

PENGAMATAN OSILASI MADDEN JULIAN DENGAN RADAR ATMOSFER EQUATOR (EAR) DI BUKITTINGGI SUMATERA BARAT

Sebuah Studi Pendahuluan

Tri Handoko Seto¹

Intisari

Variasi intra musim, yang merupakan salah satu variasi yang dominan di wilayah tropis, telah dipelajari menggunakan radar atmosfer ekuator yang terpasang di Bukittinggi Sumatera Barat, Indonesia. Dari data satelit yang diperoleh dari GMS IR yang dirata-ratakan untuk wilayah 5°LS – 5°LU selama bulan April hingga Juni 2002, penjalaran super cluster ke arah timur dengan osilasi 40-50 hari (seperti yang diusulkan oleh Madden dan Julian, 1971) teramati dengan jelas. Dari pengamatan radar secara kontinyu telah diidentifikasi pola hubungan yang baik antara variasi intra musim yang berupa aktivitas pertumbuhan awan dengan angin zonal yang teramati oleh radar, yang keduanya memiliki osilasi 40-50 hari. Ketika super cluster berada di sebelah barat dan sekitar posisi radar maka angin zonal terutama pada ketinggian 2– 8 km ditandai dengan baratan lemah atau timuran. Sebaliknya pada saat super cluster sudah bergerak menjauh di sebelah timur posisi radar maka angin zonal terutama pada ketinggian 2 – 8 km ditandai dengan baratan kuat

Abstract

Intraseasonal variations (ISV), which is one of the most dominant variations in the tropics, have been studied using the Equatorial Atmosphere Radar (EAR) in West Sumatera, Indonesia. From black body temperature (TBB) obtained from GMS IR data averaged over 5S-5N during April-June 2002, eastward propagation super cloud cluster having 40-50 day oscillation (as proposed by Madden and Julian, 1971) clearly appeared on that period. From continuous observations of the EAR installed in Bukittinggi West Sumatera, we identified a good agreement between TBB and zonal winds that have also 40-50 day oscillation. Namely, when enhanced convection exists in the west side of the EAR site, easterly or weak westerly winds are observed with the EAR. Conversely, when enhanced convection exists in the east side of EAR site, westerly winds are observed

Kata kunci: Osilasi Madden Julian, radar atmosfer ekuator (EAR), citra satelit, angin zonal.

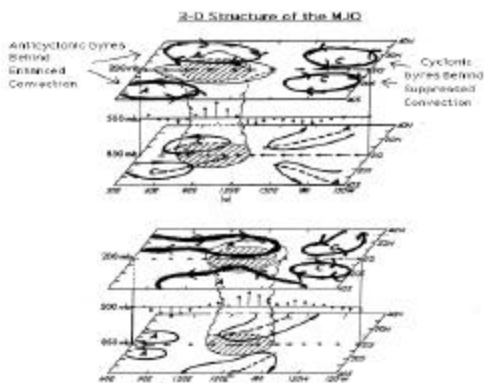
PENDAHULUAN

Di daerah tropis, iklim dan cuaca tidak mudah diprediksi sebagaimana halnya daerah lintang tengah. Ini disebabkan di lintang tengah variable-variabel cuaca (awan, presipitasi, angin, temperatur, dan tekanan) dibangkitkan secara besar-besaran oleh gelombang Rossby troposfer atas, yang berinteraksi dengan cuaca permukaan dalam suatu proses yang disebut dengan kelabilan baroklinik. Sementara di daerah tropis tidak ada gelombang atau kelabilan yang dominan sehingga cuaca dan iklim sangat sulit diprediksi (Geerts and Wheeler, 1998).

Pada tahun 1971 Roland Madden dan Paul Julian menemukan adanya osilasi 40-50 hari ketika sedang menganalisa anomaly angin zonal di pasifik tropis (Madden and Julian, 1971). Mereka menggunakan data tekanan yang tercatat di Canton (2.8 S di Pasifik) dan angin level atas di Singapura. Osilasi ini kemudian dikenal dengan osilasi Madden Julian (MJO, Madden Julian Oscillation).

MJO berperan penting sebagai variasi intra musim (ISV, intraseasonal variations) yang berpengaruh terhadap variasi cuaca di daerah tropis. Meskipun pada awalnya kurang diminati, penelitian tentang MJO semakin berkembang sejak adanya peristiwa Elnino tahun 1982-83, karena ada dugaan bahwa ada hubungan antara MJO dengan Elnino (Workshop Report, 2002). Nakazawa (1988) mengidentifikasi adanya

¹ Peneliti di UPT Hujan Buatan, BPP Teknologi. Email: thseto@yahoo.com



Gb. 1. Karakteristik struktur MJO dalam 3 dimensi yang diusulkan Rui and wang (1990)

penjalaran super cluster ke arah timur dengan kecepatan 10-15 m/s sedangkan clouds cluster bergerak ke arah barat dengan waktu hidup (life time) 1-2 hari. Rui and Wang (1990) bahkan telah mengusulkan karakteristik struktur MJO dalam 3 dimensi sebagaimana terlihat pada Gambar 1.

Yang menjadi pertanyaan sekarang adalah sejauh mana pengaruh MJO terhadap iklim dan cuaca di Indonesia. Bahkan pertanyaan lebih jauh adalah bagaimana MJO bisa berperan dalam mempertajam prakiraan iklim di Indonesia. Penelitian ini merupakan langkah awal yang dilakukan untuk berusaha menjawab pertanyaan itu. Dikatakan langkah awal karena memang penelitian ini akan terus dilakukan hingga mendapatkan hasil yang memuaskan. Penelitian ini dilakukan dengan memanfaatkan radar atmosfer equator (EAR: Equatorial Atmosphere Radar) yang terpasang di Bukittinggi dan beroperasi secara kontinyu sejak bulan Juli 2001. Radar ini mampu mengukur fenomena atmosfer di semua wilayah tropisfer dan stratosfer bagian bawah (2-20 km). EAR mempunyai resolusi ketinggian 150 m dan waktu 90 detik.

1. DATA DAN PENGOLAHAN

Pada penelitian ini digunakan data GMS IR dengan jangkauan bujur dari 70° E sampai dengan 160° E dan jangkauan lintang yang sangat memadai untuk wilayah tropis, tetapi untuk keperluan penelitian ini hanya diambil untuk wilayah lintang 5° S sampai dengan 5° N. Data GMS IR ini dirata-ratakan dari 5° S sampai dengan 5° N selama bulan April sampai dengan Juni 2002 untuk melihat adanya peristiwa MJO. Data GMS IR ini berupa temperatur radiasi benda hitam (TBB) yang dipancarkan oleh puncak awan, dalam Kelvin. Data TBB yang ditampilkan bernilai 270 K (puncak awan sekitar 5 km) hingga lebih dari 230 K (puncak awan lebih dari 15 km). Hasil olahan data ini berupa penampang waktu (sumbu x) dan

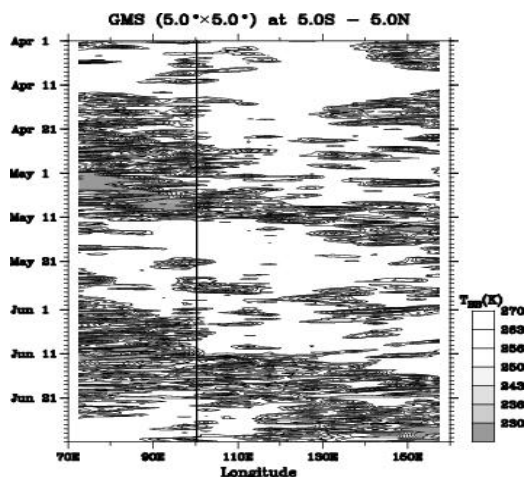
bujur (sumbu y) sebagaimana terlihat pada Gambar 2. Semakin hitam gambar maka semakin tinggi puncak awan yang berarti juga terjadinya aktivitas konveksi yang semakin kuat.

Untuk keperluan analisis pola angin zonal, digunakan data radar atmosfer equator (EAR). Untuk keperluan penelitian ini digunakan data angin zonal dari ketinggian 2 km sampai dengan 12 km. Hasil olahan data berupa penampang ketinggian (sumbu x) dan waktu (sumbu y) sebagaimana terlihat pada gambar 3. Warna gelap menunjukkan angin baratan sedangkan warna terang adalah angin timuran.

2. HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambar 2 adalah penampang waktu-bujur dari TBB rata-rata antara 5° LS – 5° LU selama 1 April – 30 Juni meliputi 70° BT – 160° BT. Garis vertical menunjukkan posisi radar di Bukittinggi. Untuk pewarnaan gambar dipilih skala abu-abu dengan semakin hitam warna maka semakin tinggi puncak awan dan gambar putih menunjukkan tidak adanya puncak awan yang melebihi 270° K. Dari gambar tersebut tampak bahwa ada pergerakan super cluster dari sebelah barat radar ke arah timur dengan periode sekitar 45 hari, yang merupakan ciri khas osilasi Madden Julian. Nampak pula bahwa super cluster bertahan cukup lama dan sangat aktif di sebelah barat radar dan menjadi sedikit berkurang saat melintasi area radar. Ini juga diamati oleh Murata et. al. (2002) yang menyimpulkan bahwa awan-awan tumbuh sangat aktif di laut India dan mengalami *break off* saat melewati pegunungan Sumatera.

Juga sudah menjadi ciri khas osilasi Madden Julian bahwa pergerakan super cluster dimulai



Gb. 2. Penampang waktu-bujur dari TBB rata-rata antara 5° LS – 5° LU selama 1 April – 30 Juni meliputi 70° BT – 160° BT. Garis vertical adalah posisi radar. Semakin hitam semakin tinggi puncak awan.

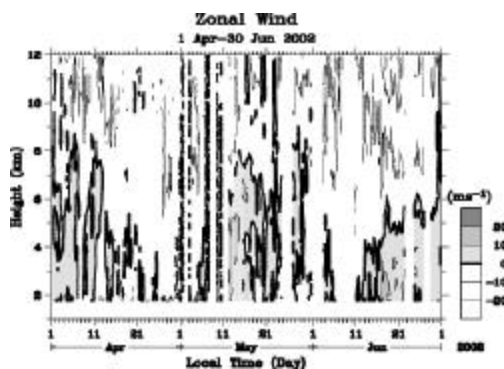
dengan pertumbuhan awan-awan yang sangat aktif di laut India dan sebagaimana gelombang equator yang lainnya MJO juga mengalami "break off" saat memasuki wilayah benua. Berbeda dengan saat berada di atas perairan maka ketika memasuki wilayah benua kondisi meteorologi sangat dipengaruhi oleh factor-faktor lokal. Faktor lokal ini menjadi terasa lebih kuat untuk wilayah equator akibat radiasi yang sangat kuat.

Analisis terhadap angin zonal pada kurun waktu yang sama juga menunjukkan adanya pola pengulangan dengan periode sekitar 45 hari, seperti terlihat pada gambar 3. Nampak bahwa pada saat super cluster berada di sebelah barat dan sekitar posisi radar maka angin zonal terutama pada ketinggian 2 – 8 km ditandai dengan baratan lemah atau timuran. Sebagai contoh pada tanggal 25 April – 10 Mei pada saat super cluster berada di sekitar posisi radar maka angin zonal juga menunjukkan baratan lemah sampai timuran. Demikian juga pada tanggal 1 – 15 Juni.

Sebaliknya pada saat super cluster sudah bergerak menjauh di sebelah timur posisi radar maka angin zonal terutama pada ketinggian 2 – 8 km ditandai dengan baratan kuat. Sebagai contoh pada tanggal 1 – 15 April pada saat super cluster berada di sekitar 150° BB maka angin zonal menunjukkan baratan kuat. Demikian juga pada tanggal 11 – 25 Mei angin zonal menunjukkan baratan kuat. Begitu juga pada akhir bulan Juni.

Pergerakan super cluster tentu saja berkaitan dengan pergerakan pusat tekanan rendah yang akan diikuti oleh perubahan pola angin. MJO adalah pergerakan super cluster ke arah timur yang beresilasi dengan periode sekitar 45 hari. Pada saat super cluster berada di sebelah barat radar maka pusat tekanan rendah juga berada pada daerah yang sama. Ini yang mengakibatkan pada saat tersebut ada gerakan menuju tekanan rendah ke arah barat yang ditandai dengan adanya baratan lemah hingga timuran.

Begitu pula dengan situasi ketika super cluster



Gb. 3. Penampang waktu ketinggian dari angin zonal dengan ketinggian 2 - 12 km tanggal 1 April – 31 Juni 2002 di Kototabang Bukittinggi Sumatera

berada di sebelah timur radar. Pusat tekanan rendah yang berada di sebelah timur mengakibatkan udara bergerak ke arah timur dan ditandai dengan adanya baratan yang kuat.

Mengingat tulisan ini adalah hasil dari sebuah studi pendahuluan maka penelitian akan dilanjutkan dengan mencari lebih banyak lagi pola hubungan antara kejadian MJO yang diamati dengan data satelit dengan karakteristik lain yang bisa diamati dengan analisis data radar. Sebagai contoh sedang dilakukan analisis power spectral TBB di wilayah Sumatera untuk mengetahui secara lebih eksak adanya osilasi intra musiman. Penelitian juga akan dilanjutkan dengan karakterisasi penjalaran MJO terutama pada saat melewati wilayah Indonesia dan pengaruhnya terhadap kondisi iklim dan cuaca di Sumatera khususnya dan Indonesia pada umumnya.

3. KESIMPULAN

1. ISV, yang biasanya diamati dengan memanfaatkan data spasial ternyata dapat diamati dengan menggunakan data poin yakni data radar atmosfer equator yang terpasang di Bukittinggi Sumatera Barat dengan diperolehnya hubungan antara kejadian MJO dengan pola angin zonal di titik tersebut.
2. Pada saat super cluster berada di sebelah barat dan sekitar posisi radar maka angin zonal terutama pada ketinggian 2 – 8 km ditandai dengan baratan lemah atau timuran.
3. Sebaliknya pada saat super cluster sudah bergerak menjauh di sebelah timur posisi radar maka angin zonal terutama pada ketinggian 2 – 8 km ditandai dengan baratan kuat.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada semua jajaran di The Center for Radio Atmosphere and Space (RASC) Kyoto University Japan. Prof. Dr. Shoichiro Fukao sebagai Direktur RASC sekaligus professor di Laboratorium Fukao, Prof. Dr. Hiroyuki Hashiguchi sebagai Associate professor, dan Masayuki Yamamoto sebagai Tutor saya. Terima kasih juga kepada Masayuki Oyamatsu atas bantuan program-programnya. Terima kasih juga kepada Findy Renggono yang banyak memberikan saran-saran terutama yang berhubungan dengan pemrograman. Juga kepada rekan-rekan RASC lainnya

DAFTAR PUSTAKA

Geerts B. and M. Wheeler, 1998: The Madden Julian Oscillation, <http://www.das.uwoyo.edu/>

- ~geerts/cwx/notes/chap12/mjo.html
- Madden R.A. and P.R. Julian, 1971: Description of a 40-50 day Oscillation in the Zonal Wind in the Tropical Pacific, *J. Atmos.Sci.*, **28**, 702-708
- Murata F., M.D. Yamanaka, M. Fujiwara, S.Y. Ogino, H. Hashiguchi, S. Fukao, M. Kudsy, T. Sribimawati, S.W.B. Harijono, E. Kelana, 2002: Relationship between Wind and Precipitation Observed with a UHF Radar, GPS Rawinsondes and Surface Meteorological Instruments at Kototabang, West Sumatera during September-October 1998, *J. Meteor. Soc.*, **80** 347-360
- Nakazawa T., 1988: Tropical Super Cluster within Intraseasonal Variations over the Western Pacific, *J. Meteor. Soc.*, **66** 823-839
- Rui H. and B. Wang, 1990: Development Characteristics and Dynamics Structure of Tropical Intraseasonal Convection Anomalies, *American Meteor. Soc.*, **47** 357-379
- Workshop Report, 2002: Climatic Effects of the Madden-Julian Oscillation: A Model Intercomparison Project (MJOMIP), <http://orca.rsmas.miami.edu/mjomip/workshop.report.html>

DATA PENULIS

Tri Handoko Seto, lahir di Banyuwangi pada 12 Desember 1971, menyelesaikan sarjana fisika di Jurusan Fisika Fakultas MIPA Universitas Brawijaya Malang Agustus 1995 setelah menempuh studi selama 3 tahun 11 bulan. Bekerja di BPPT mulai Oktober 1996. Saat ini sedang menempuh pendidikan S2 di Radio Science Center for Space and Atmosphere, Kyoto University, Japan.