

PENGARUH *DIPOLE MODE* TERHADAP CURAH HUJAN DI INDONESIA

Erwin Mulyana¹

Intisari

Hubungan antara anomali suhu permukaan laut di Samudra Hindia dengan variasi curah hujan di Indonesia telah dihitung dengan menggunakan data bulanan suhu permukaan laut dari GISST (Global Sea Surface Suhu) serta data bulanan curah hujan dari GHCN (Global Historical Climate Network) selama 33 tahun (1961 – 1993). Fenomena dipole mode yang terdapat di Samudra Hindia ditandai oleh munculnya anomali negatif suhu permukaan laut di sebelah barat Sumatra sementara pada saat yang bersamaan di bagian barat Samudra Hindia terdapat anomali positif. Fenomena tersebut mempengaruhi intensitas curah hujan yang terjadi di Indonesia. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa korelasi sangat kuat (< -0.6) ditemui di Sumatra bagian selatan, Pulau Jawa dan Nusatenggara yang terjadi pada bulan September-Oktober-November. Selama berlangsungnya dipole mode, curah hujan di daerah tersebut mengalami penurunan.

Abstract

The correlation of Indian Ocean sea surface temperature anomaly and precipitation over Indonesia have been analyzed. This study used monthly mean data of sea surface temperature from GISST (Global Ice and Sea surface Temperature) and precipitation from GHCN (Global Historical Climate Network) for period 1961-1993. The dipole mode phenomena in the Indian Ocean: anomalously low sea surface temperature off Sumatra and high sea surface temperature in the western Indian Ocean accompanied with precipitation anomalies over Indonesia. Strong correlation (< -0.6) found over South Sumatra, Java and Nusa Tenggara on September-October-November season. Precipitation over South Sumatra, Java, and Nusa Tenggara decreases during dipole mode event.

Kata kunci : dipole mode, suhu permukaan laut, curah hujan.

1. PENDAHULUAN

Sebagai negara kepulauan serta berada di antara samudra Pasifik dan Samudra Hindia, curah hujan di Indonesia sangat dipengaruhi oleh perubahan suhu permukaan laut di sekelilingnya. Ketika terjadi peningkatan suhu permukaan laut di bagian timur dan tengah Samudra Pasifik daerah equator yang dikenal dengan El Nino berhubungan dengan penurunan curah hujan di Indonesia (Kane, 1997, Ropelwesky & Halpert, 1987). Perubahan di perairan Indonesia juga berpengaruh terhadap curah hujan di Indonesia,

seperti ketika terjadi anomali positif suhu permukaan laut di Laut Flores, curah hujan di Jawa mengalami peningkatan, sebaliknya ketika terjadi anomali negatif, curah hujan di Jawa berkurang (Mulyana, 2000).

Pengaruh perubahan suhu permukaan laut yang terjadi di Samudra Hindia terhadap curah hujan di Indonesia masih belum banyak diketahui. Saji et.al. (1999) menemukan adanya fenomena yang mirip dengan El Nino di Samudra Hindia daerah equator yang dinamakan *dipole mode*. Fenomena *dipole mode* ditandai oleh adanya anomali positif suhu permukaan laut di Samudra Hindia bagian barat sementara anomali negatif suhu permukaan laut terjadi di sebelah barat Sumatra. Kejadian tersebut mengakibatkan meningkatnya curah hujan di wilayah pantai timur

¹. Peneliti di UPT Hujan Buatan BPP Teknologi
Email:mulyana@bppt.go.id

Afrika dan di Samudra Hindia bagian barat, sedangkan curah hujan di Indonesia mengalami penurunan sehingga terjadi kekeringan.

Secara sederhana, siklus *dipole mode* diawali dengan munculnya anomali negatif suhu permukaan laut di sekitar Selat Lombok hingga ke selatan Jawa pada bulan Mei-Juni, bersamaan dengan itu, terjadi anomali angin tenggara di sekitar Jawa dan Sumatra. Selanjutnya pada bulan Juli-Agustus, anomali negatif suhu permukaan laut terus menguat dan cakupannya meluas ke arah equator di sepanjang pantai selatan Jawa hingga ke sebelah barat Sumatra, sementara itu mulai muncul anomali positif suhu permukaan laut di Samudra Hindia bagian barat. Adanya dua kutub suhu permukaan laut di Samudra Hindia daerah equator, yaitu dingin di sebelah barat Sumatra dan panas di sekitar pantai timur Afrika semakin memperkuat anomali angin tenggara di sepanjang equator dan sepanjang pantai barat Sumatra. Siklus ini mencapai puncaknya pada bulan Oktober, dan selanjutnya menghilang dengan cepat pada bulan Nopember-Desember.

Untuk mengetahui lebih jauh, daerah mana saja di Indonesia yang curah hujannya terkait dengan fenomena *dipole mode* tersebut, penulis mencoba menganalisis hubungan antara keduanya.

2. DATA DAN METODE

Dalam penelitian ini digunakan data bulanan curah hujan dan suhu permukaan laut selama 33 tahun yaitu mulai Januari 1961 sampai dengan Desember 1993. Data suhu permukaan laut diperoleh dari GISST (Global Ice and Sea Surface Temperature) dengan ketelitian 1° sedangkan data curah hujan diperoleh dari GHCN (Global Historical Climate Network).

Data curah hujan dipilih dari stasiun yang memiliki data lebih dari 60%. Dengan kriteria tersebut akhirnya diperoleh 75 stasiun curah hujan yang tersebar di seluruh wilayah Indonesia. Karena stasiun curah hujan sebarannya tidak merata serta untuk mengurangi efek lokal, data hujan dari stasiun terpilih tadi dibuat data grid ($1^\circ \times 1^\circ$) dengan metode optimal interpolasi sederhana. Metode ini menggunakan fungsi Gaussian W .

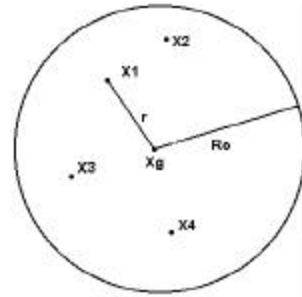
$$W = e^{-x}, \text{ dimana } x = (r/R_0)^2$$

r adalah jarak dari grid terhadap setiap penakar hujan sedangkan R_0 adalah radius penakar hujan yang mempengaruhi nilai grid tersebut.

Nilai untuk setiap grid X_g adalah :

$$X_g = \sum (W \cdot X_i) / \sum W$$

Dengan $\sum W \geq 1.1$ serta jumlah penakar hujan yang tercakup dalam lingkaran radius R_0 paling sedikit 2 buah.



Data grid curah hujan tersebut kemudian dirata-ratakan untuk setiap tiga bulan yaitu September-Oktober-Nopember (SON), Desember-Januari-Februari (DJF), Maret-April-Mei (MAM), dan Juni-Juli-Agustus (JJA).

Suhu permukaan laut dibuat suatu index yang disebut *Dipole Mode Index* (DMI) yaitu selisih antara anomali suhu permukaan laut di Samudra Hindia pada cakupan ($50^\circ\text{BT}-70^\circ\text{BT}$, $10^\circ\text{LU}-10^\circ\text{LS}$) dan ($90^\circ\text{BT}-110^\circ\text{BT}$, 10°LS -equator). Data DMI ini kemudian dirata-ratakan untuk setiap tiga bulan yaitu SON, DJF, MAM, dan JJA.

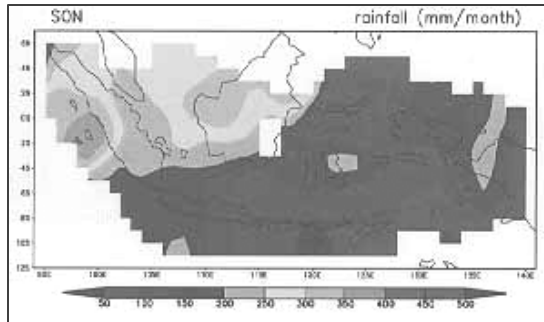
Selanjutnya antara DMI dan curah hujan dihitung koefisien korelasinya masing-masing untuk SON, DJF, MAM, dan JJA.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut ini adalah hasil kajian hubungan antara *dipole mode* dengan curah hujan untuk wilayah Indonesia. Nilai koefisien korelasi yang signifikan adalah lebih besar dari 0.34 pada derajat kepercayaan 95%.

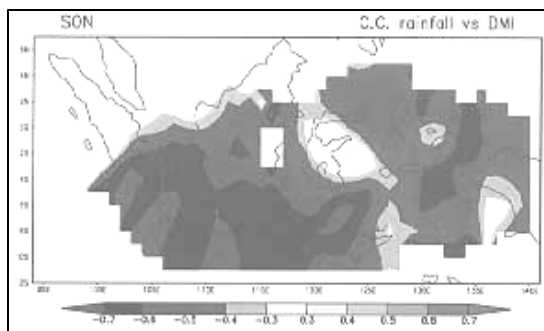
3.1 September-Oktober-Nopember

Sebaran rata-rata curah hujan pada SON ditampilkan pada Gambar 1 dengan interval kontur 50 mm. Wilayah barat Indonesia seperti Sumatra dan Kalimantan memiliki curah hujan lebih tinggi dibandingkan dengan wilayah lainnya di Indonesia. Pada Gambar 1 terlihat curah hujan paling tinggi terdapat di Sumatra Barat terutama di sekitar pulau Mentawai ($> 350\text{mm}$), serta di Kalimantan Barat ($> 300\text{mm}$). Di Jawa, Sulawesi, Maluku, dan Irian Jaya curah hujan kurang dari 200mm. Curah hujan minimum terdapat di Jawa Timur dan Nusa Tenggara ($< 100\text{mm}$). Minimnya curah hujan di Jawa dan Nusa Tenggara akibat pengaruh angin tenggara yang masih dominan di daerah tersebut. Secara umum di Indonesia pada periode ini merupakan masa transisi dari musim kemarau ke musim penghujan.



Gambar 1. Curah hujan rata-rata bulan September-Oktober-November (interval kontur 50 mm/bulan).

Gambar 2 adalah koefisien korelasi antara DMI dan curah hujan pada SON dengan interval kontur 0.1, warna putih menunjukkan koefisien korelasi yang tidak signifikan. Korelasi negatif terdapat di hampir seluruh wilayah Indonesia, hal ini menunjukkan bahwa ketika terjadi *dipole mode*, curah hujan di Indonesia intensitasnya berkurang. Sumatra bagian selatan, Jawa, Nusa Tenggara, dan sebagian Irian Jaya merupakan daerah yang paling terpengaruh oleh *dipole mode* ($r < -0.6$). Selanjutnya daerah yang tidak begitu kuat pengaruhnya adalah Kalimantan, Sulawesi Utara, dan Maluku Utara. Sedangkan Sumatra bagian utara dan Sulawesi Tengah, curah hujannya tidak terpengaruh oleh *dipole mode*.



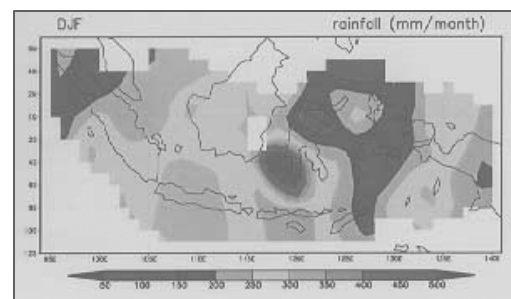
Gambar 2. Koefisien korelasi antara curah hujan dengan DMI bulan September-Oktober-November (interval kontur 0.1).

Berkurangnya curah hujan di Sumatra bagian selatan, Jawa, dan Nusa Tenggara pada saat terjadi *dipole mode* kemungkinan disebabkan oleh adanya anomali angin tenggara di sekitar wilayah tersebut. Periode ini merupakan puncak aktifitas *dipole mode*, dimana anomali angin tenggara di daerah Jawa dan Sumatra bagian selatan sangat tinggi (Saji et.al, 1999), sehingga memperkuat angin utama yang berasal dari tenggara (Aldrian, 2000). Semakin menguatnya angin tenggara yang sifatnya kering menyebabkan

berkurangnya curah hujan di daerah tersebut. Sedangkan curah hujan di Sumatra bagian utara yang tidak terpengaruh oleh *dipole mode* kemungkinan disebabkan oleh tidak adanya perubahan sirkulasi atmosfer di atasnya. Ketika terjadi *dipole mode*, di sekitar daerah tersebut tidak terjadi anomali angin.

3.2. Desember-Januari-Februari

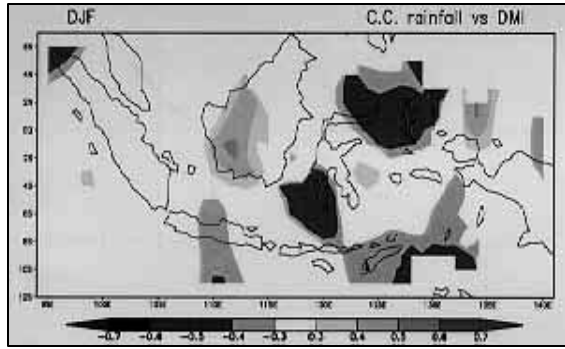
Pada periode ini terjadi peningkatan curah hujan dibandingkan dengan periode sebelumnya. Dari Gambar 3 yang merupakan rata-rata curah hujan pada DJF, terlihat curah hujan tinggi terdapat di Sumatra bagian Selatan, Jawa, Kalimantan, Sulawesi Selatan, dan sebagian Irian Jaya. Tingginya curah hujan di daerah tersebut akibat dari masuknya aliran udara basah dari Laut Cina Selatan Sementara di Sumatra Utara, Sulawesi Utara, Maluku, dan sebagian Irian Jaya daerah kepala burung curah hujannya relatif rendah.



Gambar 3. Curah hujan rata-rata bulan Desember-Januari-Februari (interval kontur 50 mm/bulan).

Pengaruh *dipole mode* pada periode ini jauh berkurang, curah hujan di hampir seluruh wilayah Indonesia tidak memiliki keterkaitan dengan DMI. Gambar 4 adalah koefisien korelasi antara curah hujan dengan DMI pada DJF. Daerah Sumatra Selatan, Jawa dan Nusa Tenggara yang pada periode sebelumnya memiliki korelasi sangat kuat pada periode ini sudah menghilang. Korelasi yang signifikan hanya muncul di beberapa tempat saja, dan itupun tidak sekuat pada SON, yaitu Jawa tengah, Sulawesi Selatan, Nusa Tenggara Timur, Sulawesi Utara, dan Maluku Utara. Curah hujan di daerah tersebut berkurang ketika terjadi *dipole mode*.

Melemahnya pengaruh *dipole mode* terhadap curah hujan, disamping karena pada periode ini *dipole mode* sudah menghilang, juga merupakan puncak musim hujan di wilayah Indonesia.

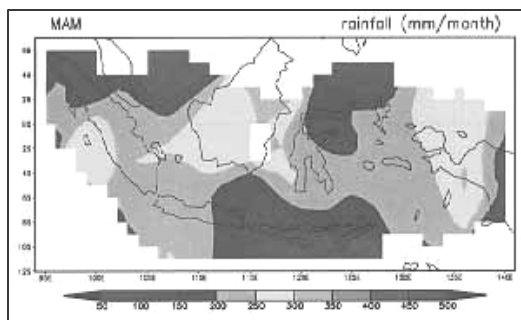


Gambar 4. Koefisien korelasi antara curah hujan dengan DMI bulan Desember-Januari-Februari (interval kontur 0.1).

Di Kalimantan Barat terjadi perubahan tanda koefisien korelasi yaitu dari negatif pada SON menjadi positif pada DJF. Perubahan tanda tersebut menunjukkan bahwa ketika terjadi *dipole mode*, pada SON curah hujannya berkurang sedangkan pada DJF curah hujannya bertambah. Fenomena ini kemungkinan lebih diakibatkan oleh pengaruh kuatnya aliran udara dari Laut Cina Selatan yang masuk ke Kalimantan Barat pada DJF.

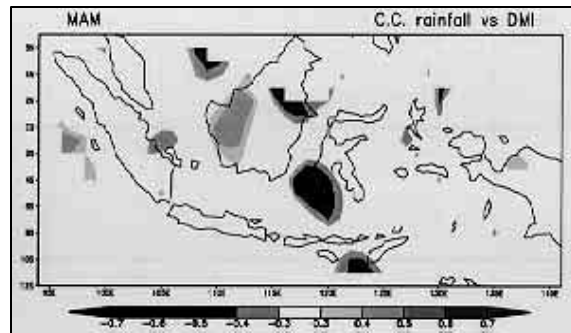
3.3. Maret-April-Mei

Curah hujan pada periode ini kembali berkurang setelah mencapai puncaknya pada DJF. Beberapa daerah yang curah hujannya masih tinggi terdapat di Sumatra Barat, Kalimantan, dan Irian (>250mm). Sebagian besar Sumatra, Jawa Barat dan Jawa Tengah, Sulawesi Tengah dan Sulawesi Selatan dan Kepulauan Maluku curah hujannya di atas 200mm. Daerah yang curah hujannya rendah terdapat di Sumatra bagian utara, Jawa Timur, dan Sulawesi Utara (< 200mm). Sedangkan curah hujan minimum terdapat di Nusa Tenggara (< 150mm). Curah hujan pada MAM bisa dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5 Curah hujan rata-rata bulan Maret-April-Mei (interval kontur 50 mm/bulan).

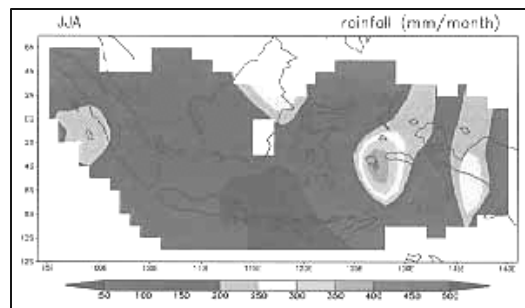
Pengaruh *dipole mode* terhadap curah hujan pada periode ini cakupannya semakin berkurang. Daerah mana saja yang masih memiliki korelasi yang signifikan ditampilkan pada Gambar 6. Curah hujan di hampir seluruh wilayah Indonesia tidak ada keterkaitan dengan *dipole mode*, hanya beberapa daerah saja yang masih memiliki korelasi yang signifikan walaupun nilainya tidak begitu kuat. Daerah tersebut adalah Kalimantan Barat dan Sulawesi Selatan. Pada saat *dipole mode* berlangsung, curah hujan di Kalimantan mengalami peningkatan, sedangkan di Sulawesi Selatan mengalami penurunan.



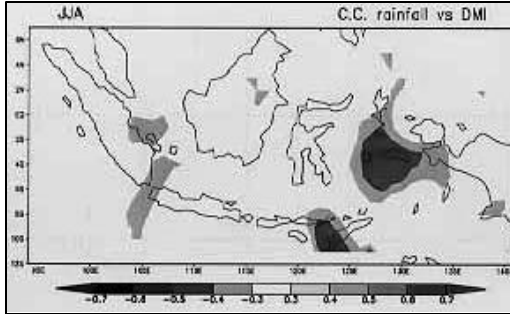
Gambar 6. Koefisien korelasi antara curah hujan dengan DMI bulan Maret-April-Mei (interval kontur 0.1).

3.4. Juni-Juli-Agustus

Curah hujan pada periode ini pada umumnya kurang dari 200mm. Daerah paling kering adalah Jawa Timur dan Nusa Tenggara (< 50mm). Sedikitnya curah hujan di daerah tersebut akibat masuknya angin tenggara dari Australia Utara yang sifatnya kering. Sumatra, Kalimantan, Sulawesi dan Irian curah hujannya relatif lebih tinggi (> 150mm). Sebaran curah hujan pada JJA bisa dilihat pada Gambar 7. Secara umum periode ini merupakan musim kemarau di Indonesia.



Gambar 7. Curah hujan rata-rata bulan Juni-Juli-Agustus (interval kontur 50 mm/bulan).



Gambar 8. Koefisien korelasi antara curah hujan dengan DMI bulan Juni-Juli-Agustus (interval kontur 0.1).

Curah hujan di hampir seluruh wilayah Indonesia pada periode Juni-Juli-Agustus tidak memiliki korelasi yang signifikan dengan DMI seperti diperlihatkan pada Gambar 8. Kalimantan Barat yang pada periode sebelumnya masih memiliki korelasi yang cukup tinggi, pada periode ini sudah menghilang, hal yang sama terjadi di daerah Sulawesi Selatan. Korelasi yang cukup signifikan muncul di Maluku Selatan dan Nusatenggara Timur yang pada periode sebelumnya tidak ada. Curah hujan sepanjang tahun di daerah Sumatra Utara tidak terpengaruh adanya *dipole mode*.

4. KESIMPULAN

Perubahan suhu permukaan laut di Samudra Hindia sangat mempengaruhi pola curah hujan di Indonesia. Pada saat terjadi *dipole mode* di Samudra Hindia, umumnya curah hujan di Indonesia mengalami penurunan. Penurunan curah hujan paling kuat terdapat di daerah Sumatra Selatan, Jawa dan Nusatenggara pada

bulan September-Oktober-November yang merupakan masa peralihan dari musim kemarau menuju musim penghujan. Hal ini berkaitan dengan adanya anomali positif angin tenggara pada saat *dipole mode* berlangsung sehingga angin tenggara yang berhembus di daerah tersebut semakin kuat. Kuatnya angin tenggara yang hanya sedikit mengandung air mengakibatkan semakin sulitnya terjadi hujan.

DAFTAR PUSTAKA

- Aldrian, E., " Pola Hujan rata-rata Bulanan Wilayah Indonesia; Tinjauan Hasil Kontur Data Penakar dengan Resolusi ECHAM T-42" Jurnal Sains & Teknologi Modifikasi Cuaca, Vol. 1., No. 2, 2000, 113-123.
- Kane, R.P., "Relationship of El Nino-Southern Oscillation and Pacific Sea Surface Temperature with Rainfall in Various Region of the Globe", Mon. Wea. Rev., Vol. 125, 1997, 1792-1800.
- Roppelweski, C.F. and M.S. Halpert, "Global and Regional Scale Precipitation Pattern Associated with the El Nino /Southern Oscillation", Mon. Wea. Rev., Vol. 115, 1987, 1606-1626.
- Mulyana, E., "Hubungan Antara Anomali Suhu Permukaan Laut dengan Curah Hujan di Jawa", Jurnal Sains & Teknologi Modifikasi Cuaca, Vol. 1., No. 2, 2000, 125-132.
- Saji, N.H., B.N. Goswami, P.N. Vinayachandran and T. Yamagata, "A Dipole Mode in the Tropical Indian Ocean", Nature, Vol. 401, No. 6751, 1999, 360-363.

DATA PENULIS

ERWIN MULYANA. Lahir di Cirebon, 10-09-1964. Menyelesaikan sarjana di Institut Teknologi Bandung, jurusan Geofisika – Meteorologi (1989). Master bidang Earth Environmental Science, Hokkaido University, Jepang (2001). Pernah bekerja di Pusat Pengembangan Geologi Kelautan PPGL, (1989-1991), Elnusa (1991-1992). Sejak tahun 1992 bekerja di UPT Hujan Buatan, BPP Teknologi hingga sekarang.