

ANALISIS DATA BLR DAN EAR DALAM MENGKAJI FENOMENA MJO DAN KETERKAITANNYA DENGAN CURAH HUJAN DI ATAS KOTOTABANG DAN SEKITARNYA

Eddy Hermawan, Arief Suryantoro^{*1}, Mega Puspawardhany, Tri Wahyu Hadl¹

Udflanna S. Pasaribu^{*2} dan Flndy Renggono^{***}

¹Nnelitl Pusat Pemanfaatan Sains Atmosfer dan Iklim, LAPAN

²Penellit Department GeoflsMca dan Meteorologi /TB

³Peneliti Departemenr Matematika ITB

⁴Pene/fti l/nit Pelaksana Tefaifo Hu/an Buatan, BPPT

E-mail: eddy@bdg.lapan.go.id

ABSTRACT

This paper is mainly concerned to the analysis of *Madden Julian Oscillation (MJO)* phenomena crossing over Kototabang, West Sumatera and surrounding areas using *Boundary Layer Radar (BLR)* and *Equatorial Atmosphere Radar (BAR)* data taken from September to December 2001 as continuing studied by Indriaty (2005). We are interested to continue, especially on the effects of *MJO* phenomena on the daily rainfall intensity distribution over Kototabang and surrounding area. We divided data into two steps analysis. First is the vertical profile analysis using *BLR* and *EAR* data, and the second step is surface analysis using rainfall intensity data from taken from three meteorological stations in West Sumatera. They are Badan Meteorologi dan Geofisika (BMG) Sicincin station (0.6° LS; 100.220 BT), _{B M G}. Padangpanjang station (0.5° LS; 100.410 BT) and Stasiun Pengamat Dirgantara (SPD) LAPAN Kototabang (0.2° LS; 100.320 BTJ).

The vertical profile of zonal-vertical wind vector of *EAR* data analysis shows that the pre-dominant wind moved to east direction, especially in surface layer, while in the upper troposphere the pre-dominant wind moved to the opposite direction, especially from September to December 2001. This results looks a similar with the schematic theory of the *MJO* cross section along equator that described by Matthews (2000). A similar result is also shown by the *BLR* data analysis. Both *EAR* and *BLR* data are similar each other. Since the *MJO* phenomena is expected passing over Kototabang around mid of November to mid of December 2001, we are interested to analysis the *power spectral density (PSD)* of daily rainfall data on three different locations as already mentioned above using the global *wavelet spectrum* technique. The result shows that their pre-dominant peak oscillation is about 48 days. This result is consistent with the *Outgoing Longwave Radiation (OLR)* anomaly taken from infra-red sensor of satellite that already been done by Matthews (2000). While, the *cross correlation Junction (CCF)* analysis between zonal wind

and rainfall data shows insignificant (very small) value- We suspect that the surface rainfall intensity over Kototabang and surrounding area is not mainly dominated by *MJO* phenomena.

ABSTRAK

Perhatian utama penulisan makalah ini adalah dilakukannya analisis fenomena *Madden Julian Oscillation* (MJO) yang melewati Kototabang dan sekitarnya menggunakan data *Boundary Layer Radar* (BLR) dan *Equatorial Atmosphere Radar* (EAR) periode September-Desember 2001 sebagai kelanjutan dari studi yang telah dilakukan oleh Indriaty, T. (2005). Penelitian ini penting dilakukan, mengingat MJO diduga memiliki peran aktif yang cukup besar terhadap distribusi curah hujan harian yang terjadi di beberapa wilayah Kototabang dan sekitarnya. Analisis data dibagi menjadi dua tahap, yaitu analisis secara profil vertikal menggunakan data BLR dan EAR, dan analisis horizontal permukaan menggunakan data curah hujan harian masing-masing untuk stasiun BMG-Sicincin (0.6° LS; 100.22° BT), stasiun BMG-Padangpanjang (0.5° LS; 100.41° BT), dan SPD (Stasiun Pengamat Dirgantara)-Kototabang (0.2° LS; 100.32° BT).

Hasil analisis profil vertikal dari gambar vektor angin zonal-vertikal EAR menunjukkan bahwa adanya pergerakan angin dominan ke arah timur di lapisan permukaan dan ke arah barat di lapisan atas untuk periode September-Desember 2001. Hal ini sesuai dengan teori skema perpotongan MJO sepanjang ekuator. Hasil dari data BLR juga menunjukkan konsistensi dengan data BAR. Analisis juga menunjukkan adanya fenomena MJO yang melewati Kototabang sekitar pertengahan November hingga pertengahan Desember 2001. Sementara itu, analisis horizontal permukaan dengan menggunakan teknik *wavelet* spektrum pada tiga lokasi pengamatan yang berbeda, yaitu stasiun BMG-Sicincin, stasiun BMG'Padangpanjang, dan SPD-Kototabang, hasilnya menunjukkan adanya osilasi sekitar 48 harian, dimana hasil ini konsisten dengan hasil yang telah dilakukan oleh Matthews (2000). Tetapi, ketika dilakukan korelasi silang [*cross-coirelation junction*, *CCF*] antara data angin zonal dengan data curah hujan, hasilnya menunjukkan nilai korelasi yang tidak signifikan (nilainya sangat kecil). Maka aktivitas curah hujan di permukaan tidak didominasi oleh fenomena *Madden-Julian Oscillation* (MJO).

Kata kunci: *MJO*, *EAR*, *BLR*, *Curah hujan*

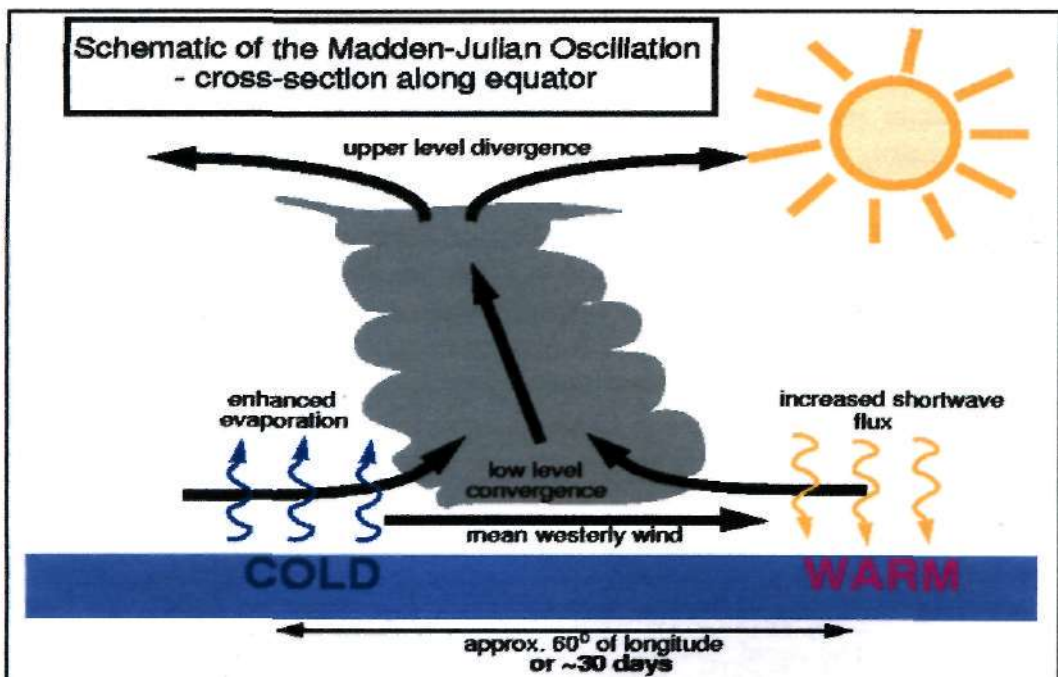
1 PENDAHULUAN

Iklm di kawasan tropis tidak mudah diprediksi seperti halnya iklim di kawasan lintang menengah. Hal ini disebabkan variabel cuaca/iklim di lintang menengah, seperti awan, curahan (presipitasi), suhu udara dan tekanan diatur oleh gelombang Rossby (*Rosby wave*) di lapisan troposfer

atas dan berinteraksi dengan cuaca/iklim permukaan dalam suatu proses yang disebut instabilitas baroklinik (*barodinic instability*). Sedangkan di kawasan tropis, hampir tidak ditemukan adanya kestabilan dominan atau pergerakan gelombang dominan. Oleh karena itu, cuaca di kawasan tropis hanya dapat diprediksi untuk jangka waktu yang relatif sangat singkat antara 1 hingga 10 hari mendatang. Variasi cuaca di kawasan tropis dalam kurun waktu kurang dari setahun, hingga saat ini umumnya masih dianggap acak/random.

Dalam hal ini, Roland Madden dan Paul Julian (1971) menemukan osilasi 30-60 hari ketika mereka menganalisis anomali angin zonal di kawasan Pasifik Tropis yang kemudian dikenal sebagai *Madden Julian Oscillation* (MJO). Mereka menganalisis data tekanan permukaan Pulau Canton (2.8°LS) yang ada di kawasan Pasifik dengan data angin lapisan atas Singapura selama-10 tahun pengamatan dan menemukan adanya osilasi yang berkisar antara 30-60 hari. Sejak peristiwa El-Nino, khususnya pada tahun 1982/83, variasi frekwensi rendah di kawasan tropis, baik itu untuk rentang waktu kurang dari satu tahun (*intra-annual*) maupun lebih dari satu tahun (*inter-annual*) terutama kaitannya dengan fenomena MJO mendapatkan banyak perhatian orang, sehingga kajian MJO berkembang dengan pesat.

MJO ternyata juga mempengaruhi seluruh lapisan troposfer tropis yang terlihat dengan lebih jelas di sepanjang Pasifik Barat dan Samudera Hindia yang bergerak ke arah timur pada posisi sekitar 10° LU dan 10° LS seperti terlihat pada Gambar 1-1 berikut (Matthews, 2000).



Gambar 1-1: Skema perpotongan MJO di sepanjang ekuator (Matthews, 2000)

MJO juga melibatkan variasi angin, suhu permukaan laut (SPL), perawanan, dan hujan. Oleh karena curah hujan di kawasan tropis adalah konvektif dan puncak hujan awan konvektif sangatlah dingin (di bawah -50°C) yang ditandai dengan sedikitnya radiasi gelombang panjang (OLR= *Outgoing Longwave Radiation*), maka kajian MJO akan terlihat lebih jelas pada variasi OLR harian yang terukur dari sensor infra-merah yang ada pada satelit.

Studi MJO sendiri hingga saat ini belum banyak dilakukan orang, khususnya untuk kawasan Sumatera Barat dan sekitarnya apalagi menggunakan data *Boundary Layer Radar* (BLR) dan *Equatorial Atmosphere Radar* (EAR). Oleh karena itu tujuan utama penulisan paper ini adalah ingin mengetahui karakteristik fenomena MJO saat melintasi kawasan Kototabang (0.2°LS dan 100.32°BT) dan sekitarnya dan menganalisis perilaku curah hujan di saat MJO tadi melintasi kawasan Kototabang dan sekitarnya.

2 DATA DAN METODOLOGI

2.1 Data

- 2.1.1. Data EAR dan BLR yang berupa data angin zonal, meridional dan vertikal selama 4 bulan pengamatan periode September hingga Desember 2001. Kedua jenis data tersebut merupakan data rata-rata harian terdapat dalam bentuk format data *binary* dan ASCII.
- 2.1.2. Data curah hujan harian hasil pengamatan menggunakan MAWS [*Mini Automatic Weather Station*] yang ada di SPD LAPAN Kototabang periode September hingga Desember 2001 yang didapat dari pihak RISH [*Research Institute for Sustainable Humanosphere*], Universitas Kyoto, Jepang.
- 2.1.3. Data curah hujan harian yang didapat dari stasiun BMG Sicincin dan BMG Padang-panjang dengan periode pengamatan yang sama, yakni September hingga Desember 2001.
- 2.1.4. Data satelit GPCP [*Global Precipitation Climatology Project*] berupa nilai intensitas curah hujan global dalam bentuk citra (image) yang kemudian dibuat *cropping* khusus untuk kawasan Pulau Sumatera saja pada periode pengamatan yang sama, yakni September hingga Desember 2001. Jenis datanya berupa kontur intensitas curah hujan rata-rata bulanan yang diperoleh dari <http://cics.umd.edu/~yin/GPCP/mam.html>

2.2 Metodologi

Pengolahan data EAR dan BLR dalam bentuk format *binary* dilakukan dengan menggunakan satu perangkat komputer *UNIX SUN Macrosystem* dengan software XYGRAPH yang ada di Bidang Pemodelan Iklim LAPAN-Bandung. Untuk data curah hujan permukaan dalam bentuk format ASCII

diolah dengan menggunakan *Microsoft Excel*. Sedangkan untuk menghitung korelasi silang [*Cross Correlation Function - CCF*] antara data angin zonal EAR dengan data curah hujan permukaan digunakanlah *software* SPSS versi 13. Untuk kejelasannya, maka dilakukanlah tahapan pengolahan data sebagai berikut

2.2.1 Data profil vertikal

2.2.1.1. Data BLR yang berupa data angin dalam bentuk format *binary* diolah menggunakan program *windrow* dan *windent* yang di-set pada ketinggian 1-5 km dengan resolusi waktu dan tinggi pengamatan masing-masing 1440 menit dan 1 km. Hasilnya berupa gambar vektor angin terhadap ketinggian dan waktu, yakni untuk angin zonal, meridional, vertikal dan horizontal dengan periode pengamatan September hingga Desember 2001.

2.2.1.2. Hal yang sama juga dilakukan untuk data EAR, namun di-set pada ketinggian 1-21 km dengan resolusi waktu dan tinggi pengamatan masing-masing 7200 menit dan 2 km. Hasilnya hampir sama dengan data BLR, namun untuk ketinggian yang berbeda.

2.2.1.3. Untuk data-data BLR dan EAR dalam bentuk format ASCII yang merupakan rata-rata setiap 10 menit, dibuat dahulu rata-rata hariannya agar nantinya didapat hasil analisis yang sama.

2.2.1.4. Hasil rata-rata data tersebut kemudian dibuat analisis *wavelet-nya* untuk setiap jarak ketinggian pada periode yang sama pula yaitu September hingga Desember 2001.

2.2.1.5. Data EAR yang telah diolah dibuatkan korelasi silang-nya dengan data curah hujan dengan bantuan *software* SPSS versi 13. Korelasi yang dimaksud, adalah koefisien yang menggambarkan tingkat keeratan hubungan non-linier antara dua peubah atau lebih. Besaran dari koefisien korelasi tidak menggambarkan hubungan sebab akibat, tetapi semata-mata hanya menggambarkan keterkaitan antar peubah.

2.2.2 Data permukaan

2.2.2.1 Membuat grafik distribusi curah hujan untuk ketiga lokasi pengamatan masing-masing untuk stasiun BMG Sicincin, stasiun Padang-panjang dan SPD LAPAN Kototabang.

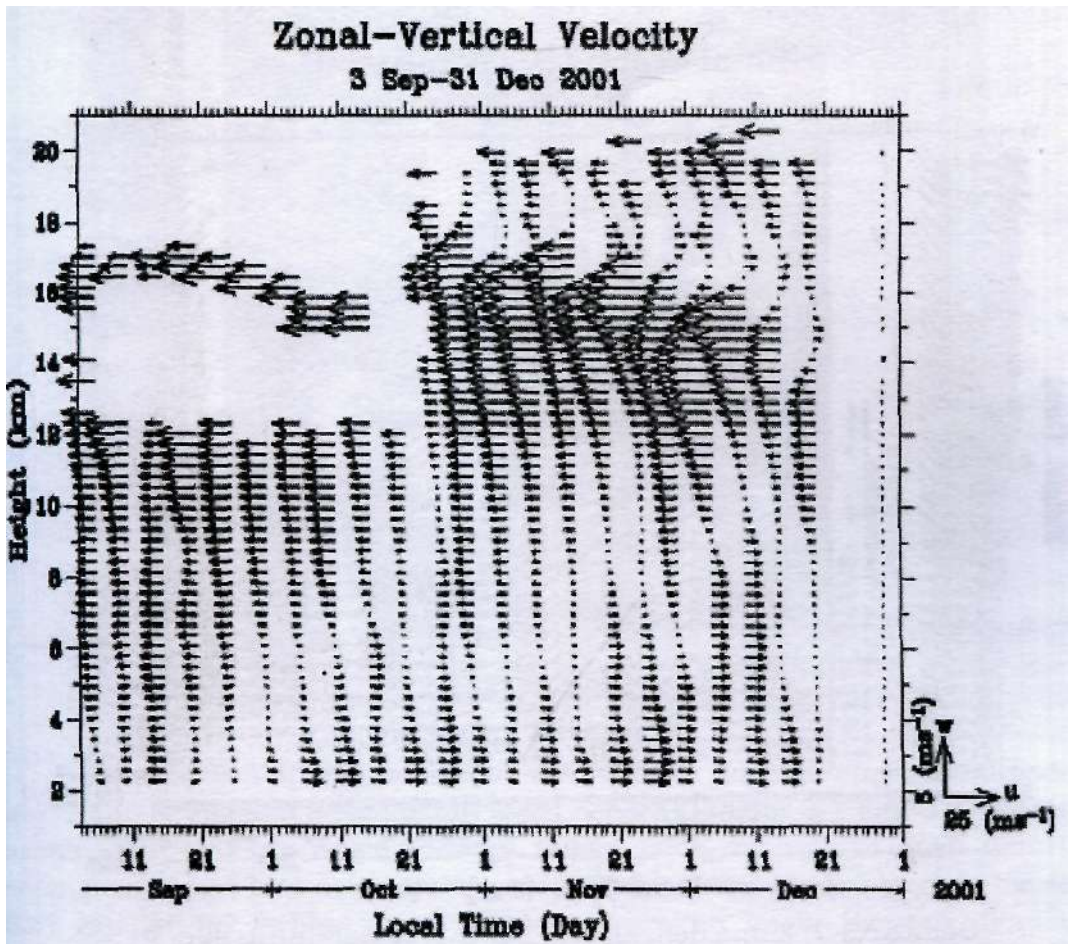
2.2.2.2 Hasilnya dibandingkan dengan data GPCP bulanan dengan waktu pengamatan yang sama.

2.2.2.3 Data masing-masing lokasi pengamatan dipisahkan, kemudian dibuat analisis *wavelet-nya* dengan bantuan *software* MATLAB 6.5 (Torrence and Compo, 1998).

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

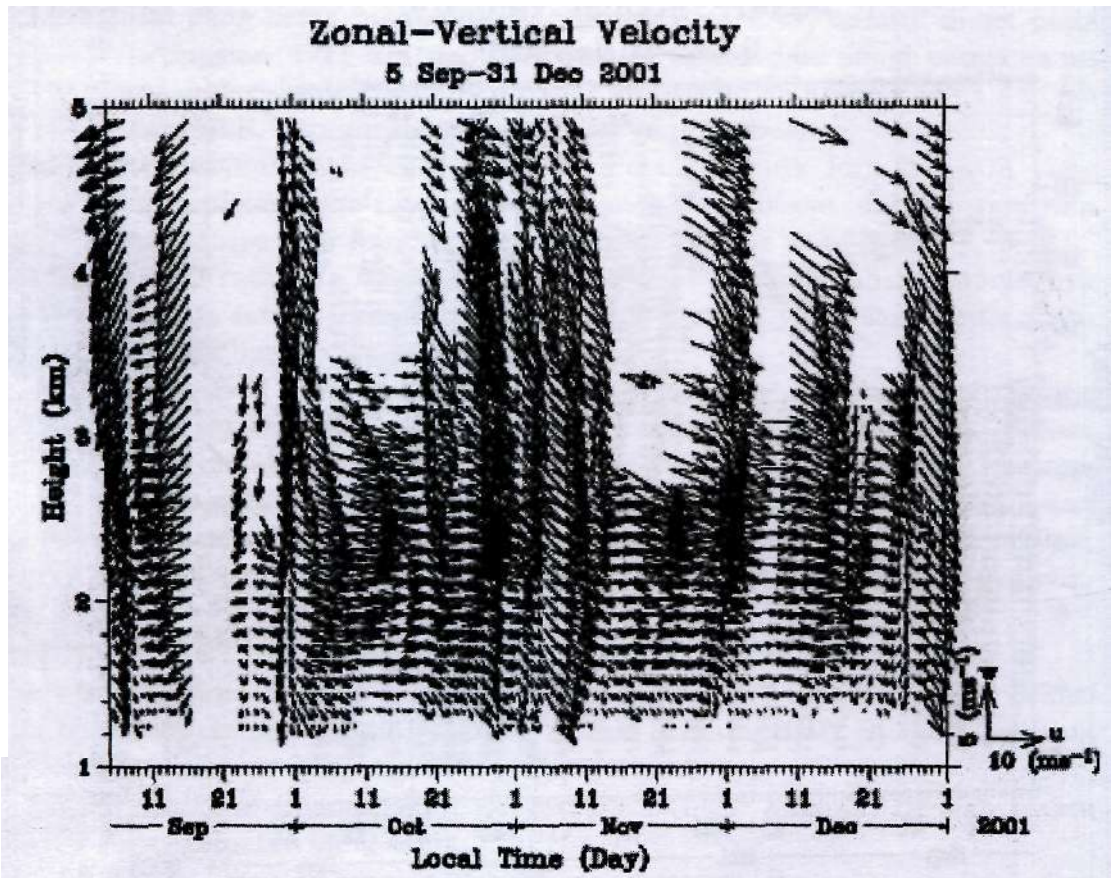
3.1 Analisis MJO Secara Profil Vertikal

Analisis ini didasarkan kepada hasil kajian MJO sebelumnya yang dilakukan Indriaty, T (2005) yang mengatakan bahwa selama selang waktu pengamatan September hingga Desember 2001, terlihat adanya aktivitas MJO yang melintasi Kototabang dan sekitarnya, khususnya selama bulan November 2001. Sehubungan dengan eratnya keterkaitan antara fenomena MJO dengan pembentukan *cluster* awan-awan konvektif yang dicirikan dengan adanya aktivitas penaikan dan penurunan massa udara yakni masalah konvergensi dan divergensi, maka berikut ini ditunjukkan profil angin zonal yang di-overlay dengan angin vertikal hasil pengukuran EAR selama periode September hingga Desember 2001 (Gambar 3-1).



Gambar 3-1: Vektor angin zonal yang di-overlay dengan angin vertikal mulai dari 2 hingga 21 km periode 3 September hingga 31 Desember 2001

Gambar 3-1 di atas menunjukkan perilaku angin zonal yang di-*overlay* dengan angin vertikal dari data EAR periode September hingga Desember 2001 mulai dari lapisan 2 hingga 21 km dengan resolusi waktu dan tinggi pengamatan masing-masing 5 hari dan setiap 2 km. Dari gambar tersebut terlihat adanya kebalikan (*reversal*) arah angin pada ketinggian sekitar 6 km, dimana pada lapisan di bawah 6 km, angin umumnya bergerak ke arah timur, sedangkan di atas lapisan 6 km, angin umumnya bergerak ke arah barat. Hal ini "tampaknya" sesuai dengan teori skema perpotongan MJO saat melintasi kawasan ekuator (Gambar 1-1). Dengan demikian "diduga" terjadi konvergen di lapisan bawah, sementara divergen pada lapisan atasnya. Untuk mendapatkan informasi lebih rinci tentang perilaku angin di bawah lapisan 6 km, berikut ini ditunjukkan vektor angin zonal yang di-*overlay* dengan angin verikal hasil pengamatan BLR pada kurun waktu yang sama (Gambar 3-2).

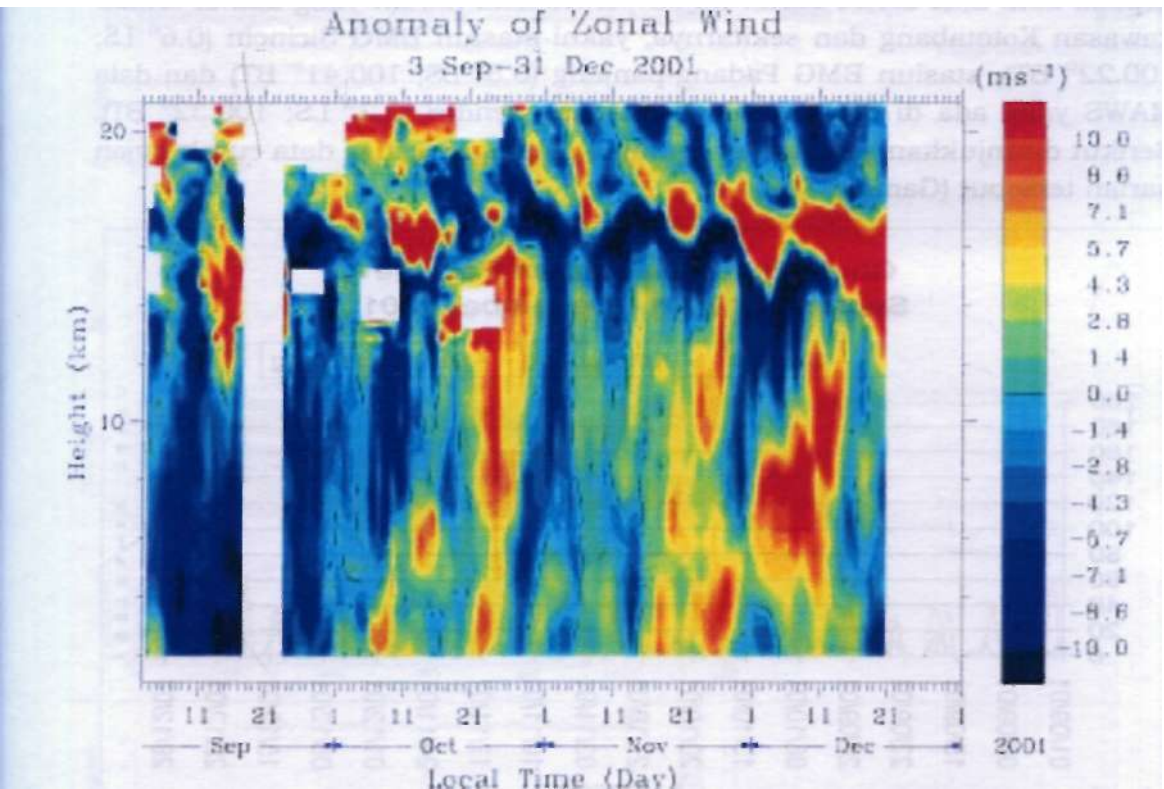


Gambar 3-2: Sama dengan Gambar 3-1, tetapi untuk data BLR

Gambar 3-2 merupakan vektor kecepatan angin zonal-vertikal dari data BLR dengan periode yang sama yakni September hingga Desember 2001, dari lapisan 1 hingga 5 km dengan resolusi waktu dan tinggi pengamatan

masing-masing 1 hari dan 1 km. Dari gambar ini dapat kita lihat bahwa arah angin umumnya bergerak ke arah timur. Ini menunjukkan adanya konsistensi antara data EAR dan BLR dalam memantau perilaku angin, khususnya untuk lapisan bawah troposfer.

Untuk melihat fenomena ini lebih jelas, maka ditunjukkan gambar kontur anomali kecepatan angin zonal hasil pengamatan EAR pada periode yang sama yakni September hingga Desember 2001 seperti terlihat pada Gambar 3-3 berikut.



Gambar 3-3: *Time-height section* daripada kontur plot anomali angin zonal EAR periode September hingga Desember 2001 mulai dari lapisan 1 hingga 21 km.

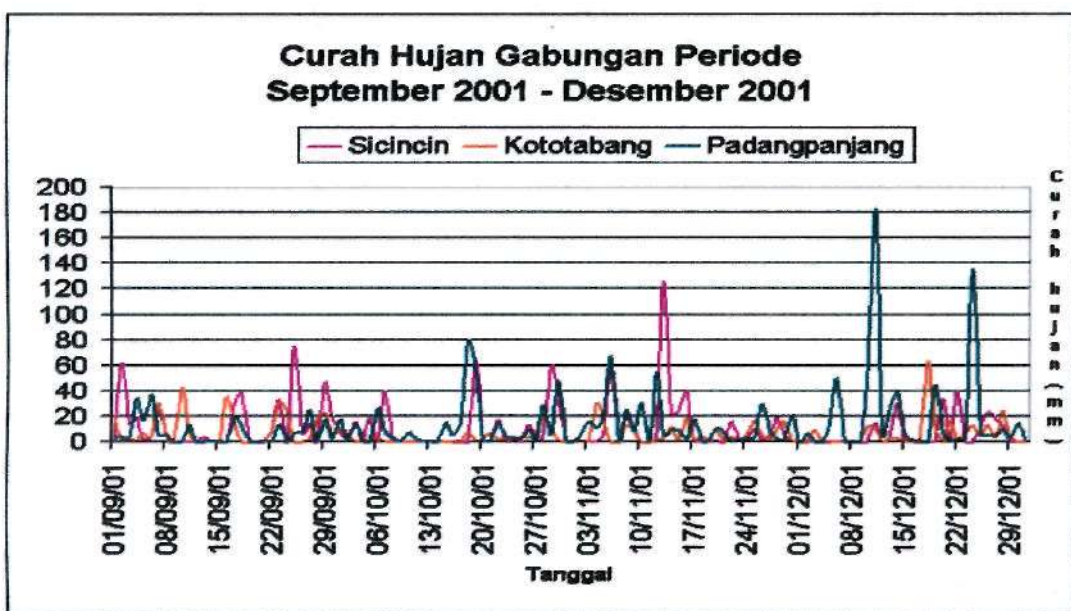
Gambar 3-3 di atas menunjukkan perilaku anomali angin zonal pada waktu dan ketinggian pengamatan sama seperti Gambar 3-1 dan 3-2. Warna merah menunjukkan angin baratan (angin yang menuju ke arah timur), sedangkan warna biru menunjukkan arah kebalikannya yakni menuju barat. Dari gambar ini terlihat jelas bahwa pergerakan angin baratan dimulai sekitar pertengahan Oktober 2001 hingga akhir Desember 2001.

Walaupun masih sulit digambarkan kapan dan dimana fenomena MJO itu terjadi, namun didasari dengan adanya propagasi (penjalaran) arah dan kecepatan anomali angin zonal di atas terlihat bahwa fenomena MJO itu memang telah melintasi kawasan Kototabang sekitar pertengahan November

hingga pertengahan Desember 2001. Dan hal ini nampaknya sesuai dengan kajian Indriaty, T. (2005) yang menyimpulkan bahwa adanya aktivitas MJO sekitar pertengahan November 2001 hasil analisis pergerakan awan-awan konvektif dalam bentuk *cluster* di atas wilayah Kototabang dan sekitarnya.

3.2 Analisis MJO di Permukaan

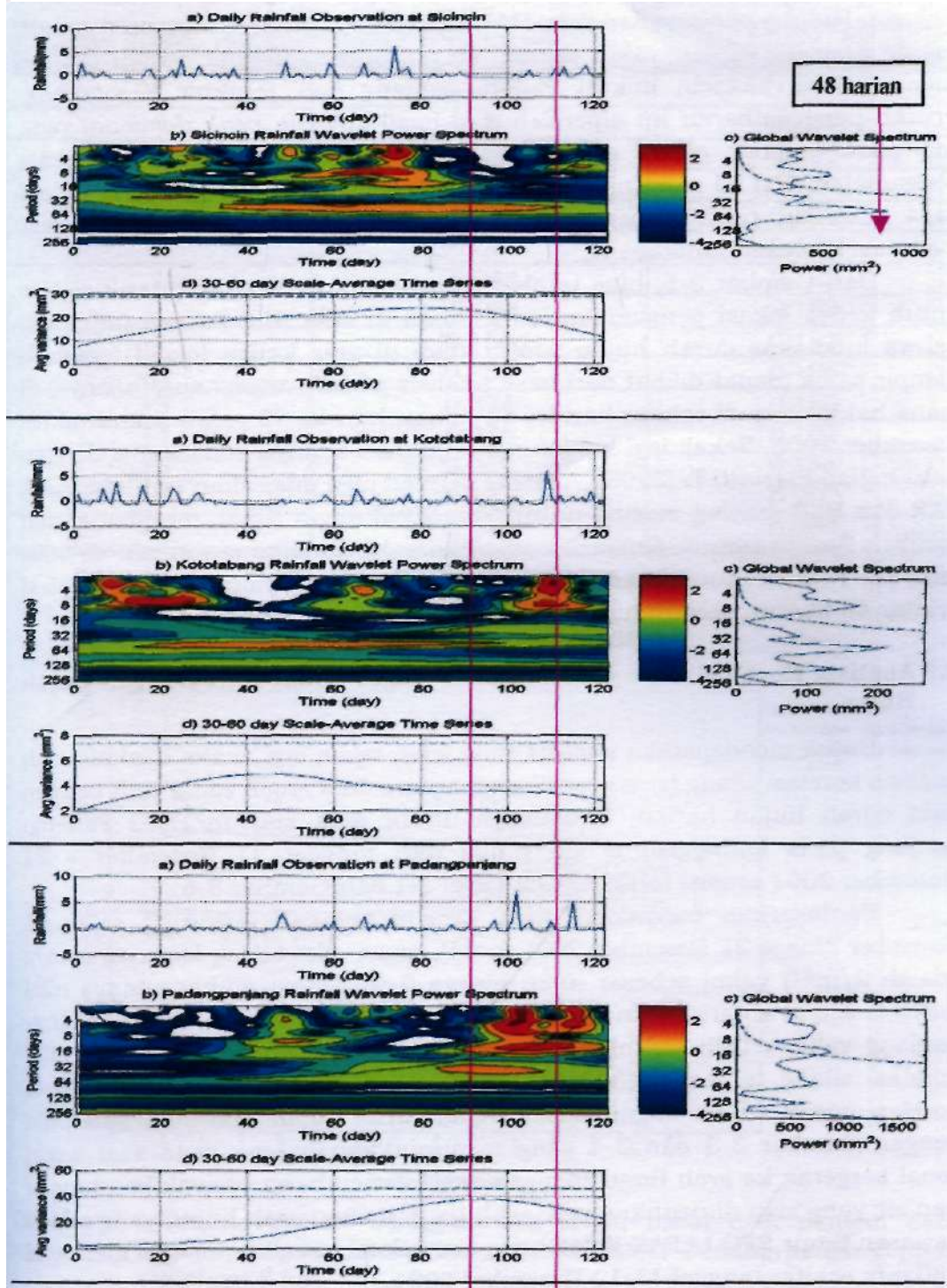
Sehubungan fenomena MJO tidak hanya terfokus kepada aktivitas pergerakan profil angin vertikal saja, maka analisis lebih lanjut ditujukan kepada data time-series curah hujan permukaan harian yang ada di sekitar kawasan Kototabang dan sekitarnya, yakni stasiun BMG Sicincin (0.6° LS; 100.22° BT), stasiun BMG Padang-panjang (0.5° LS; 100.41° BT) dan data MAWS yang ada di SPD LAPAN Kototabang sendiri (0.2° LS; 100.32° BT). Berikut ditunjukkan gambar curah hujan gabungan ketiga data curah hujan harian tersebut (Gambar 3-4).



Gambar 3-4: Grafik distribusi curah hujan harian di atas Sicincin, Padang-panjang dan Kototabang periode September hingga Desember 2001

Dari Gambar 3-4 di atas terlihat bahwa distribusi curah hujan di atas stasiun BMG Sicincin, Padang-panjang dan SPD LAPAN Kototabang sendiri, umumnya memiliki pola yang hampir sama, di raana mulai bulan Oktober hingga Desember 2001 terjadi peningkatan curah hujan, khususnya stasiun Padang-panjang hingga mencapai 180 mm pada bulan Desember 2001. Hasil ini telah dibandingkan dengan analisis data GPCP (tidak ditampilkan) yang menunjukkan bahwa memang pada saat itu terjadi kenaikan intensitas curah hujan di atas kawasan Sumatera Barat.

Untuk analisis yang lebih tajam, maka dilakukanlah analisis *wavelet* pada ketiga lokasi curah hujan di atas seperti tampak pada Gambar 3-5.



Gambar 3-5: Analisis *wavelet* pada ketiga lokasi curah hujan periode September hingga Desember 2001

Gambar 3-5 di atas menunjukkan hasil analisis *wavelet* (*Mother wavelet 'Morlet'*) data curah hujan harian masing-masing untuk stasiun BMG Sicincin, Padang-panjang dan data MAWS Kototabang di mana urutan periode osilasi yang dihasilkan yakni sekitar 48 harian relatif kuat terjadi di atas stasiun BMG Sicincin diikuti Padang-panjang dan terakhir Kototabang. Urutan penggambaran ini diperoleh dari hasil analisis *peak dominant* yang ada pada gambar *global wavelet spectrum* untuk masing-masing lokasi pengamatan. Hal ini menunjukkan bahwa aktivitas curah hujan yang terjadi pada saat itu, tidak terpengaruh langsung dengan fenomena MJO saat melintasi kawasan Kototabang.

Dari Gambar 3-5, juga terlihat adanya dua garis yang ditarik sejajar untuk ketiga lokasi pengamatan curah hujan di atas. Hal ini menunjukkan bahwa intensitas curah hujan yang terjadi di atas ketiga lokasi tersebut, hampir sama (dapat dilihat dari hasil analisis *global wavelet spectrumnya*) di mana hal itu terjadi sekitar hari ke-80 hingga hari ke-90 yakni sekitar akhir November 2001. Sekali lagi hal ini menunjukkan adanya konsistensi dengan hasil kajian Indriati, T. (2005). Analisis *wavelet* juga dilakukan terhadap data EAR dan BLR masing-masing untuk kecepatan angin zonal, meridional dan vertikal. Secara umum dapat disampaikan bahwa ketiga parameter di atas, ternyata juga menunjukkan konsistensi yang sama, yakni dengan osilasi sekitar 48 harian, namun hasil tersebut tidak kami tampilkan disini.

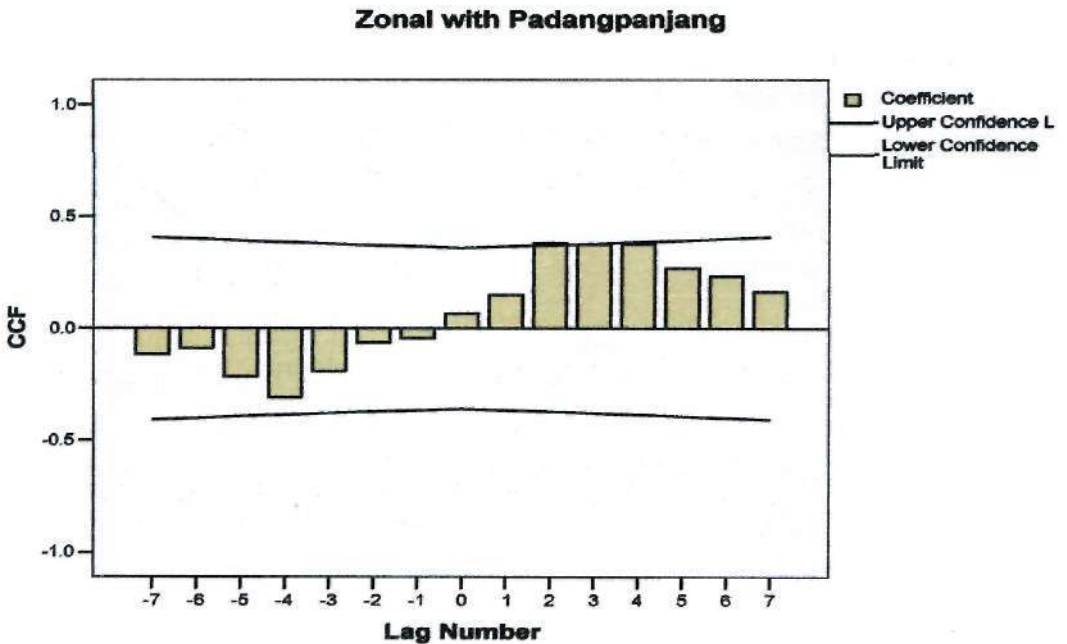
3.3 Analisis Korelasi Silang Antara Data Angin Zonal BAR Dengan Curah Hujan

Untuk mendapatkan analisis yang lebih tajam lagi, maka dilakukanlah analisis korelasi silang [*cross-correlation*] antara data angin zonal EAR dengan data curah hujan harian, khususnya untuk data stasiun BMG Padang-panjang pada ketinggian 8 km mulai dari tanggal 21 November - 21 Desember 2001 seperti terlihat pada Tabel 3-1 dan Gambar 3-6.

Berdasarkan banyaknya data yang digunakan terhitung sejak 21 November hingga 21 Desember 2001 ($n=31$), maka nilai selang kepercayaannya adalah $2/(n^{0.5})$ yakni sebesar -0.36 hingga 0.36. Dapat dilihat adanya nilai korelasi silang antara angin zonal EAR dengan curah hujan harian Padang-panjang yaitu selisih waktu (*lag-time*) 2 hingga 4 (Tabel 3-1) dengan nilai korelasi silang terbesar 0.380 ada pada selisih waktu +2. Artinya terjadi korelasi positif antara angin zonal dengan curah hujan. Hal ini sesuai pula dengan Gambar 3-3 dan 3-4 yang menunjukkan bahwa pada saat angin zonal bergerak ke arah timur (dengan asumsi membawa banyak kandungan uap air yang siap diturunkan sebagai hujan), maka curah hujan yang ada di kawasan timur SPD LAPAN Kototabang mengalami kenaikan hingga mencapai 180 mm sekitar tanggal 11-12 Desember 2001.

Tabel 3-1: NILAI KORELASI SILANG ANTARA DATA ANGIN ZONAL EAR DENGAN CURAH HUJAN PADANG-PANJANG PADA KETINGGIAN 8 KM

Selisih waktu (hari)	Korelasi silang	Standard error
-7	-0.115	0.204
-6	-0.088	0.200
-5	-0.214	0.196
-4	-0.309	0.192
-3	-0.192	0.189
-2	-0.064	0.186
-1	-0.044	0.183
0	-0.066	0.180
+1	0.150	0.183
+2	0.380	0.186
+3	0.374	0.189
+4	0.376	0.192
+5	0.269	0.196
+6	0.232	0.200
+7	0.163	0.204



Gambar 3-6: Grafik korelasi silang antara angin zonal EAR dengan data curah hujan permukaan stasiun BMG Padang-panjang pada lapisan 8 km

4 KESIMPULAN

- Ditemukannya indikasi awal fenomena MJO yang melintasi Kototabang dan sekitarnya hasil analisis data angin zonal-vertikal EAR periode September-Desember 2001, di mana terlihat pergerakan angin dorainan ke arah timur pada lapisan bawah dan pergerakan angin ke arah barat pada lapisan atas. Hasil dari analisis data BLR pun menunjukkan hal yang sama sesuai dengan teori skema perpotongan MJO di daerah ekuator.
- Dari gambar kontur anomali angin zonal EAR, pada saat yang bersamaan menunjukkan adanya propagasi (penjalaran) arah dan kecepatan angin, terlihat bahwa fenomena MJO itu melewati Kototabang sekitar pertengahan November hingga pertengahan Desember 2001 (sesuai dengan hasil kajian Indriaty, T. (2005).
- Dengan teknik analisis *wavelet* terhadap data curah hujan harian pada waktu yang sama, ditemukan pula osilasi yang sama dengan fenomena MJO di wilayah Kototabang, Sicincin, dan Padangpanjang sekitar 48 harian. Hal ini pun sesuai dengan kajian Matthews (2000).
- Walaupun hasil analisis di atas menunjukkan adanya osilasi sekitar 48 harian, tetapi ketika dilakukan korelasi silang (*cross-correlation*) antara data angin zonal dengan data curah hujan, hasilnya menunjukkan nilai korelasi yang relatif kecil, yakni sekitar 0.38 dengan *lag-time* +2. Hal ini dimungkinkan mengingat pergerakan MJO dari arah barat ke timur dari Samudera Hindia tidaklah sejajar sempurna mengikuti garis ekuator, melainkan sedikit berubah ke arah tenggara yang diindikasikan dengan adanya propagasi (penjalaran) anomali angin zonal.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih kami ucapkan kepada Drs. Zadrach L. Dupe atas segala kritik, tanggapan dan saran dalam pembuatan paper ini. Juga kepada team CPEA Jepang yang dimotori oleh Prof. Shoichiro Fukao dan Prof. Toshiaki Kozu masing-masing dari Universitas Kyoto dan Shimane, Jepang. Penelitian ini merupakan bagian dari hasil kegiatan penelitian Pusat Pemanfaatan Sains Atmosfer dan Iklim LAPAN-Bandung di bawah koordinasi Proyek Pengembangan IPTEK (P8).

DAFTAR RUJUKAN

- Global Precipitation Climatology Project (GPCP), <http://cics.umd.edu/~yin/GPCP/main.html>.
- Indriaty, Toriqa, 2005. *Analisa Aktivitas Skala Meso Di daerah Kototabang dan KaiUmnya dengan MJO berdasarkan data EAR*. Tugas akhir program studi Meteorologi. Departemen GM-ITB.
- Matthews A. J., 2000. *Propagation Mechanisms for the Madden-JuHan Oscillation*. Quart J. Roy. Meteor. Soc., 126, 2637-2652.
- Torrence and Compo, 1998. *A Practical Guide to Wavelet Analysis*. Bulletin of American Meteorological Society.