Sumatera dan Jawa) dan Samudera Hindia tropis bagian tengah sampai barat (perairan pantai timur Benua Afrika).

Pada saat anomali SPL di Samudera Hindia tropis bagian barat lebih besar daripada di bagian timurnya, maka terjadi peningkatan curah hujan dari normalnya di pantai timur Afrika dan Samudera Hindia bagian barat. Sedangkan di Indonesia mengalami penurunan curah hujan dari

normalnya yang menyebabkan kekeringan, kejadian ini biasa dikenal dengan istilah Dipole Mode Positif (DM +). Fenomena yang berlawanan dengan kondisi ini dikenal sebagai DM (-) (Ashok et al., 2001).

Hasil kajian yang dilakukan Saji, et al (2001) menunjukkan adanya hubungan antara fenomena DM dengan curah hujan yang terjadi di atas Sumatera bagian Selatan sebesar -0,8. Selain itu, Banu (2003) juga telah mengkaji adanya pengaruh DM terhadap curah hujan di BMI (Benua Maritim Indonesia) dan Gusmira (2005) yang mengkaji dampak DM terhadap angin zonal dan curah hujan di Sumatera Barat.

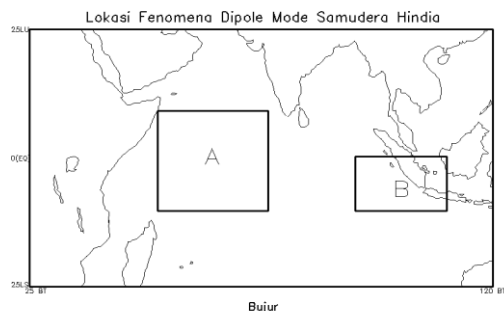
Seperti halnya di Sumatera Barat, pada tugas akhir ini juga dikaji keterkaitan kejadian DM terhadap curah hujan di Sumatera Selatan. Dengan menggunakan lebih banyak data stasiun untuk kedua kawasan tersebut, diharapkan dapat dianalisis keadaan curah hujan yang mewakili curah hujan sebenarnya terutama yang terjadi pada saat kejadian DM.

II. PENGOLAHAN DATA

II.1 Sumber Data

- Indeks Dipole Mode (IDM) ditentukan dari perbedaan anomali SPL (Suhu Permukaan Laut) di Lautan Hindia bagian Barat (50°E-70°E, 10°S-10°N, kotak A pada Gambar 2.1) dan anomali SPL di Lautan Hindia bagian Timur (90°E-110°E, 10°S-10°N, kotak B pada Gambar 2.1).

Data IDM bulanan (Januari 1980-Desember 1999) diperoleh melalui <http://w3.jamstec.go.jp/frsgc/research/d1/saji/dmi.html>.



Gambar 2.1 Lokasi Fenomena Dipole Mode (DM) yang didefinisikan berdasarkan Saji et al. (1999) di Samudera Hindia.

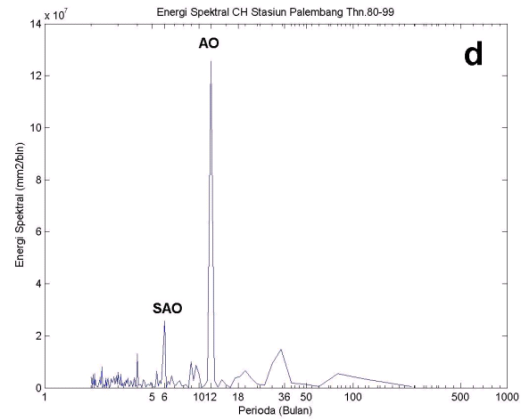
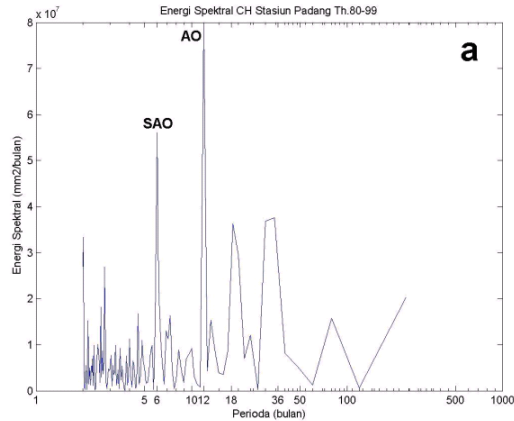
- Data global dalam bentuk grid :
 - Suhu Permukaan Laut (SPL) bulanan (Januari 1980-Desember 1999).
 - Keluaran Radiasi Gelombang Panjang (RGP) bulanan (Januari 1980-Desember 1999).
 - Presipitasi bulanan (Januari 1980-Desember 1999).
 Sumber data diperoleh dari data NCEP/NCAR Reanalysis pada NOAA (<http://www.cdc.noaa.gov>).
- Curah hujan bulanan observasi bulanan yang meliputi 12 stasiun pengamatan yang terdiri dari 8 stasiun pengamatan di Sumatera Barat dan 4 stasiun pengamatan di Sumatera Selatan. Data curah hujan observasi (Januari 1980-Desember 1999) diperoleh dari Badan Meteorologi dan Geofisika (BMG) Jakarta.

II.2 Pengolahan Data

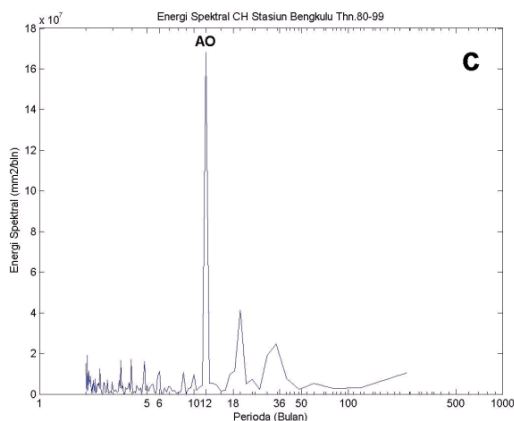
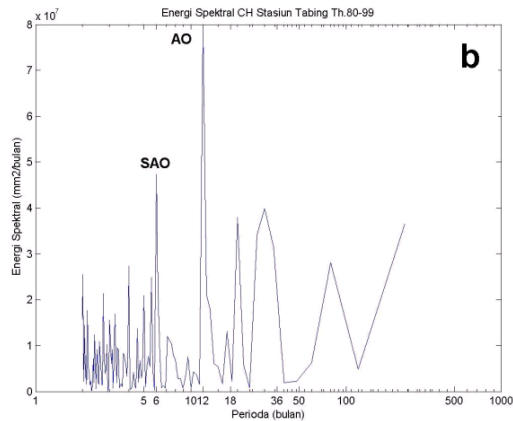
- Analisis spektral terhadap curah hujan di Sumatera Barat dan Selatan dengan menggunakan analisis *Fast Fourier Transform* (FFT).
- Perhitungan persentase curah hujan pada tahun-tahun DM terhadap curah hujan normal selama 20 tahun (1980-1999).
- Analisis koefisien korelasi untuk mengetahui hubungan antara curah hujan dengan parameter IDM yaitu SPL.
- Analisis komposit anomali SPL dan keluaran RGP di perairan Sumatera bagian barat dan selatan serta Samudera Hindia pada saat DM (+) dan DM (-).

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

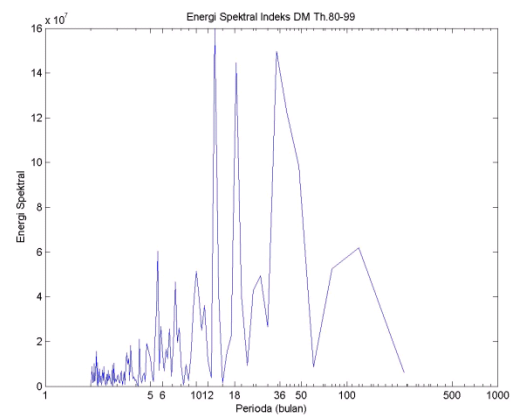
III.1 Analisis Spektral Curah Hujan di Sumatera Barat dan Selatan



Gambar 3.1 Energi Spektral Curah Hujan di Stasiun Padang (a), Tabin (b), Bengkulu (c), dan Palembang (d)



Secara keseluruhan (Gambar 3.1) dapat dilihat bahwa Sumatera Barat dan Selatan umumnya didominasi Osilasi Tahunan (AO). Siklus tahunan tersebut menandakan bahwa kawasan ini dipengaruhi oleh tipe iklim monsun. Selain Osilasi Tahunan, juga ditemukan Osilasi Setengah-Tahunan pada kedua kawasan ini. Siklus setengah-tahunan ini berhubungan dengan pergerakan ITCZ ke arah utara dan selatan pada saat bulan Oktober-November dan Maret-April-Mei (Davidson *et al.*, 1984; Davidson, 1984).



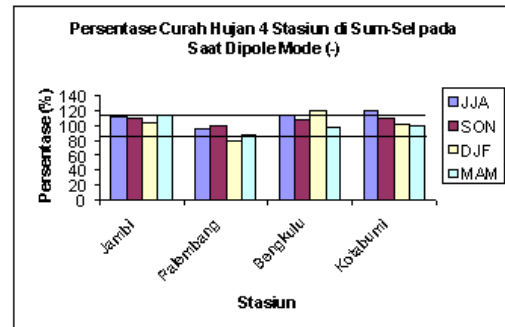
Gambar 3.2 Energi Spektral Indeks DM

Analisis spektral curah hujan di Sumatera Barat dan Selatan juga menunjukkan bahwa terdapat puncak energi spektral walaupun sangat lemah pada periode 1.5-3 tahunan. Adanya osilasi-osilasi tersebut

merupakan suatu indikasi awal terjadinya curah hujan bersamaan dengan DM. Hal ini ditunjukkan dengan kemiripan munculnya osilasi pada Indeks DM yaitu pada periode 1.5-3 tahunan (Gambar 3.2).

III.2 Pengaruh Dipole Mode terhadap Curah Hujan di Sumatera Barat dan Selatan

Gambar persentase curah hujan di Sumatera Barat dan Selatan menunjukkan bahwa pada umumnya saat DM (+), daerah-daerah di kedua wilayah tersebut memiliki curah hujan di bawah normal pada saat JJA (Juni-Juli-Agustus) dan SON (September-Oktober-November). Sedangkan pada saat DM(-), hanya beberapa daerah saja yang mengalami peningkatan curah hujan dari normalnya pada saat JJA dan SON (Gambar 3.3).

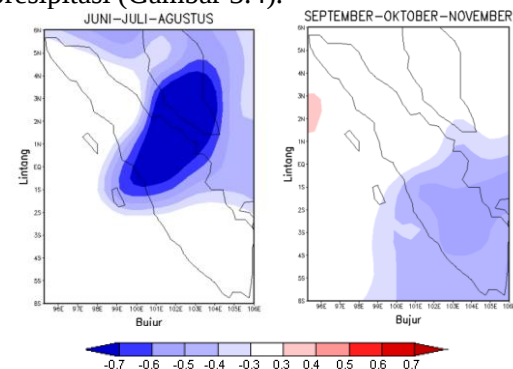


Gambar 3.3 Persentase Curah Hujan di Sumatera Barat dan Selatan Pada Saat DM (+) dan DM (-), dimana kondisi di bawah normal (<85%), normal (85%-115%) dan di atas normal (>115%)

Dibandingkan pada saat DM (-), DM (+) memberikan pengaruh yang lebih besar terhadap curah hujan di kedua wilayah tersebut. Hal ini terlihat dari lebih banyaknya daerah yang memiliki curah hujan dibawah normal pada saat DM (+).

a. Korelasi Antara Curah Hujan dan IDM Saat DM (+)

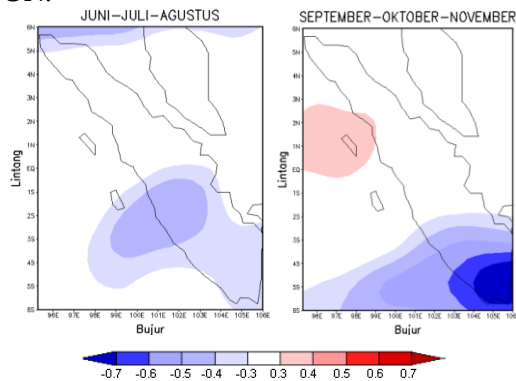
Pada bulan JJA (Juni-Juli-Agustus) dan SON (September-Oktober-November), curah hujan memiliki korelasi yang cukup signifikan dengan IDM di kedua wilayah tersebut. Hal ini ditunjukkan melalui koefisien korelasi antara Indeks Dipole Mode (IDM) dengan presipitasi (Gambar 3.4).



Gambar 3.4 Korelasi Antara Indeks Dipole Mode (IDM) dan Presipitasi (1980-1999) di Sumatera Barat dan Selatan untuk Tahun Dipole Mode (+). Interval kontur 0,1 dengan koefisien korelasi signifikan $|r| \geq 0.3$

b. Korelasi Antara Curah Hujan dan IDM Saat DM (-)

Dari Gambar 3.5 terlihat bahwa pada umumnya curah hujan di wilayah Sumatera Barat dan Selatan memiliki korelasi yang signifikan dengan IDM pada periode JJA dan khususnya Sumatera Selatan pada periode SON.

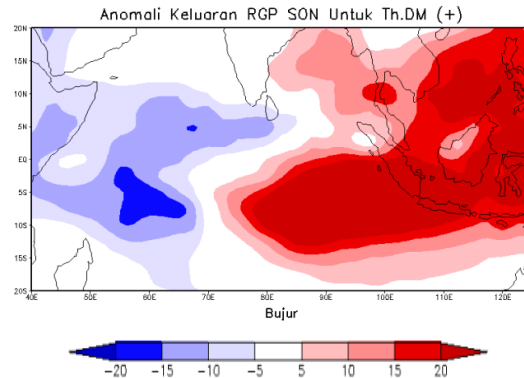
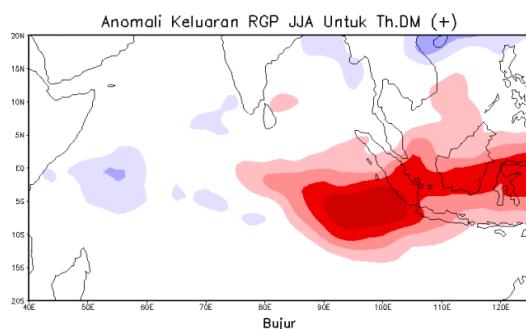


Gambar 3.5 Korelasi Antara Indeks Dipole Mode (IDM) dan Presipitasi (1980-1999) di Sumatera Barat dan Selatan untuk Tahun Dipole Mode (-). Interval kontur 0,1 dengan koefisien korelasi signifikan $|r| \geq 0.3$

III.3 Komposit Anomali Keluaran Radiasi Gelombang Panjang (RGP)

a. Pada Saat DM (+)

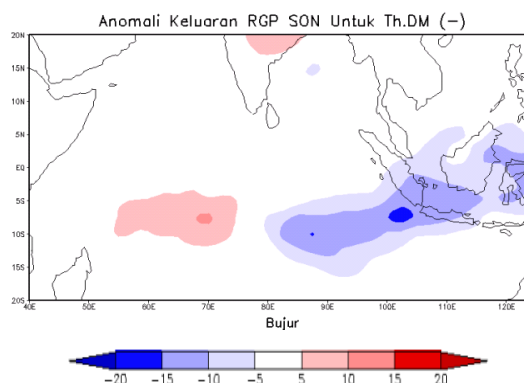
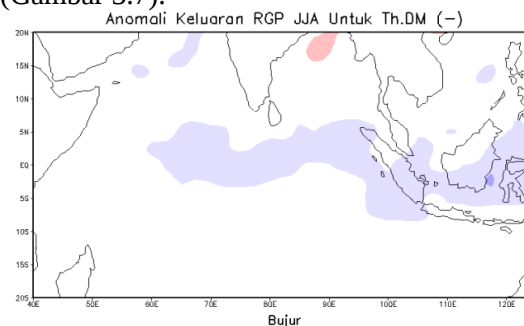
Gambar dari komposit anomali keluaran Radiasi Gelombang Panjang (RGP) menunjukkan bahwa pada periode JJA dan SON terjadi anomali positif di Sumatera Barat dan Selatan sedangkan di Samudera Hindia tropis bagian timur terdapat anomali negatif. Anomali positif keluaran RGP mengindikasikan adanya emisi dari troposfer bawah dan mengindikasikan ketidakhadiran awan konvektif kuat (Gambar 3.6) (Webster et. al., 1999).



Gambar 3.6 Komposit Anomali keluaran Radiasi Gelombang Panjang (RGP) di Sumatera Barat, Sumatera Selatan, dan Samudera Hindia (1980-1999) untuk Tahun Dipole Mode Positif

b. Pada Saat DM (-)

Gambar dari komposit anomali keluaran Radiasi Gelombang Panjang (RGP) menunjukkan bahwa pada periode JJA dan SON terjadi anomali negatif di Sumatera Barat dan Selatan. Anomali negatif RGP mengindikasikan emisi dari troposfer atas yaitu dari awan konvektif kuat yang biasanya menandakan hujan di kedua wilayah tersebut (Gambar 3.7).



Gambar 3.7 Komposit Anomali keluaran Radiasi Gelombang Panjang (RGP) di Sumatera Barat, Sumatera Selatan, dan Samudera Hindia (1980-1999) untuk Tahun Dipole Mode Negatif

IV. KESIMPULAN

Hasil analisis dengan menggunakan FFT (*Fast Fourier Transform*) menunjukkan bahwa Curah hujan di Sumatera Barat dan Selatan pada umumnya didominasi oleh Osilasi Tahunan (*Annual Oscillation*, AO) untuk daerah Padang, Padang Panjang, Solok, Tabing, Batu Sangkar, Jambi, Bengkulu, Palembang, dan Kotabumi. Namun demikian terdapat beberapa daerah di Sumatera Barat yang curah hujannya didominasi oleh Osilasi Semi-Tahunan (*Semi Annual Oscillation*, SAO) yaitu Bukit Tinggi, Maninjau, dan Sicincin. Osilasi Tahunan yang terjadi di kedua wilayah tersebut diduga terkait erat oleh adanya pengaruh iklim Monsun.

Dipole Mode yang menyebabkan variasi curah hujan antar-tahunan juga mempengaruhi curah hujan di kawasan ini baik untuk daerah-daerah yang memiliki Osilasi Semi-Tahunan maupun Osilasi Tahunan khususnya pada saat Tahun DM (+) dan DM (-).

Fenomena Dipole Mode mempengaruhi curah hujan di Sumatera Barat dan Selatan. Dibandingkan DM (-), DM (+) memberikan pengaruh yang lebih signifikan terhadap curah hujan di kedua wilayah tersebut.

Pada saat DM (+), wilayah Sumatera Barat dan Selatan memiliki curah hujan di bawah normal terutama pada periode JJA dan SON. Pada periode JJA, daerah-daerah yang memiliki respon kuat dengan DM (+) adalah Bukit Tinggi, Maninjau, Tabing, Solok, Batu Sangkar, Padang Panjang, Padang, Sicincin, dan Jambi ($r \leq -0.5$). Sedangkan pada periode SON, hampir seluruh daerah di Sumatera Barat dan Selatan memiliki respon kuat terhadap kejadian DM (+) ($-0.6 \leq r \leq -0.3$).

Pada saat DM (-), wilayah Sumatera Barat dan Selatan memiliki curah hujan di atas normal dan respon yang kuat terhadap kejadian DM (-) khususnya Sumatera Barat bagian selatan dan Sumatera Selatan pada periode JJA ($-0.5 \leq r \leq -0.3$) dan Sumatera Selatan pada bulan SON ($r \leq -0.3$).

Pada Saat DM (+) terjadi anomali positif Keluaran Radiasi Gelombang Panjang (RGP) di Samudera Hindia tropis bagian timur dan anomali negatif di Samudera Hindia tropis bagian barat.

Pada saat DM (-) terjadi anomali negatif Radiasi Gelombang Panjang (RGP) di Samudera Hindia tropis bagian timur dan anomali positif di Samudera Hindia tropis bagian barat.

Saran

1. Analisis spektral yang dilakukan terhadap data curah hujan diperlukan adanya penambahan waktu dan lokasi pengamatan agar didapat hasil yang lebih akurat.
2. Selain curah hujan, diperlukan penambahan parameter observasi untuk memperoleh analisis yang lebih mendalam.
3. Diperlukan adanya kajian lebih mendalam tentang dampak fenomena lain, seperti ENSO, Monsun dan terutama efek lokal mengingat Dipole Mode bukanlah faktor dominan.

Daftar Pustaka

- Ashok K, Guan Z, Yamagata T. 2001. *Impact of the Indian Ocean Dipole on the Relationship between the Indian Monsoon Rainfall* : a detailed study. Submitted to J Clim.
- Aldrian. 2003. *Identification of Three Dominant Rainfall Regions Within Indonesia and Their Relationship to Sea Surface Temperature*. International Journal of Climatology.
- Aldrian E, Susanto D. 2003. *Simulations of Indonesian Rainfall with a Hierarchy of Climate Models*. Disertasi pada Hamburg, Jerman.
- Banu. 2003. *Analisis Interaksi Monsun, Enso, dan Dipole Mode serta Kaitannya dengan Variabilitas Curah Hujan dan Angin Permukaan di Benua Maritim Indonesia*. Tesis Magister pada GM ITB Bandung.
- Davidson NE. 1984. *Short-term fluctuations in the Australian Monsoon During Winter Monex*. Monthly Weather Review 112: 1697–1708.
- Davidson NE, McBride JL, McAvaney BJ. 1984. *Divergent Circulations During The Onset of The 1978–79 Australian Monsoon*. Monthly Weather Review 112: 1684–1696.

- Gusmira, Eva. 2005. ***Pengaruh Dipole Mode terhadap Angin Zonal dan Curah Hujan di Sumatera Barat.*** Tugas Akhir pada GM ITB Bandung : tidak diterbitkan.
- McBride. 2002. ***Kapan Hujan Turun? Dampak Osilasi Selatan dan El Nino di Indonesia.*** Department of Primary Industries, Queensland.
- Saji NH., and T. Yamagata. 2001. ***The Tropical Indian Ocean Climate System from The Vantage Point of Dipole Mode Events.*** Submitted to Journal of Climate.
- Webster et al. 1999. The Great Indian Ocean Warming of 1997-1998 : Evidence of Coupled Ocean-Atmospheric Instabilities. *Nature*, 401, 356-360.