

Kondisi Iklim Indonesia Saat Ini dan Prediksinya Dalam Beberapa Bulan Mendatang Berbasis Hasil Analisis Data Iklim Global

LINK DOWNLOAD [414.39 KB]

Prosiding Seminar Nasional Fisika 2010

ISBN : 978?979?98010?6?7 66

Kondisi Iklim Indonesia Saat Ini dan Prediksinya Dalam Beberapa Bulan Mendatang Berbasis Hasil Analisis Data Iklim Global
Eddy Hermawan Pusat Pemanfaatan Sains Atmosfer dan Iklim Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN) Jln. Dr. Djundjunaan 133,

Bandung 40173 e-mail : eddy_lapan@yahoo.com Abstrak Makalah ini tujuan utamanya adalah mengevaluasi kondisi iklim Indonesia saat ini dan prediksinya dalam beberapa bulan mendatang berbasis kepada data iklim global, seperti data indeks Monsun (baik Monsun India ataupun Monsun Australia), data indeks ENSO, khususnya untuk SST Nino 3.4, dan data indeks Dipole Mode. Hal ini penting dilakukan mengingat beberapa kawasan Indonesia, khususnya di kawasan Barat Indonesia, masih saja menerima curah hujan dengan intensitas sedang, walaupun diketahui bahwa secara normal, mestinya kita sudah mulai memasuki musim transisi. Kalaulah hanya fenomena Monsun saja yang dominan, mestinya kondisi curah hujan normal sudah dimulai sejak akhir Maret lalu. Namun, fakta menunjukkan lain. Oleh karena itu, diperlukan analisis lebih lanjut, yakni analisis ditujukan kepada adanya fenomena lain, yang walaupun tidak dominan, namun memiliki pengaruh yang cukup signifikan (nyata). Kedua fenomena di atas adalah perilaku data SST Nino 3.4, ESPI (ENSO Precipitation Index), dan Dipole Mode (DM). Keterkaitan ketiga fenomena di atas, dan dampak yang ditimbulkannya terhadap perilaku curah hujan di beberapa kawasan Indonesia bagian barat, khususnya kawasan Sumatera Barat akan kami diskusikan dalam full makalah ini. Kata kunci : Data iklim global, evaluasi kondisi iklim, dan prediksinya

1. Pendahuluan Sebagaimana diketahui bersama hampir sebagian besar wilayah permukaan bumi ini (sekitar 70%) diselubungi oleh lautan, dan sisanya oleh daratan. Dengan kata lain, air yang ternyata mendominasi planet kita yang satu-satunya ini. Indonesia merupakan suatu negara dengan luasan perairan relatif cukup besar yang memiliki karakteristik yang berbeda dengan atmosfer di daerah khatulistiwa lainnya yang kita kenal sebagai Indonesia Maritime Continent (IMC) atau lebih dikenal dengan istilah ?Benua Maritim Indonesia? (BMI). Hal ini disebabkan letak geografisnya yang unik, yakni diapit oleh dua benua besar (Asia dan Australia) dan dua samudera besar (Hindia dan Pasifik). Konsekwensinya, kawasan ini dianggap sebagai salah satu kawasan penting dunia sebagai penyimpan bahang (panas) terbesar bagi pembentukan awan-awan cumulonimbus (Hermawan, 2003). Berdasarkan hal tersebut maka sangat menarik apabila melakukan pengkajian mengenai E. Hermawan, Kondisi Iklim Indonesia Saat Ini dan Prediksinya Dalam Beberapa ?????. 67 67 lautan maupun interaksinya baik itu dengan daratan maupun dengan atmosfer. Membahas mengenai cuaca atau iklim tidak akan lepas dari hubungan/interaksi antara daratan, lautan maupun udara di wilayah tersebut. Pola pergerakan semu matahari merupakan suatu sumber energi pembentuk cuaca atau iklim yang berbeda di wilayah tropis, subtropis dan kutub. Pola pergerakan semu matahari pada lintang yang berbeda membawa pengaruh terhadap jumlah energi yang diterima oleh wilayah-wilayah di permukaan bumi. Hal ini menyebabkan adanya interaksi antara daratan, lautan maupun udara. Pembahasan mengenai interaksi antara daratan, lautan dan udara serta pengaruhnya merupakan suatu kajian yang menarik untuk memprediksi cuaca/iklim. Samudera Hindia adalah salah satu lautan terbesar di dunia sehingga merupakan bahan kajian yang cukup menarik untuk memahami variabilitas iklim di sekitar wilayah tersebut termasuk Indonesia. Pada tahun 1997, dua kelompok peneliti dari Jepang menemukan suatu fenomena yang mirip dengan El Niño di daerah Samudera Hindia. Fenomena tersebut menunjukkan bahwa suhu masa air di sepanjang equator Samudera Hindia cenderung berosilasi. Massa air hangat (dingin) ini terakumulasi di bagian timur Samudera Hindia dekat Indonesia sedangkan massa air dingin (hangat) di bagian Barat Samudera Hindia dekat Afrika. Hal ini mengakibatkan perubahan SST dalam skala besar sehingga berpengaruh terhadap pola iklim di daerah sekitarnya, termasuk pola curah hujan yang terjadi di Indonesia. Iklim di Indonesia yang secara geografis merupakan benua maritime dicirikan oleh keragaman curah hujan yang cukup besar antar daerah. Selain mendapat pengaruh dari sirkulasi udara pada skala global maupun regional, pembentukan awan dan hujan di Indonesia juga dipengaruhi oleh kondisi lokal, seperti topografi dan suhu permukaan laut di perairan Indonesia. Pulau Sumatera secara keseluruhan juga memiliki karakteristik iklim yang khas secara regional maupun lokal. Wilayahnya memiliki barisan pegunungan yang membujur dari utara sampai selatan, dikelilingi oleh lautan yang terdiri dari Samudera Hindia, Laut Jawa, Selat Malaka, Selat Karimata, dan dekat dengan Laut Cina Selatan. Hal ini menyebabkan proses pembentukan awan dan hujan di Sumatera mendapat pengaruh dari kondisi alam tersebut selain pengaruh dari pergerakan posisi semu matahari dan sirkulasi global. Karakteristik iklim, khususnya hujan di P. Sumatera dapat dianalisis secara akurat berdasarkan data iklim dari stasiun meteorologi. Namun untuk analisis spasial, hal ini 68 Prosiding Seminar Nasional Fisika 2010 68 sangat ditentukan oleh kerapatan jaringan penakar hujan. Untuk daerah-daerah dengan jaringan penakar hujan yang cukup

rapat dan merata seperti di P. Jawa hal tersebut tidak menjadi masalah. Namun untuk wilayah-wilayah seperti Sumatera, kerapatan jaringan penakar hujan tidak sama untuk seluruh propinsi dan juga tidak sebanyak jaringan yang ada di P. Jawa. Disini terlihat bahwa Indonesia merupakan satu kawasan daerah tropis yang unik dimana dinamika atmosfernya dipengaruhi oleh kehadiran angin pasat, aliran angin musonal, iklim marine dan pengaruh berbagai kondisi lokal. Cuaca dan iklim di Indonesia mempunyai karakteristik khusus yang hingga kini mekanisme proses pembentukannya belum banyak diketahui. 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. Pada makalah ini kami ingin menunjukkan tentang peranan data iklim global, khususnya kombinasi antara data DMI dengan ESPI sebagai langkah awal di dalam kita mengantisipasi terjadinya kondisi ekstrim kering yang bakal terjadi di sekitar pertengahan Oktober 2012 nanti.

2. Landasan Teori 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 E. Hermawan, Kondisi Iklim Indonesia Saat Ini dan Prediksinya Dalam Beberapa 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 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 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

70
Prosiding Seminar Nasional Fisika 2010

70 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 penalaran 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 100 LU dan 100 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. Pengelompokan 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-monsoon 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 E. Hermawan, Kondisi Iklim Indonesia Saat Ini dan Prediksinya Dalam Beberapa ??????. 71 71 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 : $CH = f(ENSO, DMI, Monsun, MJO) + Error$ 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 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. 72 Prosiding Seminar Nasional Fisika 2010 72 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. Perhatian utama dalam program penelitian kami kali ini adalah ingin mengembangkan suatu model prediksi pola distribusi curah hujan di wilayah produksi tanaman pangan yang tersebar di beberapa kawasan di Indonesia bagian Barat, Tengah dan Timur. 3. Data dan Metode Analisis Ada tiga data utama yang kami gunakan dalam penelitian ini, yakni data Dipole Mode Indeks yang kami dapat dari <http://www.jamstec.go.jp/frcgc/research/d1/iod>, data SST Niño3.4 yang kami dapat dari <http://www.cpc.ncep.noaa.gov/data/indices/sstoi.indices>, dan data ESPI (ENSO Precipitation Index) yang kami dapat dari <http://precip.gsfc.nasa.gov/ESPItable.html>. Perlu dicatat disini bahwa seluruh data di atas kami set dari bulan Januari 1979 hingga Desember 2008. Sementara untuk data pendukung, kami gunakan data GPCP (Global Precipitation Climatology Project) periode Oktober 1996, 1997, dan 1998. Sementara metode analisis yang kami pakai utamanya adalah teknik spektral, yakni menggunakan analisis PSD=Power Spectral Density untuk mengetahui osilasi dominan dari masing-masing indeks fenomena iklim dan cuaca global. Salah satu hasil analisis data di atas, dapat dilihat pada Gambar 3-1 berikut: E. Hermawan, Kondisi Iklim Indonesia Saat Ini dan Prediksinya Dalam Beberapa ??????. 73 73 Gambar 3-1: PSD untuk berbagai data iklim global 4. Hasil dan Pembahasan : Langkah pertama yang kami tunjukkan adalah menganalisis time series daripada data Dipole Mode Index (DMI), SST Niño3.4, ESPI (ENSO Precipitation Index) periode Januari 1979 hingga Desember 2008 seperti nampak pada Gambar 4-1 berikut ini. Gambar 4-1: Time series DMI, SST Niño3.4, dan ESPI periode Januari 1979 - Desember 2008 74 Prosiding Seminar Nasional Fisika 2010 74 Dari Gambar 4-1 di atas terlihat jelas adanya kesamaan pola yang dihasilkan oleh data ESPI (ditunjukkan dengan warna hitam) dan SST Niño3.4 (ditunjukkan dengan warna hijau), sementara data DMI (ditunjukkan dengan warna merah) menunjukkan pola yang sedikit agak berbeda. Hal ini menunjukkan bahwa terjadi kesamaan pola antara data ESPI dan SST Niño3.4, sehingga kita boleh menggunakan salah satu diantara keduanya. Untuk diperoleh hasil analisis yang lebih tajam (akurat), maka dilakukanlah analisis osilasi dominan daripada ketiga parameter di atas menggunakan teknik spektral, yakni FFT (Fast Fourier Transform) dan juga wavelet seperti Nampak pada Gambar 4-2 berikut ini. Gambar 4-2: PSD data DMI, SST Niño3.4, dan ESPI periode Januari 1979 - Desember 2008 Disini terlihat jelas bahwa SST Niño3.4 memiliki nilai PSD paling besar, sementara dua parameter lainnya (DMI dan ESPI) memiliki nilai yang hampir relatif sama. Yang perlu dicatat disini adalah nilai osilasi dominan daripada ketiga parameter di atas, yakni 45 bulanan (~3.8 tahun), 60 bulanan (~5 tahun), dan 36 bulanan (~3 tahun), masing-masing untuk data SST Niño3.4, ESPI, dan DMI. Dengan asumsi data SST Niño3.4 dapat diwakilkan oleh data ESPI, maka sesuai dengan landasan teori sebelumnya yang menyatakan bahwa akan terjadi kering yang relatif sangat panjang melebihi kondisi normal (lebih dari 6 bulan), maka yang sangat menarik untuk dikaji lebih lanjut adalah bila kedua parameter tadi (ESPI dan DMI) digandakan. Hasilnya, dapat

dilihat pada Gambar 4-3 dan 4-4 berikut ini. E. Hermawan, Kondisi Iklim Indonesia Saat Ini dan Prediksinya Dalam Beberapa

75 75 Gambar 4-3: Sama dengan Gambar 4-2, tetapi hasil silang (digandakan atau dikalikan) antara data DMI dan data ESPI

Gambar 4-4: Sama dengan Gambar 4-2, tetapi menggunakan analisis wavelet Satu hal yang menarik disini adalah adanya osilasi

?baru? yang dikenal sebagai osilasi 180 bulanan atau osilasi 15 tahunan (lihat Gambar 4-3 di atas). Juga terlihat jelas di Gambar 4-3, adanya kenaikan variasi rata-rata yang sangat signifikan di ?sekitar? bulan Oktober 1997. Kita tahu, pada saat itu, hampir seluruh kawasan Indonesia dilanda musim kering yang berkepanjangan seperti nampak pada Gambar 4-5(a), (b), dan (c) berikut ini. Disini terlihat dengan jelas, adanya perbedaan yang sangat signifikan intensitas curah hujan di atas Indonesia sebelum, selama dan setelah kejadian ekstrim kering di bulan Oktober 1997.

76 Prosiding Seminar Nasional Fisika 2010 76 Gambar 4-5(a): Intensitas curah hujan rata-rata selama bulan Oktober 1996 di atas Indonesia Gambar 4-5(b): Sama dengan Gambar 4-5(a), tetapi untuk bulan Oktober 1997 Gambar 4-5(c): Sama dengan Gambar 4-5(a), tetapi untuk bulan Oktober 1998

5. Kesimpulan Walaupun ENSO dan Dipole Mode bukanlah merupakan osilasi dominan dalam sistem dinamika atmosfer Indonesia yang memang tergolong unik dan kompleks, namun kehadiran keduanya, apalagi jika keduanya bergabung menjadi satu dalam waktu yang bersamaan (simultan), maka akan menimbulkan dampak yang sangat serius (severe).

E. Hermawan, Kondisi Iklim Indonesia Saat Ini dan Prediksinya Dalam Beberapa

77 77 Dengan asumsi bahwa keduanya fenomena atmosfer di atas beresilasi sempurna, dan dengan menggunakan standard masa kering panjang tahun 1997, maka diduga tahun 2012 nanti, tepatnya di sekitar bulan Oktober, Indonesia kembali akan dilanda musim kering panjang seperti hal nya di tahun 1997.

DAFTAR PUSTAKA Aldrian E, Susanto D. 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. Bannu. 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. Berliana, Sinta. 1995. The Spectrum Analysis of Meteorological Elements in Indonesia. Nagoya University. Japan. 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. Hermawan, Eddy. 2003. The Characteristics of Indian Ocean Dipole Mode Preliminary Study of the Monsoon Variability in the Western Part of Indonesian Region. *Jurnal Sains Dirgantara*, Vol. 1 No.1 Desember 2003. Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN). Jakarta. Khrisnamurti, T. N. 1971. Tropical East-West Circulations During The Northern Summer. *J. Atmos. Sci.* 78 Prosiding Seminar Nasional Fisika 2010 78 Mukarami, Takio dan Zadrach L. Dupe. 2000. Interannual Variability of Convective Intensity Index Over Indonesia and Its Relationship with Enso. *J. Meteorologi dan Geofisika*, Vol. 1, No. 4, p. 1-23. Mulyana, Erwin. 2001. Interannual Variation of Rainfall over Indonesia and Its Relation to the Atmospheric Circulation, ENSO and Indian Ocean Dipole Mode. Hokaido University. Japan. Prawirowardoyo, Susilo. 1996. Meteorologi. Penerbit ITB. Bandung. 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. 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*. Saji NH., and T. Yamagata. 2003. Structure of SST and Surface Wind Variability During Indian Ocean Dipole Events : COADS observations. *J. Climate*, in press. Soenarmo, Sri Hartati. 2001. Meteorologi Tropis. Dept. GM-ITB. Penerbit ITB. Shyamala, B dan S. Sudevan. 2002. Satellite Studies of Monsoon Process. Regional Meteorological Centre, Colaba. Suryachandra A. Rao, Swadhin K. Behera, Yukio Masumoto, and Toshio Yamagata. 2001. Interannual Subsurface Variability in The Tropical Indian Ocean With Special Emphasis on The Indian Ocean Dipole. Japan Tjasjono, Bayong. 2004. *Klimatologi Umum*. Penerbit ITB Bandung.