

ANALISIS DATA BLR DAN EAR DALAM MENGAJI FENOMENAMJO DAN KETERKAITANNYA DENGAN CURAH HUJANDI ATAS KOTOTABANG DAN SEKITARNYA

**Eddy Hermawan, Arief Suryantoro¹⁾, Mega Puspawardhany,
Tri Wahyu Hadi²⁾, Udjianna S. Pasaribu³⁾ dan Findy Renggono⁴⁾**

- 1) Pusat Pemanfaatan Sains Atmosfer dan Iklim LAPAN-Bandung
- 2) Departement Geofisika dan Meteorologi ITB-Bandung
- 3) Departement Matematika ITB-Bandung
- 4) Unit Pelaksana Teknis Hujan Buatan, BPPT, Jakarta

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

EXTENDED ABSTRACT

Iklim 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 (*Rossby wave*) di lapisan troposfer atas dan berinteraksi dengan cuaca / iklim permukaan dalam suatu proses yang disebut instabilitas baroklinik (*baroclinic 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. 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. Berbasis pada hasil analisis rangkaian data berikut 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. Juga 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. Juga data curah hujan harian yang didapat dari stasiun BMG Sicincin dan BMG Padang-panjang dengan periode pengamatan yang sama, yakni September hingga Desember 2001. Dan 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 web-side dengan alamat <http://cics.umd.edu/~yin/GPCP/main.html>.

Dan dengan mengadakan 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 Excell*. Sedangkan untuk menghitung korelasi silang (*Cross*

Correlation Function = CCF) antara data angin zonal EAR dengan data curah hujan permukaan digunakanlah software SPSS versi 13.

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.

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 indriati, 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.

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).

Untuk analisis yang lebih tajam, 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.

Tabel 3.3.1. 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 |

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 (lihat Tabel 3.3.1) 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 3.1.3 dan 3.2.1 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. Dengan demikian, maka dapat disimpulkan bahwa telah ditemukannya indikasi awal fenomena MJO yang melintasi Kototabang dan sekitarnya hasil analisis data angin zonal-vertikal EAR periode September-Desember 2001, dimana terlihat pergerakan angin dominan 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.

Catatan : Makalah tersebut di atas telah dipublikasikan dalam Jurnal Sains Dirgantara, Vol. 4 No. 1 Desember 2006, ISSN 1412-808X, hal : 12-24.

