

## ANALISIS PARAMETER MONSUN, ENSO, DIPOLE MODE DAN MJO SEBAGAI PRECURSOR IKLIM

Eddy Hermawan<sup>1)</sup>, Trismidianto<sup>1)</sup>, Ibnu Fathrio<sup>1)</sup>, dan Ining Sunarsih<sup>2)</sup>

1) Pusat Pemanfaatan Sains Atmosfer dan Iklim  
Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN)  
Jln. Dr. Djundjunaan 133, Bandung 40173  
Phone: +62226037-445 dan Fax: +6222-6037-443  
2) Geofisika dan Meteorologi, Institut Pertanian (IPB) Bogor  
Jalan Raya Darmaga Bogor, Jawa barat  
E-mail : eddy\_lapan@yahoo.com

### Abstract

This paper mainly discusses the impact of global climate phenomena, such as Monsoon, ENSO and Dipole Mode, and MJO to changes in climate, particularly rainfall in Indonesia. There are four main issues which we discuss in full this paper, namely, (1). Are there any other oscillations that need to be studied further, in addition to the phenomenon of Monsoon (2). Do we need to simulate the global climate index data, (3). Precursors of what may become a reference in a "peek" coming in future disasters and the atmosphere (4). Is there any instant ways that can be used in identifying if the early rainy season/dry season in Indonesia?. One thing that needs to be noted here is the phenomenon does not stand alone, sometimes they are mutually reinforcing, sometimes also mutually weaken, as happened in 1997, and 1998. Results of analysis of global climate data index (Monsoon, ENSO and Dipole Mode, and MJO) monthly average since January 1979 till December 2008 showed that the phenomenon of Monsoon is still the most dominant. While ENSO and Dipole Mode, and also a combination of both, namely the product of cross between Nino 3.4 SST parameters and DMI showed a relatively high variability, nearly matching the oscillation of Monsoon. Oscillation "new" this is what would be used as a precursor to the occurrence of anomalies (deviations) changes in climate, particularly rainfall in Indonesia in the future.

**Keywords :** Monsoon, ENSO, Dipole Mode, MJO, dan Precursor of Climate

### Abstrak

Makalah ini utamanya membahas dampak fenomena iklim global, seperti Monsun, ENSO, Dipole Mode, dan MJO terhadap perubahan iklim, khususnya curah hujan di Indonesia. Ada empat pokok permasalahan yang akan kami bahas dalam makalah ini, yakni ; (1). Adakah osilasi lain yang perlu dikaji lebih lanjut, selain fenomena Monsun, (2). Perlukah kita kita memodelkan data indeks iklim global, (3). Precursor apa yang dapat dijadikan acuan dalam "mengintip" datangnya bencana atmosfer di masa mendatang dan (4). Adakah cara mudah/ sederhana yang dapat digunakan dalam mengidentifikasi bila awal musim penghujan/kemarau di Indonesia?. Satu hal yang perlu dicatat disini adalah fenomena tersebut tidaklah berdiri sendiri, kadang kala mereka saling menguatkan, kadang kala pula saling melemahkan, seperti yang terjadi di tahun 1997 dan 1998. Hasil analisis indeks data iklim global (Monsun, ENSO, Dipole Mode, dan MJO) rata-rata bulanan sejak Januari 1979 hingga Desember 2008 menunjukkan bahwa fenomena Monsun tetap saja yang paling dominan. Sementara ENSO dan Dipole Mode, dan juga kombinasi keduanya, yakni hasil kali silang antara parameter SST Nino 3.4 dan DMI menunjukkan variabilitas yang relatif tinggi, hampir menyamai osilasi Monsun. Osilasi "baru" inilah yang kiranya dapat digunakan sebagai precursor akan terjadinya anomali (penyimpangan) perubahan iklim, khususnya curah hujan di Indonesia di masa mendatang.

**Kata kunci :** Monsun, ENSO, Dipole Mode, MJO, dan Precursor Iklim

## 1. PENDAHULUAN

Curah hujan baik secara langsung maupun tidak langsung merupakan sumber air yang utama bagi kelangsungan hidup manusia, khususnya dalam bidang pertanian. Oleh karena itu informasi mengenai sifat, pola, keragaman, periodisitas curah hujan dan juga prediksinya ke depan diperlukan di setiap tempat oleh para petani dan juga para pengambil kebijakan yang berhubungan dengan masalah air, seperti Departement Pengairan, Kimpraswil dll. Hal ini disebabkan bila pada suatu saat kita dihadapkan pada suatu kondisi atau keadaan akan kelebihan ataupun kekurangan air, khususnya dalam jangka waktu yang relatif lama (3-6 bulan), maka hal ini akan merugikan atau bahkan menggagalkan usaha tani yang telah dilakukan.

Curah hujan musiman selain mempunyai sifat yang teratur, juga memperlihatkan keragaman dari waktu ke waktu maupun dari tempat ke tempat. Sri Jatno (1981) menunjukkan bahwa keragaman curah hujan di P. Jawa menurut tempat ditentukan oleh tiga komponen utama, yaitu; pengaruh musim, pengaruh Quasi Biennial Oscillation (QBO) dan pengaruh topografi dan geografi. Sedangkan keragaman curah hujan menurut waktu terjadi karena pengaruh bintik matahari (sun-spot) dan sirkulasi udara umum.

Peramalan curah hujan musiman yang teratur musimnya menunjukkan perbedaan jumlah curah hujan yang jatuh dari tahun ke tahun. Hal ini ditunjukkan dengan adanya banjir dan kekeringan. Walaupun dalam banyak hal manusia tidak berdaya untuk melawan akibat tragis dari kekeringan yang tidak diharapkan, kerugian yang diakibatkan oleh keadaan ini akan dapat dikurangi dengan adanya peringatan dini sebelumnya.

Walker *dalam* Bhalme dan Jadhav (1984) menemukan adanya hubungan yang erat antara curah hujan dengan suatu osilasi yang kemudian dikenal sebagai *Southern Oscillation* (Osilasi Selatan) yang didefinisikan sebagai suatu embutan yang tidak teratur, *interannual* dan berskala global yang mencerminkan pertukaran massa atmosfer antara sel tekanan rendah di daerah ekuator Indonesia dengan sel tekanan tinggi di Pasifik Selatan (*lihat* Walker, 1932; Berlage, 1957, 1966 dan Troup, 1965). Ia memiliki embutan *interannual* dengan cirri khasnya adalah *persistensi* yang terjadi selama osilasi berlangsung dalam beberapa musim. Sifat persistensi inilah yang akan mempengaruhi variasi iklim di tempat lain di bumi yang merupakan suatu nilai yang potensial dalam peramalan iklim jangka panjang.

Selain masalah ENSO di kawasan Samudera Pasifik, saat ini perhatian dunia sedang tertuju adanya "ENSO kecil" di kawasan Lautan Hindia yang dikenal sebagai *Indian Ocean Dipole* (IOD) atau *Dipole Mode Index* (DMI) yang didefinisikan sebagai perbedaan anomali dua kutub Suhu Permukaan Laut (SPL) di Samudera Hindia bagian timur (perairan Indonesia sekitar Sumatera dan Jawa) dan Samudera Hindia bagian tengah sampai barat (perairan pantai timur benua Afrika). Ada dua istilah disini yakni "Dipole Mode Positif" yang terjadi apabila pusat tekanan rendah berada di sekitar pantai timur Afrika dan "Dipole Mode Negatif" yang terjadi apabila pusat tekanan rendah berada di sekitar pantai barat Sumatera.

Menurut sejarahnya IOD bukanlah suatu fenomena iklim yang baru. Ia sudah ada sejak sekitar tahun 1800-an. Namun, fenomena penyimpangan iklim ini baru pertama kali diungkap oleh Prof. Toshio Yamagata dari *Tokyo University, Japan* bersama rekannya dari India Dr. Saji N. Hameed dari *Indian Institute of Science, Bangalore, India*. Hal yang menarik dari fenomena ini adalah periodisitasnya yang berosilasi sekitar 15 bulanan yang pada waktu-waktu tertentu juga muncul antara selang waktu 3-4 tahun. Periodisitas ini penting diketahui agar dapat ditentukan sifat-sifat pengulangan akumulasi curah hujan pada periode tertentu.

Berbagai analisis telah dikembangkan untuk mengetahui periodistas curah hujan, seperti menggunakan analisis spektrum kuasa (power spectrum). Kemudian terakhir berkembang analisis menggunakan "wavelet" yang kini mulai banyak digunakan orang. Dengan teknik ini terus dikembangkan penelitian-penelitian yang bertujuan mengetahui periodisitas curah hujan yang tersembunyi. Selain itu yang tidak kalah pentingnya adalah dampak yang ditimbulkannya terhadap anomali curah hujan yang terjadi di kawasan barat Indonesia, khususnya di P. Sumatera. Hasil riset yang dilakukan Saji *et. al.* (1999) didapatkannya hubungan antara IOD dengan anomali curah hujan di kawasan Selatan Sumatera sebesar -0.8. Diharapkan dengan mengkaji lebih lanjut hubungan antara IOD dengan anomali curah hujan di kawasan Sumatera Barat dan sekitarnya dapat dipakai sebagai salah satu cara untuk meningkatkan akurasi peramalan curah hujan di daerah ini.

Terkait dengan masalah di atas, terlihat bahwa sistem dinamika atmosfer Indonesia ternyata sangatlah kompleks, ia tidak sesederhana yang kita bayangkan. Tidak hanya faktor Monsun yang relatif dominan berperan, juga faktor lain seperti kombinasi interaksi antara fenomena ENSO, DMI dan faktor lokal juga berperan besar. Belum lagi masalah MJO yang hingga kini mekanisme pembentukannya belum sepenuhnya diketahui dengan baik dan benar. Yang perlu diingat adalah adanya keterkaitan (interaksi) yang erat antara fenomena iklim global satu dengan lainnya. Kejadian ekstrim kering tahun 1997, terjadi akibat dua fenomena global yakni El-Nino dan DMI (+) terjadi secara simultan (bersamaan). Dengan kata lain, mereka tidaklah "independent" (bebas), melainkan saling terikat satu dengan lainnya.

Ada beberapa pokok permasalahan yang hingga kini belum dapat dipecahkan terkait dengan masalah di atas, seperti : (1). Apa yang menyebabkan adanya perbedaan pola distribusi curah hujan di satu wilayah sentra produksi tanaman pangan dengan wilayah lainnya hingga kini belum banyak dilakukan orang, (2). Belum banyak diketahui tentang perilaku interaksi yang terjadi diantara fenomena iklim global yang ada, baik antara ENSO dengan Dipole Mode, ENSO dengan Monsoon, ENSO dengan MJO, Dipole Mode dengan Monsoon, Dipole Mode dengan MJO, ataupun antara Monsoon dengan MJO, (3). Apakah Dipole Mode di Samudra Hindia mempunyai pengaruh yang sangat signifikan terhadap perilaku curah hujan di kawasan Indonesia bagian barat. Hal ini pun masih perlu dikaji lebih mendalam, dan (4). Sampai saat ini belum ada satu model iklim pun yang mampu menjelaskan keterkaitan antara fenomena ENSO, IOD, Monsoon, dan MJO dengan pola distribusi curah hujan yang terjadi di wilayah sentra produksi tanaman pangan.

Berbasis konsep dasar pengertian Sistem Pakar di atas, maka tujuan utama daripada kegiatan riset ini adalah mengembangkan model prediksi pola distribusi curah hujan di satu kawasan sentra produksi tanaman pangan berbasis kepada hasil analisis indeks fenomena iklim global, khususnya ENSO, DMI, Monsun, dan MJO. Sementara tujuan lain adalah mengetahui "precursor" (indikasi awal) bila anomali datangnya awal musim penghujan/kemarau di kawasan sentra produksi tanaman pangan yang dianalisis.

## 2. TEORI DASAR

### 2.1. Sistem Dinamika Atmosfer Indonesia

Dinamika atmosfer Indonesia sangatlah kompleks. Tidak hanya faktor Monsun yang relatif dominan berperan, juga faktor lain seperti kombinasi interaksi antara fenomena ENSO (*El-Niño and Southern Oscillation*), DMI (*Dipole Mode Index*) dan faktor lokal juga berperan besar. Belum lagi masalah fenomena MJO (*Madden-Julian Oscillation*) yang hingga kini mekanisme pembentukannya belum sepenuhnya diketahui dengan baik

dan benar. Salah satu faktor terjadinya variabilitas iklim khususnya curah hujan antar tahunan di wilayah Indonesia adalah fenomena berskala global yang dikenal dengan nama ENSO. Secara umum peristiwa ENSO berulang antara 2-7 tahun. Di Indonesia, peristiwa ENSO diidentikkan dengan musim kering yang melebihi kondisi normalnya. Hal ini berbanding terbalik dengan peristiwa La-Niña yang justru menghasilkan curah hujan melebihi batasan normalnya (Roppelweski dan Halpert, 1987).

Terdapat hubungan yang erat antara curah hujan di Indonesia dan indikator ENSO seperti dengan suhu permukaan laut (SST=*Sea Surface Temperature*) di wilayah Pasifik Timur (dikenal dengan daerah Niño) atau dengan Indeks Osilasi Selatan (SOI=*Southern Oscillation Index*) sebagaimana yang telah banyak dilaporkan oleh beberapa peneliti (Haylock dan McBride 2001; Hendon, 2003; Aldrian, 2002; Gunawan dan Gravenhorst, 2005).

Dalam dekade terakhir, fenomena yang mirip dengan ENSO, tetapi berada di samudera Hindia telah mulai menarik perhatian para peneliti bidang atmosfer dan kelautan karena ternyata memberi dampak yang saling menguatkan atau memperlemah pengaruh ENSO. Peristiwa osilasi yang terjadi di wilayah barat Indonesia ini dikenal dengan sebutan DMI (*Dipole Mode Index*) setelah pertama kali di kemukakan oleh peneliti Jepang Yamanaga dan Saji di tahun 1992.

DMI merupakan fenomena interaksi antara laut dan atmosfer di Samudera Hindia yang ditetapkan berdasarkan selisih suhu permukaan laut di perairan sebelah timur benua Afrika dan di perairan Samudera Hindia sebelah barat pulau Sumatera. Selisih suhu permukaan laut kedua tempat tersebut disebut Indeks Dipole Mode (*Dipole Mode Index*, DMI).

Pada saat DMI positif, maka pusat tekanan rendah berada di pantai timur Afrika yang menyebabkan bergesernya pusat konveksi di wilayah Indonesia bagian barat menuju ke arah timur sehingga intensitas curah hujan di wilayah Indonesia bagian barat umumnya rendah. Sebaliknya, pada saat DMI negatif, justru pusat tekanan rendah berada di pantai barat P. Sumatera, sehingga pusat konveksi bergeser ke arah pantai barat P. Sumatera, intensitas curah hujan di wilayah Indonesia bagian barat umumnya akan relatif tinggi.

Selain itu, *Dipole Mode* umumnya terjadi secara bebas, tidak saling mengikat dengan El-Niño dan Osilasi Selatan serta merupakan fenomena kopel atmosfer-laut yang unik di Samudera Hindia Tropis (Saji et al., 1999; Webster et al., 1999; Ashok et al., 2001). Kajian tentang peran El-Niño dan *Dipole Mode*, secara terpisah sebagai fenomena dalam sistem iklim di kawasan tropis telah banyak dilakukan. Namun perilaku dan peran fenomena tersebut secara bersama-sama, terhadap curah hujan belum banyak diketahui (Saji et al, 1999).

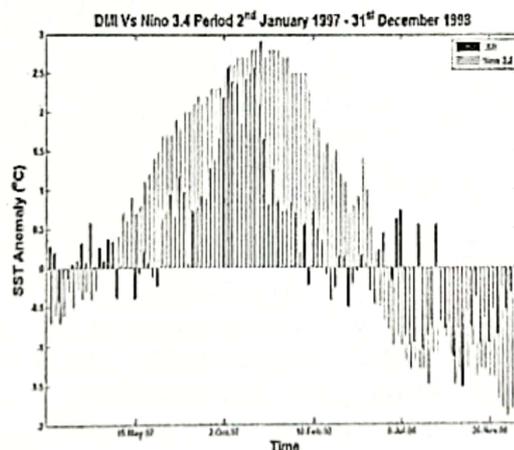
Sementara penjalaran osilasi ke arah timur dengan periode antara 30-60 harian di atmosfer tropis pertama kali diteliti oleh Rolland Madden dan Paul Julian pada tahun 1971 (Chang & Lim, 1986). Osilasi ini merupakan sirkulasi skala besar yang terjadi di daerah ekuator dan berpusat di Samudera Hindia dan bergerak ke arah timur antara 10° LU dan 10° LS. Fenomena inilah yang biasa disebut dengan *Madden Julian Oscillation* (MJO). Ada dua mekanisme utama yang biasa dipakai untuk menjelaskan proses pembentukannya, yaitu teori CISK (*Conditional Instability of the Second Kind*), (Lau and Peng, 1987), dan *Evaporation-wind feedback*, (Neelin, et.al., 1987).

Menganalisis variabilitas curah hujan tidak lepas dari pengetahuan tentang pola dasar curah hujan yang ada di wilayah Indonesia. Aldrian (2003) telah menggunakan data curah hujan periode 1961-1990 untuk mengelompokkan pola hujan kedalam tiga tipe hujan yaitu tipe Monsun, tipe anti Monsun, dan tipe dua puncak. Pengelompokkan ini didasarkan

pada pola distribusi curah hujan bulanan. Tipe hujan Monsun, sesuai namanya dipengaruhi oleh sirkulasi monsun dengan puncak curah hujan berada pada bulan-bulan Desember-Januari-Februari (DJF) dan curah hujan rendah terjadi pada bulan-bulan Juni-Juli-Agustus (JJA).

Sebagian besar wilayah Indonesia memiliki pola hujan seperti ini. Pola hujan tipe anti-monsun berpola kebalikan dari tipe hujan monsun dalam arti waktu terjadinya periode curah hujan maksimum dan minimum. Daerah yang memiliki pola ini tidak seluas tipe monsun, dan terdapat di daerah Sulawesi Tengah bagian timur, Maluku dan bagian utara Papua. Pola hujan tipe dua puncak terdapat disekitar ekuator dari pulau Sumatera, Kalimantan dan Sulawesi.

Terlepas dari itu semua, yang penting adalah dapatkah keberadaan data iklim global (dalam bentuk indeks) seperti ENSO, DMI, Monsun dan MJO dapat digunakan dalam ikut mendukung penentuan awal musim di Indonesia, "khususnya di kawasan sentra produksi tanaman pangan". Hal ini penting dilakukan agar kejadian ekstrim kering berkepanjangan seperti yang terjadi di tahun 1982 dan 1997 dapat diantisipasi kehadirannya. Yang perlu diingat adalah adanya keterkaitan (interaksi) yang erat antara fenomena iklim global satu dengan lainnya. Kejadian ekstrim kering tahun 1997, terjadi akibat dua fenomena global yakni El-Nino dan DMI+ terjadi secara simultan (bersamaan). Dengan kata lain, mereka ada kalanya saling menguatkan, namun kadang pula saling melemahkan seperti nampak pada Gambar 2.1. berikut ini.



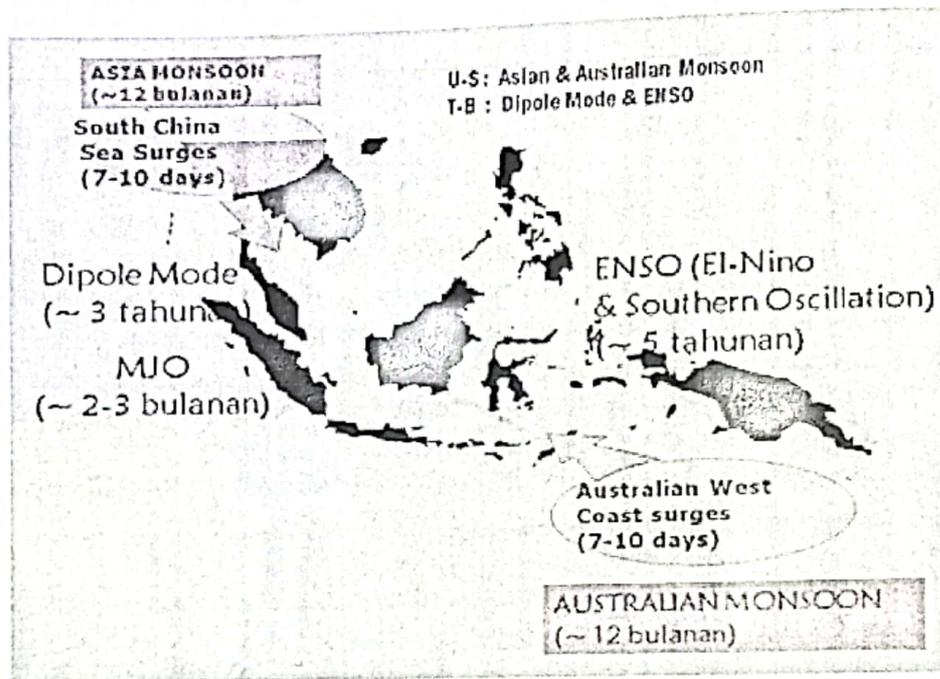
Gambar 2.1. Time series data DMI vs Nino 3.4 periode Januari 1997 - Desember 1998.

Apa yang menyebabkan adanya perbedaan pola distribusi curah hujan di satu wilayah sentra produksi tanaman pangan dengan wilayah lainnya hingga kini belum banyak dilakukan orang. Belum banyak diketahui tentang perilaku interaksi yang terjadi diantara fenomena iklim global yang ada, baik antara ENSO dengan Dipole Mode, ENSO dengan Monsun, ENSO dengan MJO, Dipole Mode dengan Monsun, Dipole Mode dengan MJO, ataupun antara Monsun dengan MJO.

Apakah Dipole Mode di Samudra Hindia mempunyai pengaruh yang sangat signifikan terhadap perilaku curah hujan di kawasan Indonesia bagian barat. Hal ini pun masih perlu dikaji lebih mendalam. Sampai saat ini belum ada satu model iklim pun yang mampu menjelaskan keterkaitan antara fenomena ENSO, IOD, Monsoon, dan MJO dengan pola distribusi curah hujan yang terjadi di wilayah sentra produksi tanaman pangan.

## 2.2. Gambaran Umum Sirkulasi Atmosfer Indonesia

Ada tiga sirkulasi utama yang mempengaruhi terjadinya anomali curah hujan di Indonesia, yakni : Sirkulasi Hadley (U-S), Walker (T-B) dan lokal. Ketiga sirkulasi tersebut saling berinteraksi satu dengan lainnya, terutama pada saat terjadinya fenomena IOD, ENSO dan Monsun. Kapan dan dimana fenomena itu terjadi, bilamana ketiganya saling menguatkan dan saling melemahkan serta bagaimana dampak yang ditimbulkannya terhadap anomali curah hujan di kawasan Indonesia barat nampaknya akan menjadi bagian penting dalam penelitian ini. Gambar 2.2.1 berikut ini menyatakan gambaran umum sirkulasi atmosfer Indonesia.



Gambar 2.2. Gambaran umum sirkulasi atmosfer Indonesia.

Memang agak komplikatit untuk menjelaskannya satu per satu, seperti adanya faktor lokal yang dominan seperti keberadaan Bukit Barisan di Sumatera Barat yang menyebabkan terjadinya perbedaan curah hujan yang cukup tajam antara kawasan barat dan timur P. Sumatera. Untuk menyederhanakan permasalahan ini, maka dilakukanlah analisis spasial, berbasis hasil analisis data satelit selama lebih dari 29 tahun pengamatan, dan analisis time-series data iklim yang relatif panjang seperti data IOD, Nino 3.4, IOS dan lain-lain untuk dilihat osilasi dominan yang terjadi di dalamnya. Banyak teknik yang dipakai, satu diantaranya adalah menggunakan analisis wavelet, PSD (Power Spectral Density) dsb. Dengan teknik yang sama kita terapkan metode ini untuk data-data curah hujan in-situ yang ada. Hasilnya, nanti akan terlihat mana diantara kumpulan data di atas yang memiliki pola (pattern) yang sama.

## 3. DATA DAN METODE ANALISIS

### 3.1. Data

Data utama (untuk analisis temporal) yang kami gunakan dalam penelitian ini meliputi SST (*Sea Surface Temperature*) El-Niño 3.4, DMI (Dipole Mode Index), ESPI (ENSO Precipitation Climatology Index), Monsoon Index, meliputi ISMI (Indian Summer Monsoon Index), WNPMI (Western North Pacific Monsoon Index), dan AMI (Australian

Monsoon Index) dan data curah hujan Stasiun Sukamandi, Subang, Jawa Barat. Mohon dicatat bahwa data tersebut kami set untuk periode pengamatan dari Januari 1979 hingga Desember 2008 dengan sifat data rata-rata bulanan. Sementara data pendukungnya (untuk analisis spasial) adalah data GPCP (Global Precipitation Climatology Project), yakni intensitas curah hujan rata-rata selama bulan Oktober 1996, 1997, dan 1998. Kumpulan data tersebut kami ambil dari web berikut <http://www.jamstec.go.jp/frcgc/research/d1/iod> (untuk data DMI), <http://www.cpc.ncep.noaa.gov/data/indices/sstoi.indices> (untuk data SST Niño 3.4), dan <http://precip.gsfc.nasa.gov/ESPItable.html> (untuk data ESPI).

### 3.2. Metode Analisis

Untuk analisis temporal, maka akan dilakukan analisis power spektral (PSD=Power Spectral Density) untuk mengetahui osilasi dominan dari masing-masing indeks fenomena iklim dan cuaca global. PSD yang dimaksud adalah menggunakan teknik FFT (Fast Fourier Transform) dan juga WL (Wavelet). Sementara untuk analisis spasial akan digunakan data satelit GPCP.

Terlepas dari itu semua, yang penting adalah dapatkan keberadaan data iklim global (dalam bentuk indeks) seperti ENSO, DMI, Monsun dan MJO dapat digunakan dalam ikut mendukung penentuan awal musim di Indonesia, "khususnya di kawasan sentra produksi tanaman pangan". Hal ini penting dilakukan agar kejadian ekstrim kering berkepanjangan seperti yang terjadi di tahun 1982 dan 1997 dapat diantisipasi kehadirannya.

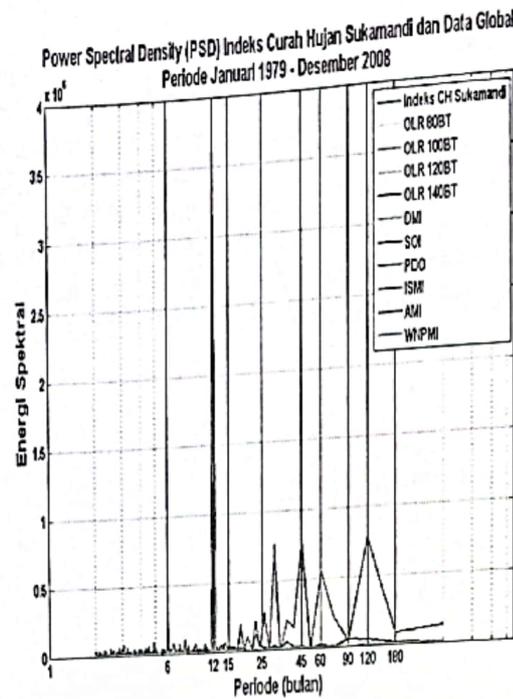
Dengan asumsi bahwa curah hujan yang terjadi atau turun di suatu wilayah dipengaruhi oleh iklim global, maka besarnya curah hujan yang akan turun di suatu wilayah merupakan fungsi dari fenomena global di atas yang dapat disederhanakan menjadi :

$$CH = f(\text{ENSO, DMI, Monsoon, MJO}) + \text{Error}$$

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

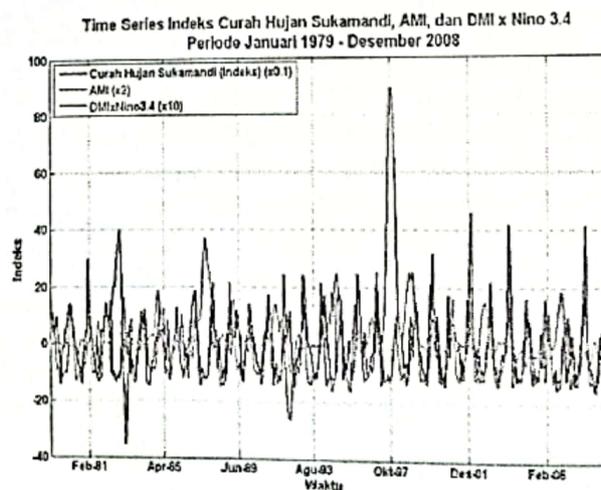
Langkah pertama yang kami lakukan adalah membuat analisis spektral untuk data indeks iklim global periode periode Januari 1979 hingga Desember 2008, termasuk data indeks curah hujan Sukamandi seperti nampak pada Gambar 4.1 berikut ini.

Dari Gambar 4.1 terlihat jelas bahwa Monsun tetap merupakan indeks osilasi yang paling dominan, baik itu data ISMI, WNPMI, ataupun AMI. Disini juga terlihat bahwa curah hujan Stasiun Sukamandi, Subang, Jawa Barat juga menunjukkan osilasi yang hampir sama atau sama dengan ketiga indeks Monsun global tersebut dengan osilasi dominan sekitar 12 bulanan atau yang lebih dikenal dengan istilah AO (*Annual Oscillation*).



**Gambar 4.1.** Analisis PSD untuk berbagai data indeks iklim global termasuk indeks curah hujan Sukamandi periode Januari 1979 - Desember 2008.

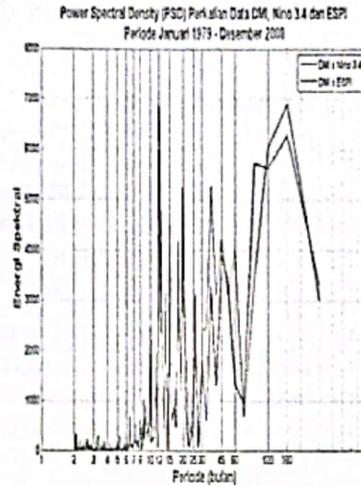
Ini adalah fenomena umum dari satu titik pengamatan yang terletak di Pantura (Pantai Utara) P. Jawa dimana AO yang paling dominan. Setelah melalui kajian yang sangat intensif, didapatkan bahwa ternyata indeks curah hujan Sukamandi (sebagai data in-situ) memiliki phase yang sebanding (searah) dengan data AMI, seperti nampak pada Gambar 4-2 berikut.



**Gambar 4.2.** Time-series data indeks curah hujan Sta. Sukamandi, AMI, dan perkalian silang antara DMI dengan SST Niño 3.4.

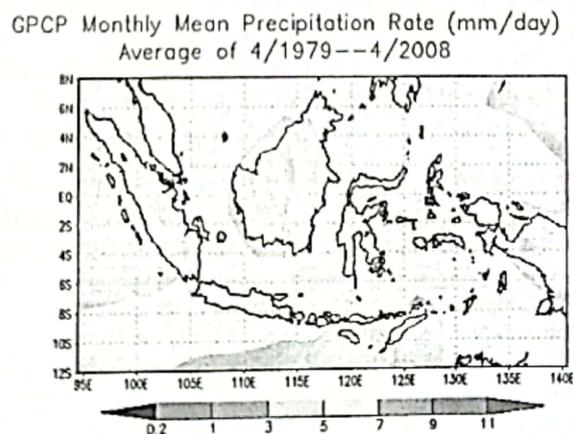
Hasilnya menunjukkan bahwa memang benar Monsun tetap merupakan osilasi dominan dengan periodisitas sekitar 12 bulanan. Yang perlu diingat adalah belajar dari pengalaman kering di tahun 1982 dan 1997 di saat kita mengalami musim kering yang berkepanjangan (lebih dari 6 bulan). Walaupun Monsun dominan, namun justru pada saat

itu terjadi pertemuan dua fenomena alam yang datang dalam waktu yang bersamaan (simultan), yakni antara El-Niño dan Dipole Mode (+). Yang menarik adalah hasil perkalian kedua parameter di atas (DMI dengan SST Niño 3.4), lalu dibuat analisis spektralnya seperti nampak pada Gambar 4-3 berikut ini. Ternyata, ditemukan adanya osilasi “baru” dengan nilai sekitar 180 bulanan atau setara dengan 15 tahunan. Jika osilasi baru ini berjalan sempurna (tanpa dipengaruhi) osilasi lain, maka diduga fenomena kering seperti yang terjadi di tahun 1997 akan kembali berulang di sekitar tahun 2012/13.



**Gambar 4.3.** Sama dengan Gambar 4-1, tetapi untuk data DMI x SST Niño 3.4 dan DMI x ESPI periode Januari 1979 - Desember 2008.

Hal yang menarik lainnya adalah jika fenomena kering itu terjadi, dari manakah ia akan menjalar ?. Untuk itu, maka diperlukan adanya analisis data spasial, yakni data klimatologis intensitas curah hujan selama 29 tahun pengamatan (April 1979 hingga April 2008) seperti nampak pada Gambar 4.4 berikut ini. Terlihat bahwa kawasan NTT, NTB dan Bali yang nampaknya akan menerima musim kering berkepanjangan di saat itu.



**Gambar 4.4.** Distribusi spasial intensitas curah hujan di atas Indonesia periode April 1979 hingga April 2008 selama 29 tahun pengamatan.

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1. Kesimpulan

Walaupun Monsun merupakan osilasi dominan yang mengendalikan iklim (khususnya curah hujan) di BMI, namun tidak dapat dijadikan acuan utama dalam “melihat” proyeksinya ke depan. Selain itu, perlu dipertimbangkan adanya osilasi lain, khususnya parameter SST Niño 3.4 dan juga DMI sebagai pemicu atau peredamnya. Belajar dari pengalaman di tahu 1982 dan juga 1997, nampaknya hasil perkalian silang antara kedua fenomena di atas menjadi acuan utama dalam “melihat” proyeksi iklim (khususnya curah hujan) di masa mendatang

### 5.2. Saran

Untuk kesempurnaan hasil analisis di atas, maka perlu dilakukan pekerjaan sebagai berikut (1). Memodelkan data hasil perkalian silang antara data DMI dengan SST Niño 3.4 ?, (2). Memvalidasi model tersebut dengan data in-situ yang ada, sekaligus memprediksi hingga 2014, (3). Mengkaji kawasan mana di Indonesia yang rentan terhadap dampak perubahan iklim global, (4). Menerapkan model tersebut untuk kawasan sentra produksi tanaman pangan, khususnya untuk padi, (5). Mencoba mengemasnya dalam satu paket “pengembangan ekspert”, dan (6). Mengkaji peranan MJO dalam menentukan terjadinya variabilitas curah hujan di Indonesia.

## DAFTAR RUJUKAN

- Aldrian E, Susanto D, 2003, *Identification of Three Dominant Rainfall Regions Within Indonesia and Their Relationship to Sea Surface Temperature*, International Journal of Climatology.
- Berlage, H.P., 1957, Fluctuation of the General Atmospheric Circulation of more than one year, their Nature and Prognostic Value, *Medel. Verhandl., Koninkl. Ned. Meteorol. Inst.*, 69: 152pp.
- Bhalme, H.N. dan S.K. Jadhav, 1984, The Southern Oscillation and Its Relation to the Monsoon Rainfall, *J.Climatol.*, 4: 509-520.
- Sri Jatno, 1981, Ramalan Curah Hujan Total Jakarta Berdasarkan Data dari Tahun 1864 hingga 1978, Temu Karya Ilmiah Nasional FGGE-MONES dan Ramalan Cuaca/Musim, Jakarta, 10-12 Agustus 1981.
- Saji NH, B. N. Goswami, P. N. Vinayachandran and T. Yamagata, 1999, *A Dipole Mode in The Tropical Indian Ocean*, in Macmillan Magazines Ltd, Nature, Vol.401.
- Troup, A.J, 1965, The Southern Oscillation, *Quart. J. Roy, Meteorol, Soc.* 102: 639-653.
- Walker, G.T. dan E.W. Bliss, 1932, World Weather V, *Mem. Roy, Meteorol, Soc.*, 4: 53-84.