

PENGARUH ENSO DAN IOD TERHADAP POLA CURAH HUJAN ESTIMASI SATELIT CUACA GMS/MTSAT DI INDONESIA

Lely Qodrita Avia, Indah Susanti, Agung Haryanto
Pusfatsatklm LAPAN, lely@bde.lapan.go.id

Abstract

Phase of the ENSO phenomenon both warm (El Nino) and cold phase (La Nina) and the phenomenon of IOD (Indian Ocean Dipole Mode) has a global impact on world rainfall. How these phenomena influence on rainfall patterns in Indonesia became a discussion on this research. Satellite data used to estimate rainfall in this study is the weather satellite GMS / MTSAT for the time period September 1995 until June 2009. While to detect the ENSO and IOD is used the value of Southern Oscillation Index (SOI) and the Dipole Mode Index (DMI). The results shows that in cases where the phenomenon of strong El Nino 1997/1998 and Dipole Mode Positive occur in the same time period, it seems very clear that mutually reinforcing effect on rainfall patterns are mutually exacerbating impacts of drought in parts of Indonesia. This is indicated by the value of a positive correlation between the SOI and rainfall is high where the value $r = 0.5$ to $r = 0.7$ there are in around of East Kalimantan, South Kalimantan, North Sulawesi, Central Sulawesi and northern Papua. This shows the stronger the El Nino due lower rainfall in the region Indonesia. While a high negative correlation between the value of $r = -0.5$ to $r = -0.7$ between rainfall estimates and DMI also occur around the western and southern Sumatra, Banten, and West Kalimantan. This shows the stronger the positive IOD causes the lower rainfall in parts of Indonesia that caused the movement of water vapor from the territory of Indonesia into the Indian Ocean. Similarly, in the case of a strong La Nina phenomenon 1998/1999 which occurs concurrently with the Dipole Mode Negative, seems an impact on the significant improving of rainfall estimation in parts of Indonesia.

Keywords: ENSO, IOD, GMS/MTSAT satellite, rainfall estimates.

Abstrak

Fenomena ENSO baik fase hangat (El Nino) maupun fase dingin (La Nina) dan fenomena IOD (Indian Ocean Dipole Mode) telah memberikan dampak global terhadap curah hujan dunia. Bagaimana pengaruh fenomena-fenomena tersebut terhadap pola curah hujan di Indonesia menjadi bahasan pada penelitian ini. Data satelit yang digunakan untuk curah hujan estimasi pada penelitian ini yaitu satelit cuaca GMS/MTSAT untuk periode waktu September 1995 sampai dengan Juni 2009. Sedangkan untuk mendeteksi ENSO dan IOD digunakan nilai Southern Oscillation Index (SOI) dan nilai Dipole Mode Index (DMI). Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada kasus dimana fenomena EL Nino kuat 1997/1998 dan Dipole Mode Positif terjadi dalam periode waktu yang bersamaan, tampak sangat jelas pengaruh yang saling menguatkan terhadap pola curah hujan yaitu memberikan dampak saling memperparah kekeringan di wilayah Indonesia. Hal ini ditunjukkan oleh nilai korelasi positif antara SOI dan curah hujan yang tinggi dimana nilai $r = 0.5$ sampai $r = 0.7$ terdapat di sekitar Kalimantan Timur, Kalimantan Selatan, Sulawesi Utara, Sulawesi Tengah dan Papua bagian utara. Ini menunjukkan semakin kuat El Nino semakin rendah curah hujan di wilayah Indonesia. Sedangkan korelasi negatif yang tinggi antara nilai $r = -0.5$ sampai $r = -0.7$ antara curah hujan estimasi dan DMI juga terjadi di sekitar bagian barat dan selatan Sumatera, Banten, dan sebagian di Kalimantan Barat. Ini menunjukkan semakin kuat IOD Positif akan menyebabkan semakin rendahnya curah hujan di wilayah Indonesia yang disebabkan adanya pergerakan uap air dari wilayah Indonesia menuju Samudera Hindia. Demikian juga halnya pada kasus fenomena La Nina kuat 1998/1999 yang terjadi bersamaan dengan Dipole Mode Negatif, tampak memberikan dampak pada peningkatan curah hujan estimasi yang nyata di wilayah Indonesia.

Kata Kunci : ENSO, IOD, satelit GMS/MTSAT, curah hujan estimasi.

1. PENDAHULUAN

Parameter iklim curah hujan di wilayah Indonesia memiliki variabilitas yang tinggi dibanding parameter iklim lainnya. Hal inilah yang menyebabkan klasifikasi musim untuk wilayah Indonesia cukup dengan menggunakan parameter curah hujan, tidak seperti di daerah lintang tinggi dan menengah yang memasukkan parameter lainnya seperti temperatur juga pada penentuan musimnya.

Banyak faktor yang mempengaruhi pola curah hujan di wilayah Indonesia. Beberapa keunikan wilayah Indonesia yang antara lain terletak diantara dua samudera luas dan dua benua luas sehingga menyebabkan wilayah Indonesia termasuk ke dalam daerah monsun. Posisi geografis wilayah Indonesia yang terletak di daerah tropis dengan konveksi aktif tentunya sangat mempengaruhi liputan awan dan curah hujan yang terjadi di wilayah ini. Keunikan lainnya adalah wilayah Indonesia yang terdiri dari banyak pulau menyebabkan kondisi atmosfer dan perairan yang berada di sekitarnya juga memberikan pengaruh terhadap pola curah hujan yang terjadi. Disamping itu wilayah Indonesia juga dilewati oleh dua sirkulasi angin baik sirkulasi zonal maupun meridional yaitu sirkulasi Walker dan sirkulasi Hadley. Dua fenomena global juga diidentifikasi banyak memberikan dampak terhadap variasi curah hujan di wilayah Indonesia yaitu ENSO (El Nino and Southern Oscillation) yang berlangsung di Samudera Pasifik ekuator dan Dipole Mode (IOD) yang berlangsung di Samudera Hindia ekuator.

Berdasarkan data historis, fenomena ENSO ini berkorelasi erat dengan kejadian iklim ekstrim. Berbagai hasil penelitian menunjukkan bahwa curah hujan di Indonesia secara signifikan berkorelasi dengan kejadian ENSO (Haylock dan McBride 2001; Hendon 2003; Boer dan Faqih 2004; Chang et al. 2004). Beberapa kejadian bencana meteorologi yang terjadi seperti kekeringan yang parah dan banjir yang sering terjadi telah menyebabkan kerugian besar bagi bangsa Indonesia. Pada umumnya kondisi kekeringan dan banjir yang terjadi tersebut menjadi parah bersamaan dengan kejadian fenomena ENSO yang terjadi di lautan Pasifik tropis (Allan, 2000).

Menurut Philander (1990) bahwa fenomena El Nino berkaitan dengan pemanasannya suhu muka laut Pasifik Tropis bagian tengah dan timur. Sementara itu suhu muka laut di Indonesia dan sekitar mendingin. Akibatnya aliran massa udara paras bawah bergerak dari Indonesia menuju ke arah timur. Terjadi pergeseran sirkulasi walker yang mengakibatkan pusat konveksi berpindah dan di sekitar Indonesia terjadi subsidensi yang mengakibatkan curah hujan di Indonesia relative berada di bawah normal. Pada kondisi yang sebaliknya terjadi disebut dengan fenomena La Nina.

Fenomena Indian Ocean Dipole Mode adalah mirip dengan El Nino maupun La Nina akan tetapi terjadinya di samudera Hindia (Saji et. Al, 1999) yang berkaitan dengan suhu muka laut di pantai barat Pulau Sumatera dan suhu muka laut di pantai timur Benua Afrika maka aliran massa udara paras bawah bergerak dari pantai timur Benua Afrika menuju ke pantai barat Pulau Sumatera. Sebagai daerah konvergen maka Indonesia bagian barat memiliki curah hujan di atas normal. Sedangkan kondisi sebaliknya akan mengakibatkan curah hujan Indonesia bagian barat di bawah normal.

Pada beberapa periode yang bersamaan tampak fenomena ENSO dengan intensitas kuat dan IOD juga memiliki intensitas yang kuat. Bagaimana pengaruh kedua fenomena tersebut yang terjadi secara bersamaan terhadap pola curah hujan wilayah Indonesia serta potensi daerah mana sajakah yang terkena dampaknya menjadi kajian pada penelitian ini. Sedangkan untuk memperoleh data curah hujan wilayah Indonesia secara spasial pada penelitian ini dimanfaatkan data satelit cuaca GMS dan MTSAT.

2. DATA DAN METODOLOGI

2.1. Data

Pada penelitian tahun ini digunakan beberapa data utama yaitu berupa data satelit cuaca dengan orbit geostasioner milik Jepang yaitu satelit GMS dan MTSAT yang diperoleh dengan cara download data dari situs <http://weather.is.kochi-u.ac.jp> yang didistribusikan oleh Kochi University. Adapun data utama yang di download tersebut adalah data kanal infra merah (IR1) yang mencakup area dari 70°BT sampai 160°BT dan 70°LU sampai 20°LS dengan resolusi spasial 0.05° × 0.05° dan resolusi temporal jam-an. Periode data yang digunakan pada penelitian ini adalah September 1995 sampai Juni 2009. Sedangkan domain data yang digunakan untuk estimasi curah hujan pada penelitian ini meliputi wilayah Indonesia dengan batasan 12°LU sampai 12°LS dan 90°BT sampai 145°BT serta resolusi spasial 0.25° × 0.25°. Data kanal infra merah ini digunakan untuk perhitungan estimasi curah hujan satelit. Untuk identifikasi ENSO dan IOD digunakan data Southern Oscillation Index (SOI) bulanan dan Dipole Mode Index (DMI) bulanan. Data SOI dan DMI tersebut diperoleh secara berturut-turut dari situs <http://www.bom.gov> dan <http://www.jamstec.go.jp>. Sedangkan data observasi permukaan untuk beberapa stasiun digunakan data curah hujan dari BMKG juga digunakan untuk validasi data satelit tersebut.

2.2. Metodologi

Beberapa tahapan pengolahan data yang dilakukan pada penelitian ini secara garis besar sebagai berikut :

- Melakukan inventarisasi data satelit cuaca GMS dan MTSAT, data SOI, data DMI, dan data curah hujan observasi permukaan.
- Melakukan perhitungan liputan awan.
- Melakukan estimasi curah hujan 6 jamam.
- Menghitung akumulasi curah hujan bulanan.
- Menghitung anomali curah hujan bulanan.
- Melakukan validasi data satelit terhadap data observasi permukaan.
- Melakukan pengolahan data korelasi curah hujan estimasi terhadap SOI dan DMI.
- Menggambarkan pola spasial anomali curah hujan bulanan, serta pola korelasi curah hujan terhadap SOI dan DMI.
- Melakukan analisis dan interpretasi terhadap hasil yang diperoleh.

Liputan awan dihitung berdasarkan formula berikut :

$$FC = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N f_i \quad f_i = \begin{cases} 1, & \text{if } T_{bb_i} \leq T_c \\ 0, & \text{if } T_{bb_i} > T_c \end{cases}$$

dimana FC adalah liputan awan dingin (Fractional cold clouds coverage), T_{bb} adalah Temperatur black body, T_c adalah temperatur threshold dalam hal ini telah ditentukan 220K, dan N adalah jumlah piksel data.

Sedangkan formula estimasi curah hujan yang dilakukan pada penelitian ini adalah :

$$Rest = 293.037 \times FC_{220} - 1.363 \times FC_{220} \times T_{bbmin} \text{ (Harjana, 2007)}$$

dimana Rest adalah curah hujan terestimasi untuk 6 jam akumulasi (mm), FC220 adalah rata-rata liputan awan pada suhu 220K selama 6 jam tsb, dan Tbbmin adalah minimum suhu puncak awan (Tbb) selama 6 jam tsb.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Kondisi ENSO dan IOD Selama Periode Penelitian

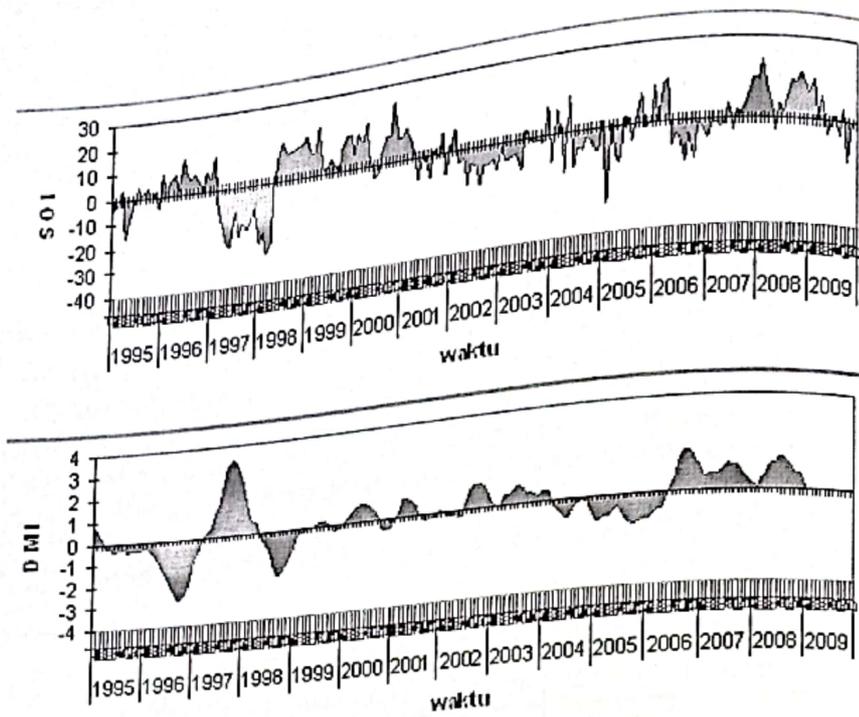
Bagaimana kondisi ENSO yang terjadi dapat diidentifikasi dengan menggunakan Indek Osilasi Selatan (Southern Oscillation Index / SOI). Sedangkan bagaimana kondisi Dipole Mode juga dapat diidentifikasi dengan menggunakan Dipole Mode Indeks (DMI). Tabel 3.1 merupakan gambaran intensitas ENSO yang terjadi setiap tahunnya baik untuk El Nino maupun La Nina yang dikelompokkan berdasarkan lemah, sedang dan kuat.

Tabel 3.1 Pengelompokkan fenomena ENSO berdasarkan intensitasnya.

El Nino			La Nina		
Lemah	Sedang	Kuat	Lemah	Sedang	Kuat
1951	1986	1957	1950	1954	1955
1963	1987	1965	1956	1964	1973
1968	1994	1972	1962	1970	1975
1969	2002	1982	1967	1998	1988
1976		1991	1971	1999	
1977		1997	1974	2007	
2004		2009	1984		
2006			1995		
			2000		

Sumber : <http://ggweather.com/enso>

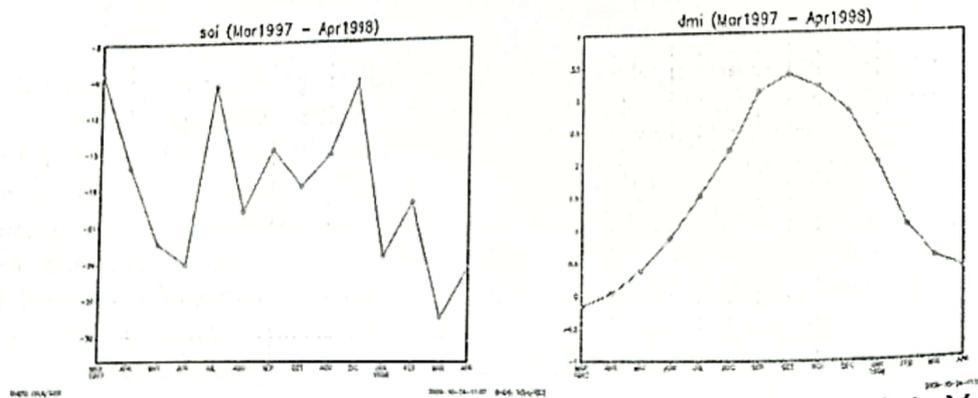
Sedangkan pada Gambar 3.1 yang merupakan hasil pengolahan data numerik baik SOI maupun DMI untuk periode waktu yang sesuai dengan data curah hujan estimasi dari satelit cuaca GMS/MTSAT. Nilai negatif dari SOI mengindikasikan berlangsungnya El Nino di Samudera Pasifik ekuator dan sebaliknya nilai positif dari SOI mengindikasikan La Nina. Pada gambar 3.1 tersebut tampak adanya beberapa kali fenomena ENSO dan Dipole Mode yang menjadi bahan kajian menarik pada penelitian ini yaitu fenomena El Nino kuat 1997/1998 yang bersamaan waktunya dengan Dipole Mode positif, fenomena La Nina kuat 1998/1999 yang terjadi juga bersamaan dengan Dipole Mode negatif, dan fenomena La Nina 2007/2008 dan Dipole Mode positif. Bagaimana pengaruh fenomena ENSO maupun Dipole Mode yang terjadi secara bersamaan waktunya tersebut terhadap pola curah hujan di wilayah Indonesia dapat kita lihat pada analisis masing-masing kasus.



Gambar 3.1. Pola SOI bulanan (atas) dan DMI bulanan (bawah) selama periode tahun 1995 sampai 2009.

3.2. Fenomena El Nino 1997/1998 bersamaan dengan Dipole Mode Positif.

Berdasarkan data SOI bulanan pada tahun 1997/1998 yang diplotkan dalam bentuk grafik tampak adanya nilai negatif yang besar melebihi nilai 20 beberapa bulan. Hal ini mengindikasikan tengah berlangsungnya fenomena El Nino dengan intensitas kuat di Samudera Pasifik ekuator, yang tampaknya berlangsung cukup lama sejak bulan Maret 1997 sampai April 1998. Sedangkan pada waktu yang bersamaan tampak terjadi fenomena Dipole Mode Positif di Samudera Hindia dimana mencapai puncak nilai tertinggi sebesar 3.37 pada bulan Oktober 1997, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.2 dibawah ini.

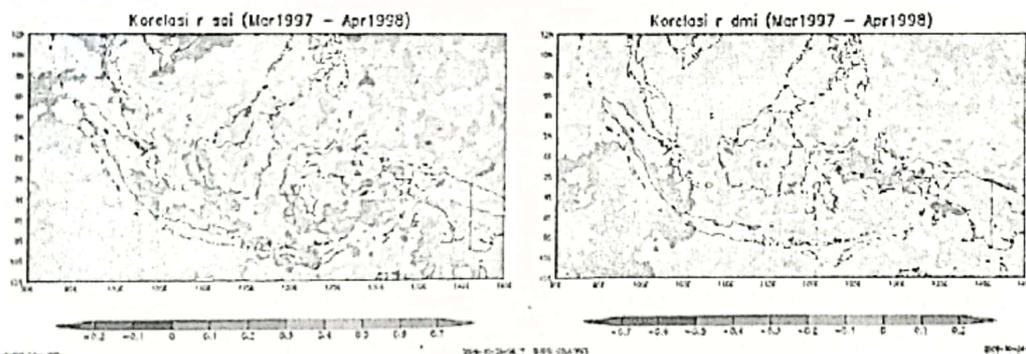


Gambar 3.2 Grafik SOI bulanan (kiri) dan DMI bulanan (kanan) periode Maret 1997 sampai April 1998.

Fenomena El Nino secara umum menyebabkan curah hujan di sebagian besar wilayah Indonesia berkurang. Untuk wilayah Indonesia yang luas ini tampak tidak seluruh daerah dipengaruhi oleh fenomena El Nino. Daerah mana saja yang dipengaruhi oleh El Nino dan seberapa besar pengaruhnya terhadap curah hujan di wilayah Indonesia

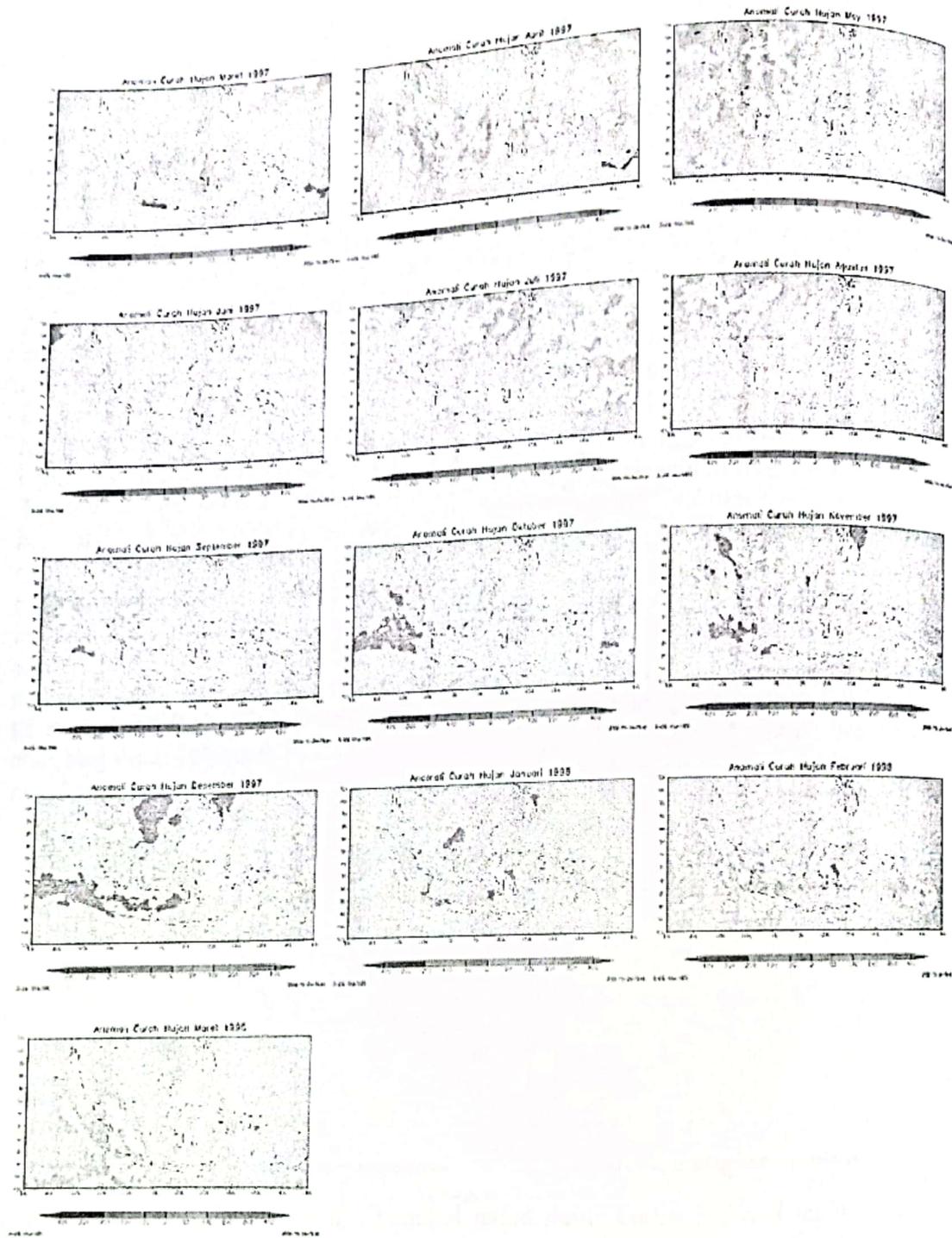
ditunjukkan oleh gambar 3.3 (kiri) yang menggambarkan korelasi data curah hujan bulanan wilayah Indonesia dan SOI bulanan. Tampak pada gambar 3.3 (kiri) umumnya di wilayah Indonesia memiliki korelasi positif antara curah hujan dan SOI yang artinya semakin kuat El Nino akan memberikan dampak pengurangan curah hujan yang tinggi atau menadikan kering. Korelasi yang tinggi dimana nilai $r = 0.5$ sampai $r = 0.7$ terdapat di sekitar Kalimantan Timur, Kalimantan Selatan, Sulawesi Utara, Sulawesi Tengah dan Papua bagian utara. Sedangkan sebagian besar Sumatera, Bali, NTB, NTT dan Ambon memiliki korelasi yang lebih rendah yaitu $r = 0.2$ sampai $r = 0.4$.

Demikian juga halnya dengan Dipole Mode dimana pada kondisi DMI positif, secara umum curah hujan wilayah Indonesia di bagian barat berkurang. Daerah mana saja yang dipengaruhi oleh Dipole Mode dan seberapa besar pengaruhnya terhadap curah hujan di wilayah Indonesia dapat ditunjukkan oleh gambar 3.3 (kanan). Tampak pada gambar 3.3 (kanan) tersebut adanya korelasi negatif yang tinggi antara curah hujan dan DMI. Ini menunjukkan semakin tinggi nilai positif DMI akan menyebabkan semakin rendahnya curah hujan di wilayah Indonesia yang disebabkan adanya pergerakan uap air dari wilayah Indonesia menuju Samudera Hindia. Berdasarkan hasil pengolahan data tampak nilai korelasi yang tinggi sebesar $r = -0.5$ sampai $r = -0.7$ terdapat di sekitar bagian barat dan selatan Sumatera, Banten, dan sebagian di Kalimantan Barat. Pulau Jawa pada umumnya memiliki korelasi antara $r = -0.2$ sampai $r = -0.5$. Jadi tampak di daerah Jawa dan Sumatera bagian selatan dan barat pada tahun 1997/1998 ini lebih kuat pengaruh Dipole Mode positif dibandingkan El Nino. Itulah sebabnya hampir di sebagian besar wilayah Indonesia mengalami kekeringan yang cukup parah karena pada periode ini terjadi bersamaan El Nino kuat dan Dipole Mode positif yang keduanya memberikan dampak kekeringan pada daerah yang tidak sama di wilayah Indonesia tetapi ini menjadikan luas daerah kekeringan menjadi semakin luas.



Gambar 3.3. Nilai korelasi antara curah hujan bulanan dan SOI bulanan (kiri) serta nilai korelasi antara curah hujan bulanan dan DMI bulanan (kanan) selama periode Maret 1997 sampai April 1998.

Pada Gambar 3.4 yang merupakan gambaran anomali curah hujan bulanan yang terjadi selama berlangsungnya fenomena El Nino 1997/1998 yang bersamaan waktunya dengan kejadian fenomena Dipole Mode positif. Sangat jelas terlihat pada gambar 3.4 tersebut daerah Sumatera, Jawa, Kalimantan, Sulawesi, dan Papua yang mengalami kekeringan dimana anomali curah hujan dari waktu ke waktu semakin berkurang dari kondisi rata-ratanya (terdapat anomali negatif untuk curah hujan pada periode tersebut) yang mencapai -200 mm per bulan dengan luasan daerah yang mengalami kekeringan akibat dampak kedua fenomena tersebut terlihat nyata di wilayah Indonesia.

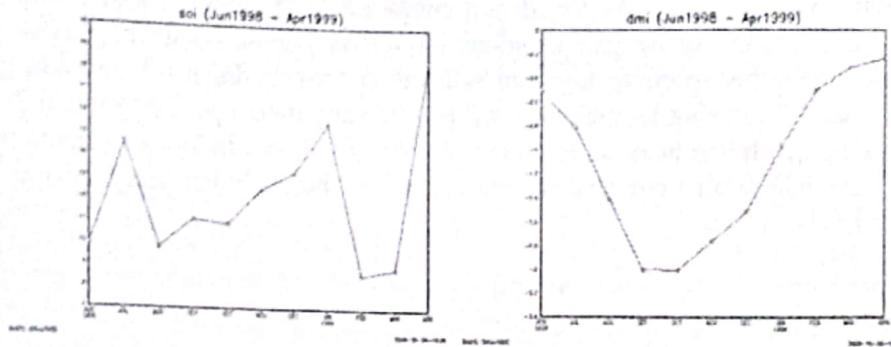


Gambar 3.4. Anomali curah hujan bulanan wilayah Indonesia berdasarkan data satelit cuaca GMS/MTSAT selama periode Maret 1997 sampai April 1998.

3.3. Fenomena La Nina 1998/1999 bersamaan dengan Dipole Mode Negatif.

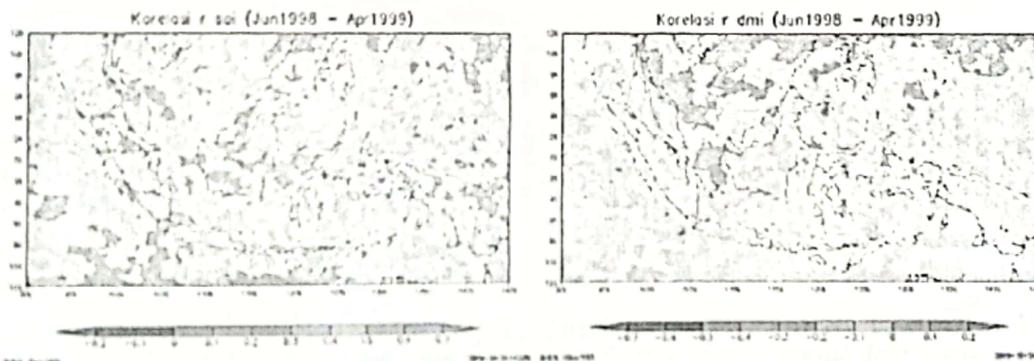
Pada Gambar 3.5 berikut ini tampak kondisi dimana berdasarkan data SOI bulanan pada tahun 1998/1999 yang diplotkan dalam bentuk grafik terlihat adanya nilai positif yang besar berturut-turut sejak Juni 1998 dengan nilai SOI sebesar 9.9 sampai April 1999 dengan nilai SOI sebesar 18.5. Hal ini mengindikasikan tengah berlangsungnya fenomena La Nina dengan intensitas yang juga kuat di Samudera Pasifik ekuator. Sedangkan pada waktu yang bersamaan tampak terjadi fenomena Dipole Mode Negatif juga besar di

Samudera Hindia dimana DMI mencapai puncak nilai tertinggi sekitar 2 September dan Oktober 1998.



Gambar 3.5 Grafik SOI bulanan (kiri) dan DMI bulanan (kanan) selama periode Juni 1998 sampai dengan April 1999.

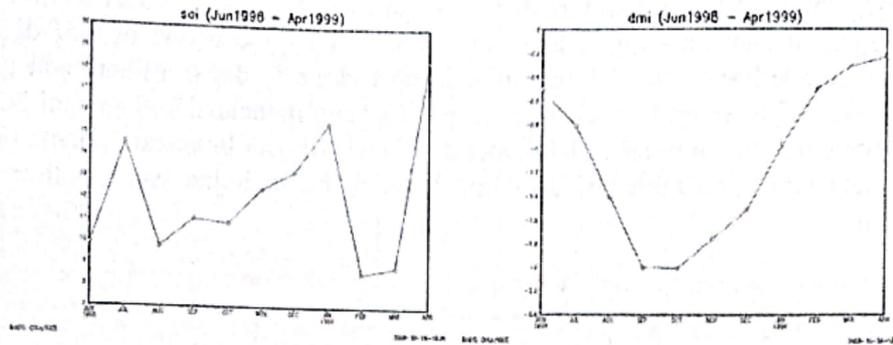
Fenomena La Nina secara umum menyebabkan curah hujan di Indonesia meningkat. Sama halnya dengan fenomena El Nino, dampak dari fenomena La Nina juga tidak berpengaruh terhadap peningkatan curah hujan di seluruh wilayah Indonesia. Hal ini tampak dari nilai korelasi antara curah hujan bulanan wilayah Indonesia dan SOI bulanan yang bervariasi seperti ditunjukkan pada gambar 3.6 (kiri). Nilai korelasi positif disini menunjukkan semakin kuat fenomena La Nina memberikan dampak semakin besar jumlah curah hujan yang terjadi di daerah tersebut. Pada gambar 3.6 (kiri) tersebut tampak nilai korelasi yang tinggi dimana nilai $r = 0.5$ sampai $r = 0.6$ mendominasi wilayah Indonesia terutama Jawa, BaliNTB, Kalimantan Timur, Sulawesi, Maluku dan Papua. Korelasi yang sedang dimana nilai $r = 0.1$ sampai $r = 0.4$ tampak terdapat di Sumatera, NTT dan Kalimantan Barat, Kalimantan Selatan dan Sulawesi Utara.



Gambar 3.6 Nilai korelasi antara curah hujan bulanan dan SOI bulanan (kiri) serta nilai korelasi spasial antara curah hujan dan DMI (kanan) selama periode Maret Juni 1998 - April 1999.

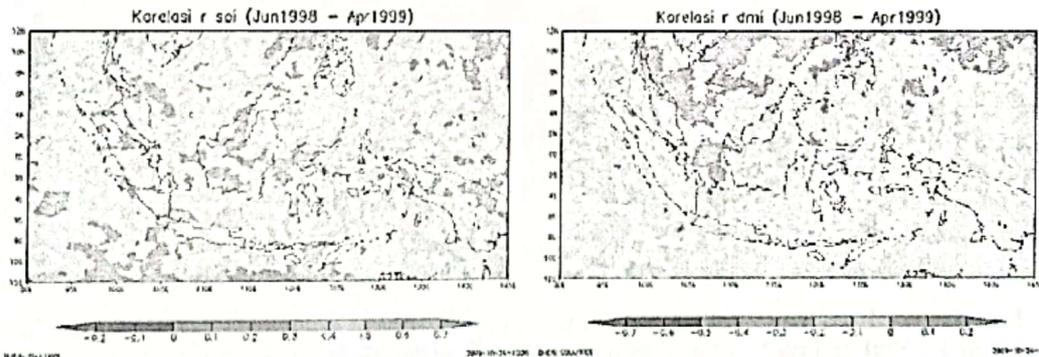
Pada periode waktu yang bersamaan di Samudera Hindia juga tengah berlangsung Dipole Mode negatif yang cukup tinggi. Pada kondisi nilai DMI negatif, secara umum pola curah hujan di sebagian daerah Indonesia bagian tampak mengalami peningkatan. Dampak peningkatan curah hujan di wilayah Indonesia ini juga tampak bervariasi. Hal ini ditunjukkan oleh nilai korelasi antara curah hujan bulanan dan DMI bulanan seperti yang tampak pada gambar 3.6 (kanan) dimana nilai korelasi negatif menunjukkan semakin kuat Dipole Mode negatif akan memberikan dampak semakin besar peningkatan curah hujan di

Samudera Hindia dimana DMI mencapai puncak nilai tertinggi sekitar 2 September dan Oktober 1998.



Gambar 3.5 Grafik SOI bulanan (kiri) dan DMI bulanan (kanan) selama periode Juni 1998 sampai dengan April 1999.

Fenomena La Nina secara umum menyebabkan curah hujan di Indonesia meningkat. Sama halnya dengan fenomena El Nino, dampak dari fenomena La Nina juga tidak berpengaruh terhadap peningkatan curah hujan di seluruh wilayah Indonesia. Hal ini tampak dari nilai korelasi antara curah hujan bulanan wilayah Indonesia dan SOI bulanan yang bervariasi seperti ditunjukkan pada gambar 3.6 (kiri). Nilai korelasi positif disini menunjukkan semakin kuat fenomena La Nina memberikan dampak semakin besar jumlah curah hujan yang terjadi di daerah tersebut. Pada gambar 3.6 (kiri) tersebut tampak nilai korelasi yang tinggi dimana nilai $r = 0.5$ sampai $r = 0.6$ mendominasi wilayah Indonesia terutama Jawa, BaliNTB, Kalimantan Timur, Sulawesi, Maluku dan Papua. Korelasi yang sedang dimana nilai $r = 0.1$ sampai $r = 0.4$ tampak terdapat di Sumatera, NTT dan Kalimantan Barat, Kalimantan Selatan dan Sulawesi Utara.

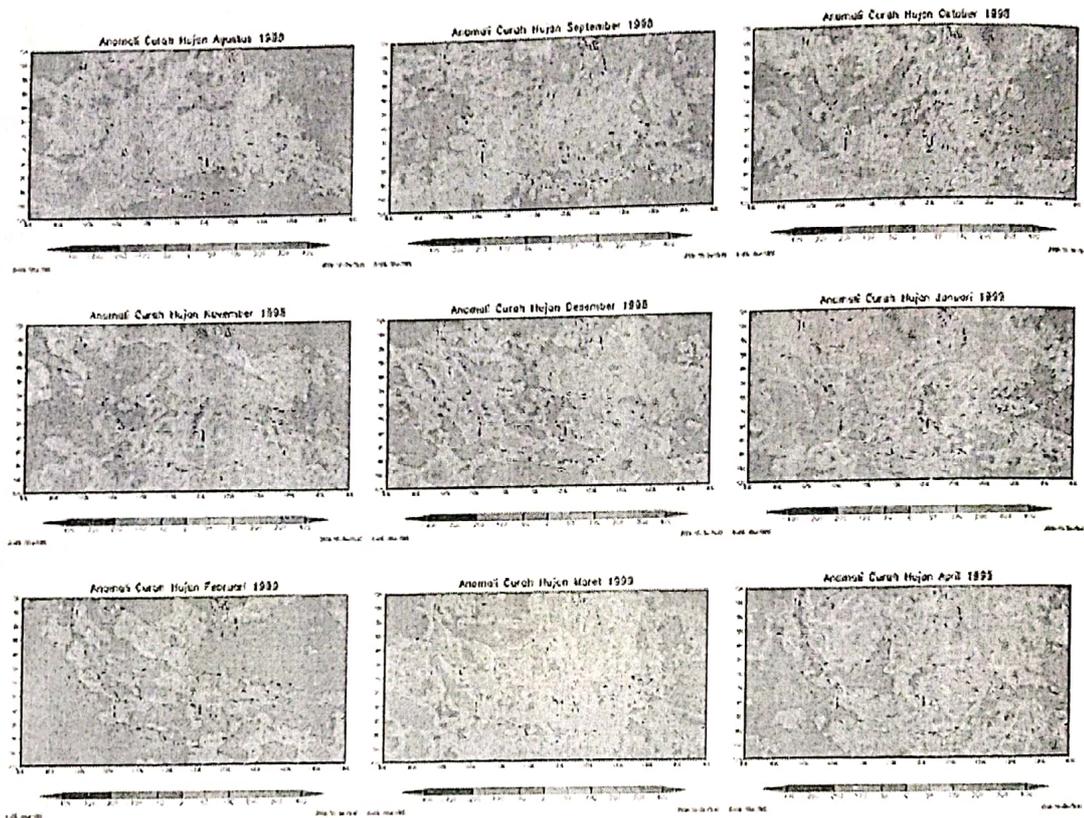


Gambar 3.6 Nilai korelasi antara curah hujan bulanan dan SOI bulanan (kiri) serta nilai korelasi spasial antara curah hujan dan DMI (kanan) selama periode Maret Juni 1998 – April 1999.

Pada periode waktu yang bersamaan di Samudera Hindia juga tengah berlangsung Dipole Mode negatif yang cukup tinggi. Pada kondisi nilai DMI negatif, secara umum pola curah hujan di sebagian daerah Indonesia bagian tampak mengalami peningkatan. Dampak peningkatan curah hujan di wilayah Indonesia ini juga tampak bervariasi. Hal ini ditunjukkan oleh nilai korelasi antara curah hujan bulanan dan DMI bulanan seperti yang tampak pada gambar 3.6 (kanan) dimana nilai korelasi negatif menunjukkan semakin kuat Dipole Mode negatif akan memberikan dampak semakin besar peningkatan curah hujan di

wilayah Indonesia. Korelasi yang kuat dengan nilai $r = -0.4$ sampai $r = -0.7$ tampak terjadi di perairan sebelah barat Sumatera dan sebelah barat Kalimantan.

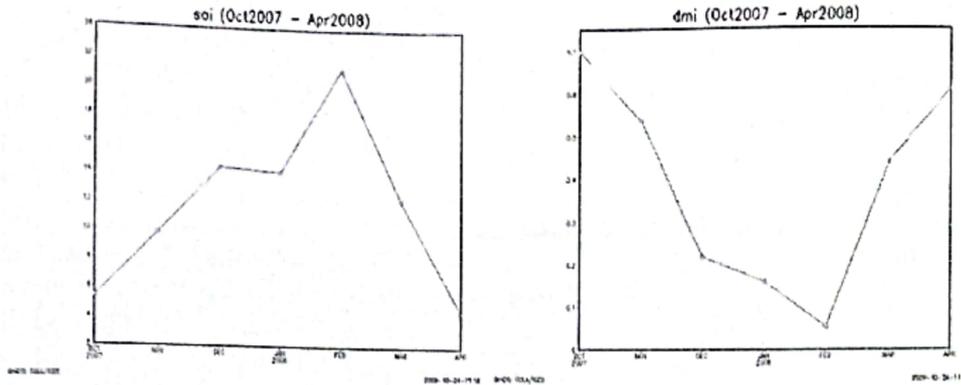
Bagaimana dampak jika terjadi fenomena La Nina 1998/1999 di Samudera pasifik ekuator yang bersamaan dengan kejadian fenomena Dipole Mode negatif di Samudera Hindia ekuator terhadap curah hujan di wilayah Indonesia dapat dilihat pada gambar 3.7. Pada Gambar 3.7 tersebut tampak anomali positif yang mencapai 100 sampai 300 mm per bulan untuk curah hujan bulanan lebih mendominasi wilayah Indonesia selama periode ini. Dengan kata lain telah memberikan dampak curah hujan yang melimpah selama periode ini



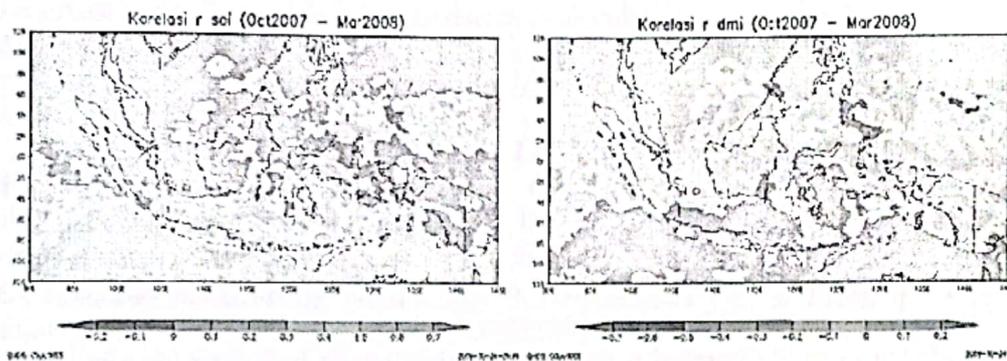
Gambar 3.7 Anomali curah hujan bulanan dari satelit cuaca GSM/MTSAT di wilayah Indonesia selama periode Juni 1998 sampai April 1999.

3.4. Fenomena La Nina 2007/2008 Yang Terjadi Bersamaan Dengan Dipole Mode Positif.

Kasus yang terjadi pada periode ini juga menjadi kajian yang menarik karena pada waktu yang bersamaan terjadi La Nina 2007/2008 dengan intensitas sedang yang berlangsung dari Oktober 2007 sampai dengan Maret 2008 dengan nilai SOI tertinggi mencapai 21.3 pada bulan Februari 2008 sebagaimana yang ditunjukkan pada Gambar 3.8 (kiri). Sedangkan pada periode waktu yang sama berlangsung Dipole Mode dengan nilai yang konsisten positif tetapi intensitasnya hanya sekitar setengah dari Dipole Mode positif yang terjadi tahun 1997/1998 seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.8 (kanan).



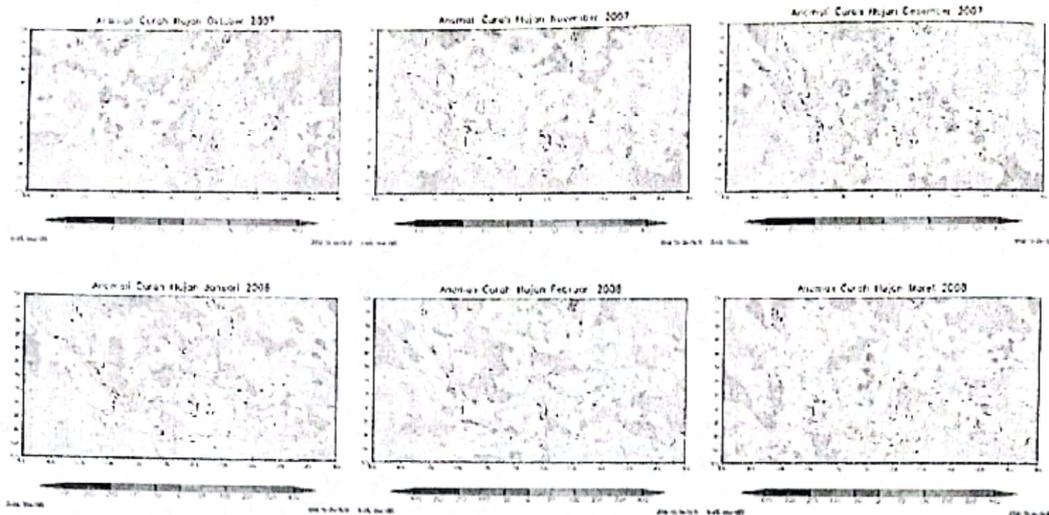
Gambar 3.8 Grafik SOI bulanan (kiri) dan DMI bulanan (kanan) selama periode Oktober 2007 sampai Maret 2008.



Gambar 3.9 Nilai korelasi antara curah hujan bulanan dan SOI bulanan(kiri) serta nilai korelasi antara curah hujan bulanan dan DMI bulanan selama periode Oktober 2007 sampai Maret 2008

Bagaimana korelasi antara curah hujan bulanan dari data satelit GMS/MTSAT dan SOI bulanan serta bagaimana korelasi antara curah hujan bulanan tersebut dan DMI bulanan dapat dilihat pada Gambar 3.9. Terlihat jelas dari gambar 3.9 (kiri) korelasi curah hujan bulanan dan SOI bulanan diperoleh nilai korelasi positif tinggi dengan $r = 0.5$ sampai $r = 0.7$ mendominasi daerah-daerah di bagian selatan wilayah Indonesia. Kondisi yang sebaliknya dominasi nilai korelasi negatif yang tinggi antara $r = 0.5$ sampai $r = 0.7$ antara curah hujan bulanan dan DMI bulanan juga terjadi di bagian selatan wilayah Indonesia, seperti yang tampak pada gambar 3.9 (kanan).

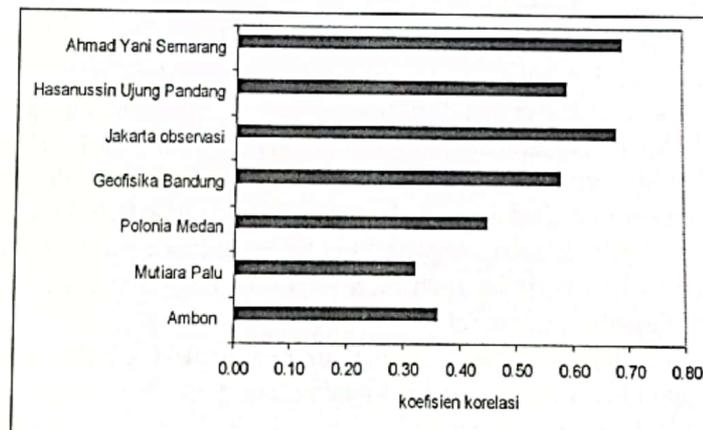
Periode ini menjadi menarik karena umumnya pada kondisi fenomena La Nina berlangsung di Samudera Pasifik ekuator memberikan dampak peningkatan curah hujan di sebagian wilayah Indonesia, sedangkan pada kondisi berlangsung fenomena Dipole Mode positif di Samudera Hindia secara umum menjadikan kekeringan di sebagian wilayah Indonesia. Bagaimana dampaknya terhadap curah hujan di wilayah Indonesia jika kedua fenomena tersebut terjadi dapat dilihat pada gambar 3.10 yang memberikan gambaran pola anomali curah hujan di wilayah Indonesia selama periode tersebut. Tampak pada gambar 3.10 tersebut anomali curah hujan wilayah Indonesia untuk daratan justru mendekati kondisi rata-ratanya kecuali di daerah perairan yang tampak adanya peningkatan curah hujan. Jadi kedua fenomena tampak memberikan dampak saling menormalkan pengaruh sehingga mendekati nilai rata-rata.



Gambar 3.10 Anomali curah hujan bulanan dari data satelit cuaca GMS/MTSAT selama periode Oktober 2007 sampai Maret 2008.

3.5. Validasi Data Satelit GMS dan MTSAT terhadap Data Observasi Permukaan

Validasi data satelit cuaca GMS dan MTSAT terhadap data observasi permukaan untuk beberapa stasiun telah dilakukan. Hasil pengolahan data menunjukkan untuk stasiun Geofisika Bandung, stasiun Hasanuddin Ujung Pandang, stasiun Jakarta observasi, dan stasiun Ahmad Yani Semarang memiliki korelasi yang cukup baik yaitu berkisar antara nilai $R=0.58$ sampai dengan $R=0.69$. Sedangkan untuk stasiun Mutiara Palu, Ambon, dan Polonia Medan memiliki korelasi yang lebih lemah dimana berkisar pada nilai $R=0.32$ sampai dengan $R=0.45$. hal ini dapat dilihat pada Gambar 3.11.



Gambar 3.11 Validasi data satelit cuaca terhadap data observasi permukaan.

4. KESIMPULAN

Fenomena global ENSO (El Nino dan La Nina) yang terjadi di Samudera Pasifik ekuator maupun fenomena Dipole Mode yang terjadi di Samudera Hindia tampak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap pola curah hujan yang terjadi di wilayah Indonesia yang tidak selalu sama dan tidak mempengaruhi seluruh daerah di wilayah

Indonesia. Pada kasus dimana fenomena EL Nino 1997/1998 dan Dipole Mode Positif terjadi dalam periode waktu yang bersamaan, maupun La Nina 1998/1999 dan Dipole Mode Negatif yang terjadi pada periode waktu yang bersamaan, sangat jelas tampak pengaruh yang saling menguatkan terhadap pola curah hujan di wilayah Indonesia yaitu dampak saling memperparah dalam arti memperluas daerah kekeringan maupun dampak pada peningkatan curah hujan yang nyata di wilayah Indonesia. Hal ini ditunjukkan oleh korelasi positif yang tinggi antara curah hujan dan SOI yaitu antara rentang nilai $r = 0.5$ sampai $r = 0.7$. Sedangkan sebaliknya korelasi negatif yang tinggi juga terjadi antara curah hujan dan DMI yaitu antara rentang nilai $r = -0.5$ sampai $r = -0.7$. Akan tetapi pada kasus fenomena La Nina 2007/2008 yang bersamaan periodenya dengan fenomena Dipole Mode Positif tampak memberikan pengaruh yang saling melemahkan terhadap pola curah hujan di wilayah Indonesia sehingga curah hujan yang terjadi tampak lebih mendekati kondisi rata-ratanya. Dari penelitian ini tampak adanya pengaruh intensitas (tingkat kekuatan) pada kedua fenomena tersebut baik ENSO maupun Dipole Mode terhadap curah hujan Indonesia. Hasil validasi data estimasi curah hujan dari satelit GMS/MTSAT terhadap data observasi permukaan pada sebagian daerah telah cukup baik terutama di Semarang, Ujung Pandang, Jakarta, dan Bandung dengan nilai koefisien korelasi antara rentang nilai $r = 0.5$ sampai $r = 0.7$ sedangkan pada sebagian daerah tampak masih perlu peningkatan akurasinya seperti Medan, Palu dan Ambon yang memiliki koefisien korelasi $r < 0.5$.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi atas support dana penelitian yang diberikan pada Program Insentif Riset Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Untuk Penelitian dan Perakayasa Tahun Anggaran 2009.

DAFTAR PUSTAKA

- Allan, R., 2000, ENSO and climatic variability in the past 150 years, in ENSO: Multiscale Variability and Global and Regional Impacts, edited by H. F. Diaz and V. Markgraf, pp. 3 – 55, Cambridge Univ. Press, Cambridge, U. K.
- Boer, R. and M. Faqih, 2004, Global climate forcing factor and rainfall variability in West Java: Case study in Bandung District, *J. Agrometeorology* 18(2), 1-12.
- Chang, C.P., Z. Wang, J. Ju, and T. Li., 2004, On relationship between western maritime continent monsoon rainfall and ENSO during northern winter. *J. Climate* 16, 1775-1790.
- Harjana, T. (2007), Variasi Seasonal Dan Interannual Suhu Puncak Awan Dan Hujan Daerah Indonesia, Laporan Penelitian
- Haylock, M. and J.L. McBride, 2001, Spatial coherence and predictability of Indonesian wet season rainfall. *J. Climate* 14, 3882-3887.
- Hendon, H.H., 2003, Indonesian rainfall variability: Impacts of ENSO and local air-sea interaction. *J. Climate* 16, 1775-1790.
- <http://weather.is.kochi-u.ac.jp>, data real time jam-an satelit cuaca GMS/MTSAT.
- <http://www.bom.gov>, data Southern Oscillation Index (SOI) bulanan.
- <http://www.jamstec.go.jp>, data Dipole Mode Index (DMI) bulanan.
- Philander, G.C. (1990), El Nino, La Nina, and the Southern Oscillation. Academic Press Inc., San Diego, CA, 293 hal.
- Saji, N., B. Goswami, P. Vinayachandran, and T. Yamagata (1999), A dipole mode in the

tropical Indian Ocean, *Nature*, 401, 360–363.
Webster, P., A. Moore, J. Loschnigg, and R. Leben (1999), Coupled oceanatmosphere dynamics in the Indian Ocean during 1997–1998, *Nature*, 401, 356–360.