

PERAN DATA EAR DALAM MENGANALISIS SINYAL MONSUN DI INDONESIA

Eddy Hermawan¹⁾, Veza Azteria²⁾, dan Noviyanti Erfien Kaparang³⁾

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) Departement Geofisika dan Meteorologi, Institut Pertanian Bogor (IPB), Bogor

3) Departement Geofisika dan Meteorologi, Institut Teknologi Bandung (ITB), Bandung

E-mail : eddy_lapan@yahoo.com

Abstract

This paper mainly discussed the importance of using radar data especially data EAR (Equatorial Atmosphere Radar) in Kototabang, Bukittinggi, West Sumatra. Based on the data results EAR (Equatorial Atmosphere Radar) in the period April 2002 - April 2006 to the recognition of the oscillating signal Monsoon approximately 12 months at 8-18 km with a peak height Monsoon is strongest at an altitude of 14.1 km. In the areas Kototabang wind reversal occurs at an altitude of 8km and 10.1 km and the dominant wind is the south wind. Based on rainfall patterns in Kototabang, Padangpanjang and Sicincin. So from these three areas Sicincin have the same pattern with the pattern of Monsoon is oscillating around 12 months. Result of cross correlation analysis between rainfall with meridional winds obtained the highest correlation is at Sicincin area with the maximum correlation coefficient for 0505 contained in the lag number three.

Keywords : EAR and Monsoon Signal.

Abstrak

Makalah ini utamanya membahas pentingnya penggunaan data radar, khususnya data EAR (*Equatorial Atmosphere Radar*) yang ada di Kototabang, Bukittinggi, Sumatera Barat. Berdasarkan hasil data EAR (*Equatorial Atmosphere Radar*) dengan periode April 2002- April 2006 diketahui adanya Monsun *signal* yang berosilasi sekitar 12 bulanan pada ketinggian 8-18 km dengan puncak Monsun terkuat yaitu pada ketinggian 14.1 km. Pada daerah Kototabang angin reversal terjadi pada ketinggian 8km dan 10.1 km dan angin yang dominan adalah angin selatan. Berdasarkan pola curah hujan di Kototabang, Padangpanjang dan Sicincin. Maka dari ketiga wilayah tersebut Sicincin memiliki pola yang sama dengan pola Monsun yaitu berosilasi sekitar 12 bulanan. Hasil analisis korelasi silang antara curah hujan dengan angin meridional diperoleh korelasi terbesar yaitu pada daerah Sicincin dengan koefisien korelasi maksimum sebesar 0.505 terdapat pada *lag number* 3.

Kata kunci : EAR dan Sinyal Monsun.

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan satu dari tiga kawasan penting di dunia sebagai pusat pemantauan perubahan iklim global yang dikenal dengan istilah *Indonesia Maritime Continent* (IMC) atau lebih dikenal dengan sebutan Benua Maritim Indonesia (BMI). Bukan karena lokasinya yang spesifik (*unique*) karena diapit oleh dua benua besar (Asia dan Australia) dan dua samudra besar (Hindia dan Pasifik), namun juga disebabkan distribusi daratan dan lautan yang tidak merata. Belum lagi, masalah panjangnya garis tepi pantai yang dimiliki kawasan ini yang menyebabkan tingginya curah hujan hampir setiap tahunnya. Inilah yang kiranya menyebabkan Indonesia dikenal satu-satunya laboratorium alam terbesar bagi kajian kompleksitas dinamika atmosfer di kawasan ekuator.

Hal yang menarik lainnya adalah kawasan ini, walaupun didominasi oleh fenomena Monsun, namun kajian masalah Monsun di kawasan ini masih relatif minim, apalagi jika

dikaitkan dengan kajian perilaku perubahan arah dan kecepatan angin, khususnya di sekitar lapisan 850 dan 200 mb. Hal ini disebabkan karena minimnya data dan peralatan yang digunakan untuk kajian ini, terutama data profil vertikal angin zonal (Barat-Timur) dan angin meridional (Utara-Selatan) sebagai parameter utama ketika kita membahas fenomena Monsun yang berosilasi dominan berkisar diantara 6 hingga 12 bulan, dikenal masing-masing dengan istilah SAO (*Semi Annual Oscillation*) dan AO (*Annual Oscillation*).

Selain itu, Monsun juga dicirikan dengan adanya perubahan arah angin akibat perubahan musim. Pada saat musim dingin permukaan tanah (daratan) mengalami pendinginan relatif lebih cepat daripada permukaan air (lautan). Perbedaan laju pendinginan ini menyebabkan timbulnya sistem tekanan tinggi di atas daratan dan sistem tekanan rendah di atas permukaan laut (June T, *dalam* Handoko 1995). Karena kita tidak tahu persis fenomena apa yang terjadi diantara lapisan 850 mb (lapisan bawah troposfer) hingga hingga lapisan 200 mb (lapisan atas troposfer), maka peranan EAR (*Equatorial Atmosphere Radar*) dan WPR (*Wind Profiling Radar*) masing-masing yang berada di SPD LAPAN Kototabang dan Biak yang telah dirancang khusus untuk mendeteksi arah dan kecepatan angin dalam arah tiga dimensi dengan resolusi pengamatan yang relatif tinggi (dalam skala orde pengamatan *menitan*) kiranya mutlak diperlukan.

Berbasis informasi di atas, maka tujuan utama penelitian ini adalah mengkaji sinyal Monsun yang terjadi di atas Kototabang dan Biak berbasis hasil analisis data EAR dan WPR, khususnya tentang perilaku angin zonal di lapisan 200 dan 850 mb atau setara dengan lapisan 14.1 dan 1.5 km di atas permukaan laut (dpl).

2. LANDASAN TEORI

2.1. Monsun di Indonesia

Asia Timur dan Asia sebelah Selatan mempunyai sirkulasi Monsun yang terbesar dan paling berkembang. Sedangkan Monsun Asia Timur dan Tenggara adalah Monsun yang berkembang dengan baik, sementara Monsun di Indonesia merupakan bagian dari Monsun Asia Timur dan Asia Tenggara. Hal ini disebabkan oleh besarnya Benua Asia dan efek dari daratan tinggi Tibet terhadap aliran udara (Prawirowardoyo, 1996).

Trewartha (1995) mengemukakan massa daratan yang sangat luas di benua Asia memperhebat perbedaan yang timbul dari selisih pemanasan dan pendinginan antara daratan dan lautan. Lebih jauh, Asia yang membentang dari Timur-Barat pada kisaran lebar dari garis bujur di Belahan Bumi Utara. Sedangkan di Belahan Bumi Selatan terutama adalah samudera di Selatan Equator. Akibatnya bagian terbesar dari perbedaan pemanasan yang menyebabkan sirkulasi Monsun, meliputi juga perbedaan utara-selatan, sehingga memperkuat pergeseran normal menurut garis lintang dari sistem-sistem angin utama. Karena adanya deretan pegunungan yang sangat tinggi di Asia yang terentang arah Timur-Barat yaitu arah Timur Laut Kaspia ke China, sirkulasi meridional udara sangat terhambat. Hal ini membuat perbedaan musiman dalam temperatur dan tekanan yang lebih dramatis lagi.

Selama musim dingin massa daratan disebelah utara pegunungan itu menjadi demikian dingin hingga menghasilkan sistem tekanan tinggi yang kuat di atas Asia Timur Laut dan suatu aliran keluar udara dingin yang cukup menonjol dari Asia Timur (Trewartha, 1995). Di lain pihak, pemanasan intensif musim panas atas daratan subtropis yang terletak di sebelah selatannya deretan pegunungan itu, melahirkan suatu kawasan tekanan rendah dan suatu aliran *inflow* udara hangat yang kuat dan lembab ke Asia Selatan. Pada musim dingin di belahan bumi utara (BBU), yaitu pada bulan Desember, Januari, dan februari angin Monsun bertiup dari Siberia menuju ke benua Australia. Pada periode ini

daerah yang membentang dari ujung Sumatera bagian selatan, Jawa, Bali, Lombok, Nusa Tenggara sampai ke Irian angin Monsun bertiup dari barat ke timur.

Pola aliran udara rata-rata pada ketinggian 2000 kaki di bulan Januari merupakan bulan maksimum dari musim dingin di belahan bumi utara (BBU). Oleh sebab itu daerah ini dinamakan Monsun Barat dan musimnya disebut Musim Monsun Barat, sedangkan di daerah yang mencakup sebagian besar Sumatera lainnya dan Kalimantan Barat angin Monsun datang dari arah Timur Laut. Oleh karena itu, angin Monsun di daerah ini disebut Monsun Timur Laut dan musimnya disebut Musim Monsun Timur Laut.

Pada musim panas di belahan bumi utara (BBU), terjadi sebaliknya angin Monsun berhembus dari benua Australia menuju ke Asia. Oleh karena itu disebut Monsun Timur dan musimnya dinamakan Musim Monsun Timur, sedangkan di daerah yang melingkupi bagian Sumatera lainnya dari Kalimantan Barat angin Monsun bertiup dari arah barat daya ke timur laut sehingga angin Monsun ini disebut Monsun Barat Daya dan musimnya disebut Musim Monsun Barat Daya. Pola aliran udara rata-rata pada ketinggian 2000 kaki pada bulan maksimum musim padan di belahan bumi utara (BBU) yaitu bulan Juli (Prawirowardoyo, 1996).

2.2. Kondisi Iklim Indonesia (Khususnya Curah Hujan)

Iklim merupakan keseluruhan cuaca yang meliputi jangka waktu panjang di suatu wilayah, biasanya diikhtisarkan menurut rata-rata dan ukuran statistik keragaman. Unsur-unsur utama iklim adalah suhu udara, kelembaban, udara, curah hujan, tekanan udara, angin dan intensitas matahari (Handoko, 1995). Indonesia merupakan daerah pertemuan sirkulasi meridional (Hadley) dan sirkulasi zonal (Walker), sehingga memiliki golongan yang berbeda antara yang satu dengan yang lainnya. Hal ini disebabkan oleh Indonesia merupakan daerah maritim yang memiliki topografi yang sangat bervariasi dan membentang luas di sekitar ekuator.

Sirkulasi Walker dan Hadley terjadi akibat perbedaan pemanasan seperti daratan Asia dan perairan di kawasan Asia Tenggara yang disebut dengan peredaran angin Monsun. Monsun merupakan angin yang berhembus sepanjang tahun di daerah Asia Barat dan berganti dua kali dalam setahun. Akibat angin monsun di wilayah Indonesia adalah adanya angin baratan yang bertepatan dengan Monsun dingin Asia dan membawa massa udara dingin yang lembab, sehingga menimbulkan banyaknya hujan di banyak lokasi. Monsun dingin Asia dikatakan banyak menimbulkan hujan apabila suhu pada saat musim dingin di daratan Asia dingin, sehingga mengakibatkan suhu massa udara yang melewati Laut Cina Selatan juga sangat dingin, sementara suhu muka laut Cina Selatan cukup tinggi.

Kadarsah (2007) mengemukakan ada beberapa daerah yang mendapat curah hujan sangat rendah dan ada pula daerah yang mendapat curah hujan tinggi: (1). Daerah yang mendapat curah hujan rata-rata per tahun kurang dari 1000 mm, meliputi 0,6% dari luas wilayah Indonesia, di antaranya Nusa Tenggara, dan dua daerah di Sulawesi (lambah Palu dan Luwuk), (2). Daerah yang mendapat curah hujan antara 1000 – 2000 mm per tahun di antaranya sebagian Nusa Tenggara, daerah sempit di Merauke, Kepulauan Aru, dan Tanibar, (3). Daerah yang mendapat curah hujan antara 2000 – 3000 mm per tahun, meliputi Sumatera Timur, Kalimantan Selatan, dan Timur sebagian besar Jawa Barat dan Jawa Tengah, sebagian Irian Jaya, Kepulauan Maluku dan sebagian besar Sulawesi, dan (4). Daerah yang mendapat curah hujan tertinggi lebih dari 3000 mm per tahun meliputi dataran tinggi di Sumatera Barat, Kalimantan Tengah, dataran tinggi Irian bagian tengah, dan beberapa daerah di Jawa, Bali, Lombok, dan Sumbawa.

2.3. Gambaran Umum EAR (Equatorial Atmosphere Radar)

Pengamatan dan penelitian atmosfer mengenai cuaca telah banyak dilakukan kerjasama oleh berbagai instansi dalam maupun luar negeri dengan adanya pengamatan berbagai fenomena atmosfer maupun dinamika atmosfer dengan menggunakan data radar. Pengamatan dengan menggunakan radar telah dilakukan sejak tahun 1992 oleh pemerintah Jepang (RASC, Universitas Kyoto) bekerja sama dengan LAPAN dan BPPT, yaitu beroperasinya BLR (*Boundary Layer Radar*) dan WPR (*Meteor Wind Radar*) di Puspitek Serpong, Jawa Barat. Selain BLR yang ada di GAW (*Global Atmospheric Watch*) milik BMKG Kototabang, Sumatera Barat. Selain itu ternyata dibutuhkan lagi data atmosfer radar di Indonesia.

Dengan dibangunnya EAR (*Equatorial Atmosphere Radar*) di stasiun Kototabang yang terletak sekitar 19 km dari Bukittinggi bagian utara, Sumatera Barat Indonesia (0.20 LS; 100.320 BT, 865 mdpl) dimulai dari tanggal 26 Juni 2001 dengan target utama meneliti perilaku arah dan kecepatan angin dalam tiga dimensi pengukuran, serta masalah turbulensi yang terjadi di lapisan troposfer dan lapisan bawah stratosfer dengan resolusi tinggi dalam pengukuran waktu dan ketinggian (Hermawan, 2002). Lebih lanjut Hermawan (2002) selain itu EAR dirancang khusus untuk mengamati fenomena atmosfer dalam selang pengamatan yang relatif pendek biasanya dalam orde menit-an seperti pada peristiwa penjalaran gelombang Rossby, gelombang Kelvin ataupun kombinasi dari keduanya.

Prinsip pengukuran angin dengan radar adalah radar memancarkan dan menerima pulsa radiasi gelombang mikro di antenanya. Antena memfokuskan radiasi menjadi *beam* sempit, sehingga sinyal yang ditransmisikan berjalan kearah yang spesifik. Sinyal yang diterima dipantulkan dari target yang terletak di arah *beam*, dan jarak antara radar dengan target bias ditentukan secara akurat dari selang waktu sinyal dipancarkan sampai sinyal diterima. Menurut Holton (1992) komponen angin horizontal dapat dipisahkan menjadi dua komponen yaitu: (1). Komponen angin Timur-Barat (angin zonal) disebut komponen angin U, dan (2). Komponen angin Utara-Selatan (angin meridional) disebut komponen angin V.

EAR merupakan Radar Doppler yang dibangun untuk observasi pada daerah ekuator, EAR beroperasi pada frekwensi sekitar 47 Mhz dengan maksimum peak dan kekuatan transmisi rata-rata 100 kW dan 5 kW menggunakan *three-element Yagi antenna squared* sebanyak 560 buah di ketinggian sekitar 865 m dpl. Kelebihan dari radar ini yaitu menggunakan antena putar sehingga dalam oprasinya dapat diputar ke segala arah, asalkan masih berada dalam radius 30° dari sumbu vertikal. Alat ini dirancang khusus untuk memantau arah dan kecepatan angin dan turbulensi secara kontinu dimulai dari lapisan 1.5 hingga 22 km (lapisan troposfer dan bawah stratosfer) dalam arah tiga dimensi (vertikal, meridional, dan zonal) dalam selang waktu menit-an pada setiap ketinggian 150 hingga 300 meter. Salah satunya adalah pengamatan *Quasi Biennial Oscillation* (QBO) yang merupakan salah satu parameter penting dalam pendugaan datangnya ENSO (*El-Nino and Southern Oscillation*) di Indonesia. Kekurangan yang ada pada saat ini adalah minimnya data vertikal atmosfer yang ada. Padahal kita tahu bahwa ada keterkaitan yang erat antara fenomena yang terjadi di lapisan stratosfer/troposfer dengan lapisan di bawahnya yang dikenal dengan istilah *coupling* (Fukao *et al.*, 2003).

3. DATA DAN METODE ANALISIS

3.1. Data

Data utama yang kami gunakan dalam penelitian ini meliputi data EAR dapat diperoleh dari website <http://rslab.riko.shimane-u.ac.jp/CPEA.campaign/>. Karakteristik data yang digunakan berbentuk ASCII dengan format csv. Juga data rata-rata angin 10 menitan dari 0.1 hingga 10 km dpl yang didapat dari *Wind Profiler Radar (WPR)* di Biak, periode 2008 hingga 2009 dari web-site : <http://www.rish.kyoto-u.ac.jp/radar-group>. Data curah hujan bulanan daerah Kototabang, Padangpanjang, dan Sicincin periode April 2002-April 2006.

3.2. Metode Analisis

3.2.1. Analisis Pola Osilasi Monsun

Analisis osilasi Monsun ini dilakukan dengan mengolah data EAR dan curah hujan periode April 2002-April 2006. Pengolah data ini dilakukan untuk mengetahui periode osilasi Monsun di daerah kawasan barat Indonesia, pengolahan data dibantu dengan software Matlab versi R2006a. Kemudian hasil data tersebut dibandingkan dengan data curah hujan bulanan daerah Kototabang (0.23⁰ LS; 100.32⁰ BT), Padangpanjang (0.5⁰ LS; 100.41⁰ BT) dan Sicincin (0.6⁰ LS; 100.22⁰ BT) pada periode April 2002-April 2006 yang diolah dengan menggunakan bantuan software matlab versi R2006a, SPSS versi 16.0, dan Microsoft Excel.

Pengolahan data EAR untuk kawasan Kototabang merupakan data kecepatan angin meridional bulanan dengan resolusi waktu 10 menitan dan resolusi ketinggian 0.1 km atau 100m. Data ini dirata-ratakan sehingga menjadi kecepatan angin meridional rata-rata bulanan. Berdasarkan data kecepatan angin meridional rata-rata bulanan kemudian dibuat kontur plot dan profil vertikal angin meridional dengan menggunakan software Matlab versi R2006a, sehingga dapat diketahui puncak ketinggian terjadinya Monsun dan reversal (pembelokan arah angin). Nilai osilasi dominan kecepatan angin dapat diketahui dengan analisis Power Spektral Density (PSD) yang dianalisis dengan menggunakan analisis *Fast Fourier Transform (FFT)* dan Transformasi Wavelet.

Pengolahan data curah hujan daerah Kototabang, Padangpanjang, dan Sicincin juga dilakukan dengan analisis Power Spektral Density (PSD) dilakukan untuk mengetahui daerah mana yang memiliki osilasi dominan yang polanya sama dengan pola Monsun. Selanjutnya adalah pengolahan data curah hujan dengan menggunakan Microsoft Excel periode April 2002-April 2006 dilakukan untuk melihat terhadap ketiga daerah tersebut yang memiliki pola yang sama dengan pola Monsun.

3.2.2. Analisis Statistika

Analisis statistika ini diolah dengan menggunakan teknik korelasi silang. Analisis dilakukan untuk membuktikan hubungan kecepatan angin meridional dan curah hujan. Software yang digunakan dalam pengolahan data ini adalah SPSS versi 16.0 for windows. Kecepatan angin yang dianalisis adalah kecepatan angin meridional pada ketinggian 14.1 km dengan curah hujan bulanan daerah Kototabang (0.23⁰ LS; 100.32⁰ BT), Padangpanjang (0.5⁰ LS; 100.41⁰ BT), dan Sicincin (0.6⁰ LS; 100.22⁰ BT) periode April 2002-April 2006. Korelasi silang dapat dihitung (Makridakis *et al*, 1998):

$$Sx^2 = Cxx(0) = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^{n-k} (x_t - \bar{x})^2$$

Merupakan variansi silang peubah X

$$s_y^2 = C_{yy}(0) = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^{n-k} (y_t - \bar{y})^2$$

Merupakan variansi silang peubah Y

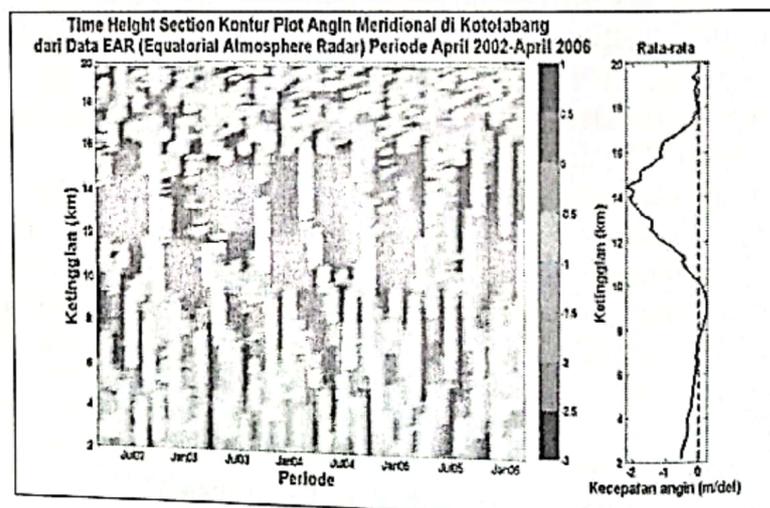
$$C_{xy}(k) = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^{n-k} (x_t - \bar{x})^2 (y_t - \bar{y})^2$$

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Analisis Osilasi Monsun

Monsun merupakan angin yang memiliki osilasi 6-12 bulanan yang bertiup sepanjang tahun dan berganti arah dua kali dalam setahun, monsun memiliki ciri adanya perbedaan yang tegas antara musim basah (*wet season*) dan musim kering (*dry season*) yang pada umumnya terjadi pada bulan Desember, Januari dan Februari (DJF) dan Juni, Juli, dan Agustus (JJA).

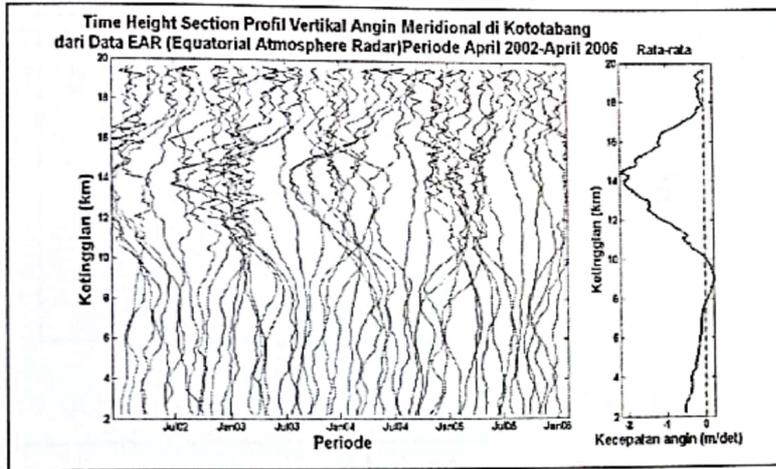
Berdasarkan data angin meridional yang dilakukan dengan menggunakan data EAR (*Equatorial Atmosphere Radar*) periode April 2002-April 2006 dapat terlihat dengan jelas perbedaan yang signifikan antara musim basah dan musim kering. Selain itu juga menunjukkan di Kototabang terlihat adanya propagasi atau penjalaran arah dan kecepatan angin meridional, lihat Gambar 4.1. Propagasi atau pola pengulangan angin meridional tersebut menunjukkan adanya Monsun. Dari Gambar 4.1, osilasi Monsun terjadi pada ketinggian 8-18 km dengan puncak ketinggian maksimum terjadi pada ketinggian 14.1 km. Warna merah pada Gambar 4.1 menunjukkan bahwa pada bulan tersebut bulan basah, sedangkan warna biru menunjukkan bahwa pada bulan tersebut bulan kering.



Gambar 4.1. *Time Height Section Kontur Plot Angin Meridional di Kototabang Periode April 2002-April 2006*

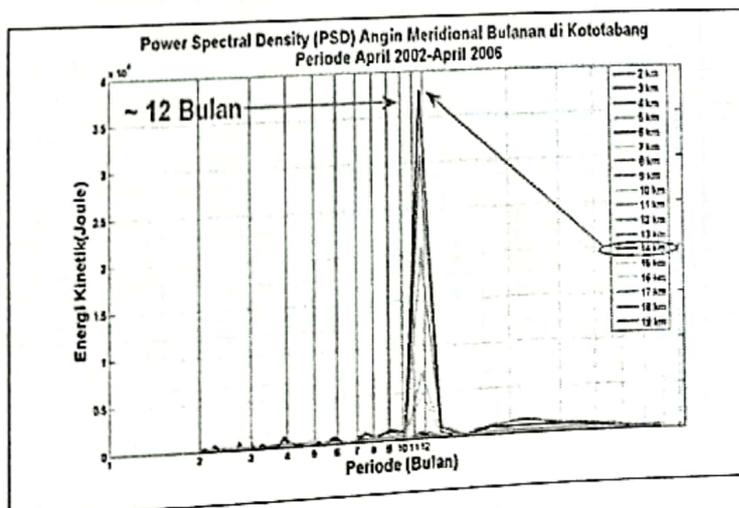
Fenomena baru yang diungkap bahwa ternyata monsun dengan menggunakan data radar kuat di lapisan troposfer yaitu pada ketinggian 14.1 km. Sedangkan pada ketinggian 2-7 km atau pada lapisan permukaan tidak terdapat tanda-tanda adanya osilasi Monsun (lihat Gambar 4.1 dan Gambar 4.2). Angin meridional (utara-selatan) membawa massa uap air dari utara ke selatan. Berdasarkan Gambar 4.2, angin reversal atau pembelokan angin di Kototabang terjadi pada ketinggian 8 km dan 10.1 km. Berdasarkan hasil analisis terlihat

bahwa Monsun terjadi pada bulan basah dengan puncak tertingginya terjadi yaitu pada bulan Januari (lihat Gambar 4. 2) Analisis Monsun dengan angin meridional (utara-selatan) diperoleh osilasi sekitar 12 bulanan dan puncak maksimum terjadi pada ketinggian 14.1 km (lihat Gambar 4.3). Osilasi ini dapat diketahui dengan menggunakan analisis *Fast Fourier Transform* (FFT) yaitu dengan analisis *Power Spectral Density* (PSD) dan analisis Wavelet.



Gambar 4.2. *Time Height Section* Profil Vertikal Angin Meridional di Kototabang Periode April 2002-April 2006.

Analisis yang sama dengan menggunakan teknik wavelet menunjukkan periodesitas dari data angin meridional (utara-selatan) pada ketinggian 14.1 km adalah terjadi sekitar 12 bulanan lihat Gambar 4.3. Berdasarkan analisis wavelet power spektrum menunjukkan puncak angin terjadi sekitar bulan Januari 2004. Selain itu, berdasarkan global wavelet spektrum menunjukkan periode puncak Monsun tertinggi yaitu sekitar 12 bulanan lihat Gambar 4.3.



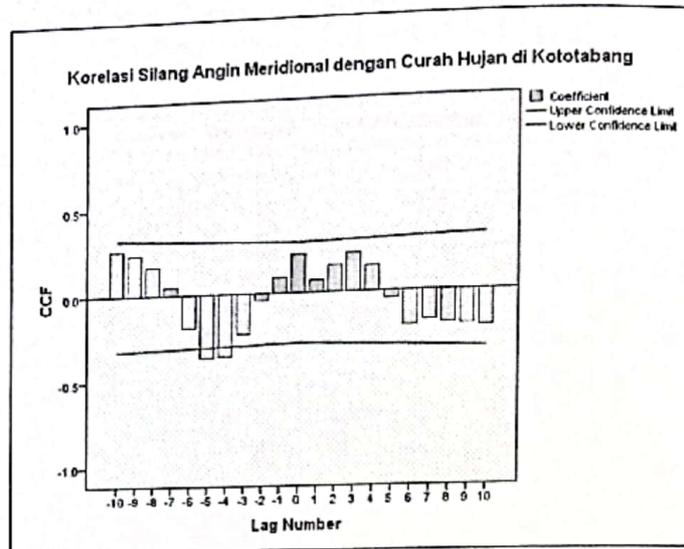
Gambar 4.3. *Power spectral Density* kecepatan Angin Meridional pada ketinggian 14.1 km di Kototabang Periode April 2002-April 2006.

4.2. Analisis Statistika

Data-data yang digunakan pada analisis ini adalah data angin pada ketinggian 14.1 km dan data curah hujan bulanan pada 3 titik dari kawasan barat Indonesia yaitu daerah

Kototabang, Padangpanjang, dan Sicincin dengan periode April 2002-April 2006. Jumlah data (n) yang digunakan yaitu sebanyak 49 titik.

4.2.1. Angin Meridional dan Curah Hujan Di Kototabang



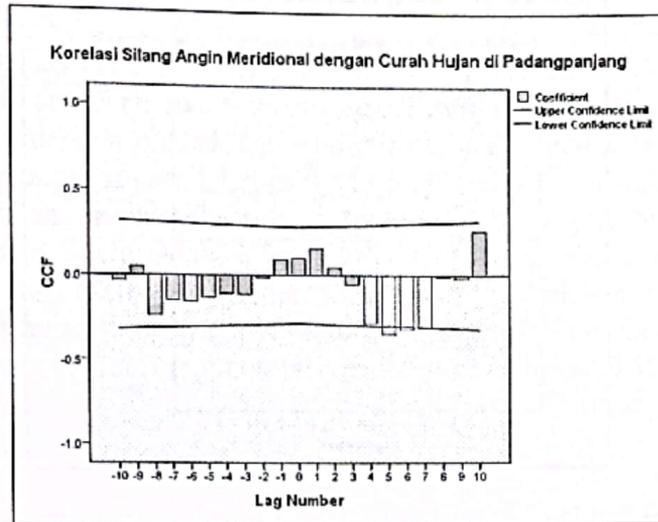
Gambar 4.4. Grafik Korelasi Silang Angin Meridional dengan CH di Kototabang Periode April 2002-April 2006.

Tabel 4.1. Nilai Korelasi Silang Angin Meridional dengan CH di Kototabang Periode April 2002-April 2006.

Lag	Cross Correlation	Std. Error ^a	Lag	Cross Correlation	Std. Error ^a
-10	.262	.162	1	.068	.1416
-9	.236	.160	2	.153	.1417
-8	.168	.158	3	.222	.1419
-7	.047	.156	4	.1418	.151
-6	-.189	.154	5	-.043	.152
-5	-.363	.152	6	-.198	.154
-4	-.357	.151	7	-.170	.156
-3	-.230	.1419	8	-.186	.158
-2	-.038	.1417	9	-.196	.160
-1	.090	.1416	10	-.206	.162
0	.219	.1414			

Berdasarkan Gambar 4.4 menunjukkan bahwa ada nilai korelasi silang antara Kecepatan angin meridional pada ketinggian 14.1 km dengan curah hujan di Kototabang, yaitu pada lag number (selang waktu) -4 sampai -6 (lihat nilai korelasi pada Tabel 4.1). Dengan nilai korelasi silang sebesar -0.357 ada pada lag number -4.

4.2.2. Angin Meridional dan Curah Hujan Di Padangpanjang



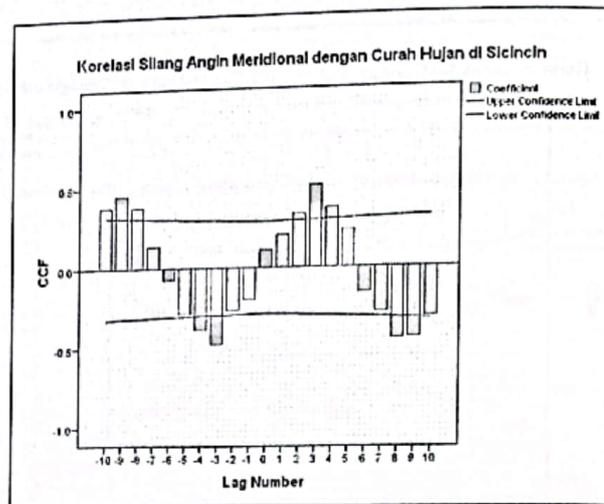
Gambar 4.5. Grafik Korelasi Silang Angin Meridional dengan CH di Padangpanjang Periode April 2002-April 2006.

Tabel 4.2. Nilai Korelasi Silang Angin Meridional dengan CH di Padangpanjang Periode April 2002-April 2006.

Lag	Cross Correlation	Std. Error ^a	Lag	Cross Correlation	Std. Error ^a
-10	-.033	.160	1	.158	.14.14
-9	.046	.158	2	.045	.14.16
-8	-.236	.156	3	-.052	.14.17
-7	-.150	.154	4	-.284	.14.19
-6	-.154	.152	5	-.345	.151
-5	-.133	.151	6	-.321	.152
-4	-.109	.14.19	7	-.313	.154
-3	-.113	.14.17	8	-.006	.156
-2	-.012	.14.16	9	-.016	.158
-1	.091	.14.14	10	.261	.160
0	.101	.14.13			

Hubungan kecepatan angin meridional dengan curah hujan di Padangpanjang mengindikasikan signifikan atau adanya korelasi silang dengan selang waktu atau *lag number* 5 sampai 7 (lihat nilai korelasi pada Tabel 4.2) dengan nilai korelasinya yaitu -0.345 (lihat Tabel 4.2).

4.2.3. Angin Meridional dan Curah Hujan di Sicincin



Gambar 4.6. Grafik Korelasi Silang Angin Meridional dengan CH di Sicincin Periode April 2002-April 2006.

Tabel 4.3. Nilai Korelasi Silang Angin Meridional dengan CH di Kototabang Periode April 2002-April 2006

Lag	Cross Correlation	Std. Error ^a	Lag	Cross Correlation	Std. Error ^a
-10	.383	.160	1	.204	.14.14
-9	.453	.158	2	.332	.14.16
-8	.379	.156	3	.505	.14.17
-7	.138	.154	4	.368	.14.19
-6	-.067	.152	5	.231	.151
-5	-.281	.151	6	-.156	.152
-4	-.383	.14.19	7	-.277	.154
-3	-.474	.14.17	8	-.442	.156
-2	-.265	.14.16	9	-.433	.158
-1	-.199	.14.14	10	-.306	.160
0	.109	.14.13			

Sama halnya dengan curah hujan di Kototabang dan Padangpanjang, di Sicincin juga memiliki korelasi antara curah hujan dengan angin meridional dengan nilai koefisien korelasi tertinggi yaitu 0.505 yang terdapat pada lag number 3, lihat pada Tabel 4.3. Hal ini mengindikasikan bahwa angin yang mendominasi adalah angin dari selatan. Berdasarkan hasil perbandingan dari ketiga kawasan tersebut, Sicincin memiliki korelasi terbesar yaitu 0.505 (lihat pada Tabel 4.3).

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil data EAR (*Equatorial Atmosphere Radar*) dengan periode April 2002- April 2006 diketahui adanya Monsun *signal* yang berosilasi sekitar 12 bulanan pada ketinggian 8-18 km dengan puncak Monsun terkuat yaitu pada ketinggian 14.1km. Pada daerah Kototabang angin reversal terjadi pada ketinggian 8 km dan 10.1 km dan angin yang dominan adalah angin selatan. Berdasarkan pola curah hujan di Kototabang, Padangpanjang dan Sicincin. Maka dari ketiga wilayah tersebut Sicincin memiliki pola yang sama dengan pola Monsun yaitu berosilasi sekitar 12 bulanan. Hasil analisis korelasi silang antara curah hujan dengan angin meridional diperoleh korelasi terbesar yaitu pada daerah Sicincin dengan koefisien korelasi maksimum sebesar 0.505 terdapat pada *lag number* 3.

5.2. Saran

Masih dipandang perlu adanya tindak lanjut untuk melihat fenomena Monsun. Mengingat bahwa Monsun merupakan fenomena penting yang dapat mempengaruhi curah hujan di Indonesia. Juga masih dipandang perlu adanya validasi dan kelengkapan data curah hujan dengan periode yang lebih panjang minimal 30 tahun untuk melihat pola Monsun. Selain itu masih dipandang perlu dilakukan analisis statistika yang lebih beragam dan kompleks sehingga dapat menjelaskan hubungan antara curah hujan dengan angin meridional.

DAFTAR RUJUKAN

- Fukao S *et al*, 2003, *The Equatorial Atmosphere Radar (EAR): System Description and First Result*, Radio Science Center for Space and atmosphere, Kyoto University, Japan.
- Handoko, 1995, *Klimatologi Dasar*, Bogor: Jurusan Geofisika dan Meteorologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor.
- Hermawan, E, 2002, *Perbandingan Antara Radar Atmosfer Khatulistiwa dengan Middle and Upper Atmosphere radar dalam Pemantauan Angin Zonal dan Meridional*, Warta LAPAN 4, No 1: 8-16
- Holton, JR., 1992, *An Introduction to Dynamic Meteorology*, Academic Press, New York.
- June, T, 1995, *Angin*. Di dalam: Handoko, editor. *Klimatologi Dasar*, Bogor: FMIPA IPB.
- Prawiwardoyo, S, 1996, *Meteorologi*, Institut Teknologi Bandung, Bandung.