

## RESPONS CURAH HUJAN TERHADAP FENOMENA *MADDEN JULLIAN OSCILLATION* (MJO) DI PONTIANAK

Diyah Dwi Lestari<sup>a</sup>, Irfana Diah Faryuni<sup>a</sup>, Arie A. Kushadiwijayanto<sup>b\*</sup>

<sup>a</sup>Prodi Geofisika, <sup>b</sup>Prodi Ilmu Kelautan FMIPA Universitas Tanjungpura, Jalan Prof. Dr. Hadari Nawawi, Pontianak, Indonesia

\*Email: arie.antasari.k@fmipa.untan.ac.id

### Abstrak

*Madden Jullian Oscillation* (MJO) merupakan sirkulasi skala besar di ekuator dan berpusat di Samudera Hindia yang bergerak ke Samudera Pasifik. Fenomena ini berpengaruh terhadap cuaca dan iklim secara global. Penelitian ini bertujuan mengetahui respons curah hujan terhadap fenomena MJO di Pontianak. Metode yang digunakan adalah transformasi *wavelet* untuk melihat kekuatan dari curah hujan dan *cross wavelet* untuk melihat korelasi antara curah hujan dan indeks *Real-time Multivariate MJO* (RMM). Data yang digunakan adalah data curah hujan harian dan indeks RMM dari tahun 1985-2017 yang telah difilter menggunakan *bandpass filter* dengan *cut off* 30 dan 60. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa fenomena MJO cukup mempengaruhi curah hujan di Pontianak. Respons curah hujan di Pontianak sebanding dengan fenomena MJO yang terjadi selama sepuluh kejadian dengan rentang waktu 32 tahun.

**Kata Kunci:** Curah hujan, MJO, Pontianak, Transformasi *Wavelet*, dan *Cross Wavelet*

### 1. Pendahuluan

Pontianak merupakan ibu kota Provinsi Kalimantan Barat. Kota Pontianak terletak di garis khatulistiwa karena dilalui oleh garis lintang  $0^{\circ}$  bumi dan berada pada wilayah pesisir barat Pulau Kalimantan. Posisi ini membuat Pontianak menjadi satu di antara daerah yang memiliki intensitas curah hujan yang sangat tinggi [1].

Pengaruh fenomena MJO yang terjadi di Samudra Hindia terhadap curah hujan di Pontianak masih kurang diketahui. Ardianto (2009), menyatakan bahwa MJO merupakan fenomena yang cukup berpengaruh terhadap curah hujan di wilayah Pontianak [1]. Namun, pada kajian tersebut hanya menggunakan analisis secara umum. Penelitian yang dilakukan oleh Evana *et al* (2009), mengkaitkan fenomena MJO dengan curah hujan yang terjadi di beberapa kawasan barat Indonesia. Dipilihnya kawasan barat karena fenomena MJO paling dominan terjadi di Indonesia bagian barat. Hal tersebut berkaitan dengan kejadian banjir pada tahun 1996, 2002, dan 2007 merupakan salah satu bukti nyata bahwa prediksi MJO penting dilakukan untuk dapat mengetahui pola curah hujan di kawasan barat Indonesia [2].

MJO merupakan satu di antara osilasi yang dominan di wilayah ekuator. Fenomena ini berosilasi dengan periode 30-60 hari. Kemunculan MJO dicirikan dengan pertumbuhan kumpulan gugusan awan *Cumulonimbus* (Cb) di atas Samudra Hindia

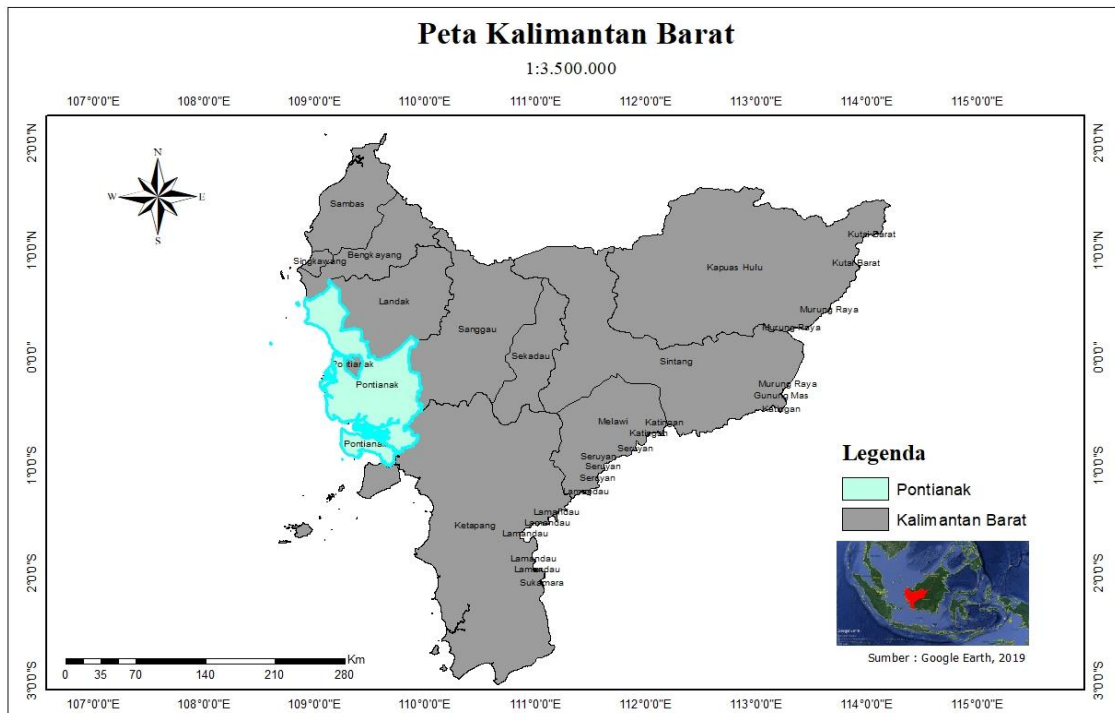
yang bergerak ke arah timur sepanjang ekuator yang memberikan pengaruh pada variabilitas iklim dan cuaca di daerah tropis. Gejala MJO memberikan pengaruh terhadap curah hujan. Ketika MJO dalam fase kuat menyebabkan curah hujan tinggi dan ketika MJO dalam fase lemah menyebabkan curah hujan rendah [3].

Pengaruh letak geografis suatu wilayah dapat menjadi penyebab utama terjadinya perubahan cuaca dalam pola skala luas. Variasi hujan yang terjadi pada suatu wilayah dapat menggambarkan ragam osilasi atmosfer yang terjadi di wilayah tersebut. Satu di antara faktor yang mempengaruhi curah hujan adalah fenomena *Madden Jullian Oscillation* (MJO) [4].

Penelitian ini difokuskan untuk mengkaji respons curah hujan terhadap fenomena MJO di Pontianak dengan menggunakan analisis transformasi *wavelet* dan *cross wavelet*. Hasil penelitian ini diharapkan dapat mengantisipasi dampak dari curah hujan tinggi dan curah hujan rendah yang diakibatkan dari fenomena MJO di Pontianak.

### 2. Metodologi Penelitian

Daerah kajian dalam penelitian ini adalah Pontianak yang ditunjukkan pada Gambar 1. Daerah ini berdekatan dengan Laut Natuna dan Samudra Hindia. Koordinat Pontianak dalam daerah kajian ini terletak di antara  $0,0263^{\circ}$  LS dan  $109,375^{\circ}$  BT.



Gambar 1. Peta Daerah Kajian

Data yang digunakan pada penelitian ini yaitu data harian indeks RMM dan data curah hujan harian tahun 1985-2017. Pengambilan data indeks RMM dilakukan dengan cara mengunduh data dari situs web resmi *Bureau of Meteorology Australian Government (BOM.GOV) Climate MJO*<sup>1</sup>. Sedangkan pengambilan data curah hujan dilakukan dengan cara mengunduh situs web resmi *European Centre for Medium-Range Weather Forecast (ECMWF)*<sup>2</sup>. Data curah hujan yang didapat dari situs web ECMWF merupakan data harian per tiga jam selama 32 tahun yang kemudian ditentukan koordinat penelitiannya menggunakan aplikasi *Ocean Data View (ODV)*. Data curah hujan harian yang telah ditentukan koordinat penelitiannya dirata-ratakan menjadi rata-rata harian.

Pengolahan data indeks RMM dan data curah hujan dibagi menjadi 3 tahap yang ditunjukkan Gambar 2.

1. Penapisan Data (*Filtering*)

Data indeks RMM dan curah hujan diinput kedalam metode *Lanchoz filter*. Metode ini digunakan untuk menapis data indeks RMM dan curah hujan harian agar dapat membuang osilasi sinyal dengan periode dibawah 30 hari dan diatas 60 hari yang masih memiliki kemungkinan mengganggu sinyal dari siklus antar musiman selain MJO [5]. Penapisan ini digunakan untuk menghilangkan sinyal data deret waktu untuk frekuensi rendah di atas 30-60 hari, yaitu dengan *frequency cut (fc)* 60 dan 30.

2. Transformasi *wavelet*

Metode ini merupakan sebuah metode *signal processing* yang menginterpretasikan data *time-series* sebagai sinyal dan mengubah data *time-series* (satu dimensi) menjadi dua dimensi agar lebih mudah dianalisis [6]. Data yang diinput dalam metode ini adalah data curah hujan harian yang telah ditapis. Metode ini digunakan untuk melihat kekuatan dari data curah hujan selama 32 tahun. Untuk menentukan nilai dari transformasi *wavelet* menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$W_n(s) = \sum_{k=0}^{N-1} x_k \psi(s\omega_k) e^{i\omega_k n \delta t} \tag{1}$$

dengan  $\omega_k = \pm(2\pi k / N\delta t)$  merupakan frekuensi angular,  $\delta t$  merupakan interval waktu dan  $k$  merupakan indeks frekuensi, dengan  $\delta t = 1/12$  selama 32 tahun. Jenis induk *Wavelet Morlet* ( $\omega_0=6$ ). Pada transformasi *wavelet* dikenal juga istilah faktor turunan empiris yang disebut *cone of influence (COI)*, spektrum yang berada diluar batasnya adalah error yang terjadi dalam analisis *time-series* terbatas pada awal dan akhir *wavelet-power spectrum*. Untuk Morlet, nilai COI nya adalah  $C_\delta = 0,776$ ,  $\gamma = 2,32$ ,  $\delta_{j_0} = 0,60$  dan  $\psi_{0(0)} = \pi-1/4$ . Dimana faktor rekonstruksi ( $C_\delta$ ), faktor korelasi rata-rata waktu ( $\gamma$ ) dan faktor rata-rata skala ( $\delta_{j_0}$ ).

3. *Cross Wavelet*

Metode ini digunakan untuk melihat korelasi antara RMM terhadap curah hujan selama 32 tahun di Pontianak. Data yang diinput

kedalam metode ini adalah data indeks RMM dan data curah hujan yang telah ditapis.

$$D = \frac{|W_n^X(s)W_n^Y(s)|}{\sigma_X\sigma_Y} < P^{-\frac{Z_v(P)}{v}} \sqrt{P_k^X P_k^Y} \quad (2)$$

$\sigma_X$  = simpangan baku variable x

$\sigma_Y$  = simpangan baku variable y

P = nilai probabilitas

$Z_v$  = selang kepercayaan

$v$  = derajat bebas

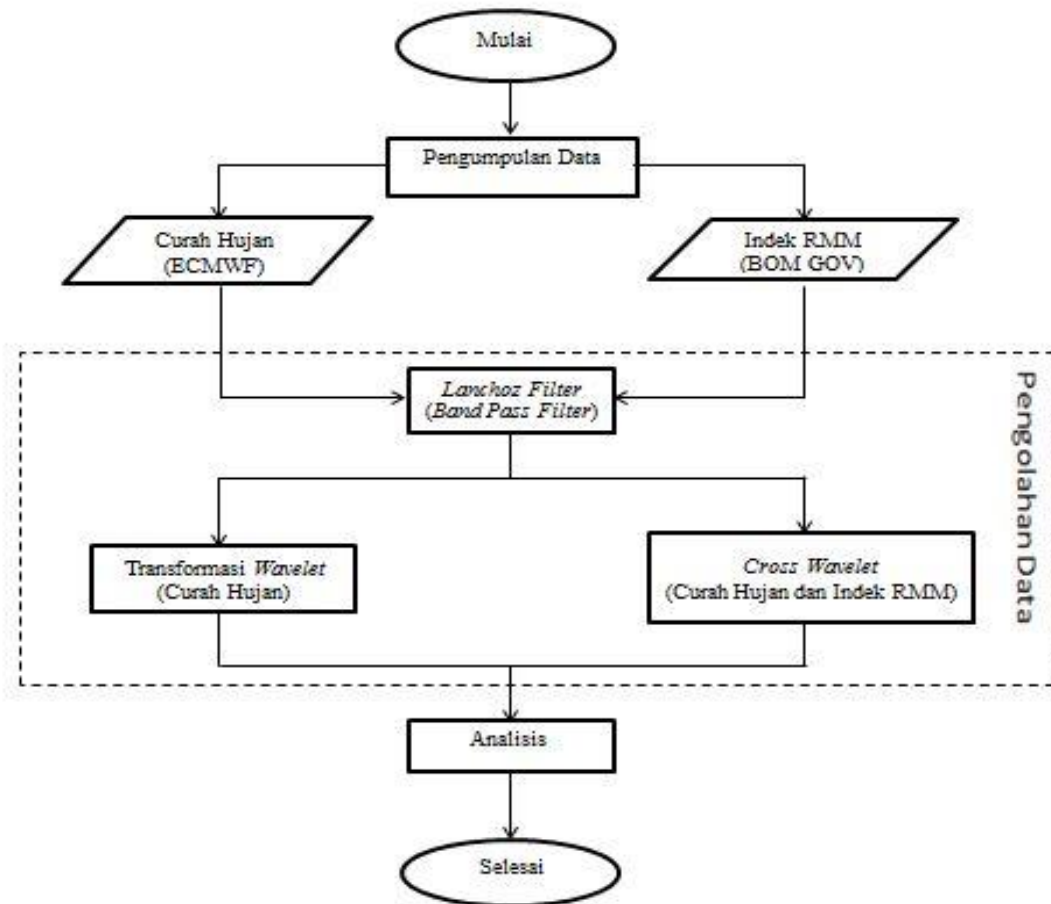
$W_n^X(s)$  = transformasi *wavelet* variable x

$W_n^Y(s)$  = transformasi *wavelet* variable y'

$P_k^X$  = *power spektral* variable x

$P_k^Y$  = *power spektral* variable y

Hasil output dari transformasi *wavelet* dan *cross wavelet* kemudian dianalisis.



Gambar 2. Alir Penelitian

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1. Indeks RMM

Berdasarkan nilai indeks RMM, jika nilainya  $\geq 1$ , maka hal tersebut didefinisikan sebagai MJO kuat yang menyebabkan curah hujan tinggi dan menyebabkan curah hujan rendah jika nilai indeks RMM  $\leq 1$  [7]. Gambar dari nilai indeks RMM dapat dilihat pada Lampiran 1, dimana garis merah, biru, dan hijau menunjukkan bulan berbeda. Titik yang berpotensi terjadi MJO ditunjukkan oleh titik yang berada di luar lingkaran. Sedangkan MJO melemah apabila titik berada di dalam lingkaran. Pada Lampiran 1,

area benua maritim indonesia yang dilewati fenomena MJO meliputi fase 4 dan 5.

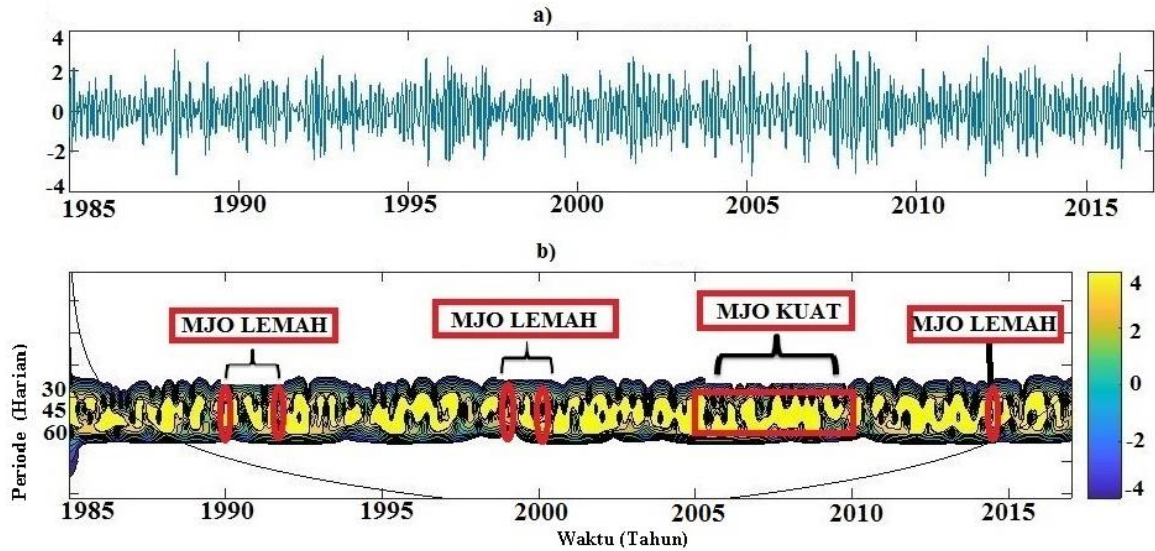
#### 3.2. Respons Curah Hujan terhadap Fenomena MJO di Pontianak

Transformasi wavelet pada hasil Gambar 4 berfungsi untuk mengetahui kekuatan dari curah hujan selama 32 tahun. Kekuatan curah hujan dalam penelitian ini diklasifikasikan menjadi dua kondisi ekstrim, yaitu curah hujan tinggi dan curah hujan rendah. Sedangkan hasil dari *cross wavelet* untuk melihat korelasi yang terbentuk antara fenomena MJO terhadap curah hujan selama 32 tahun. Sumbu x menunjukkan

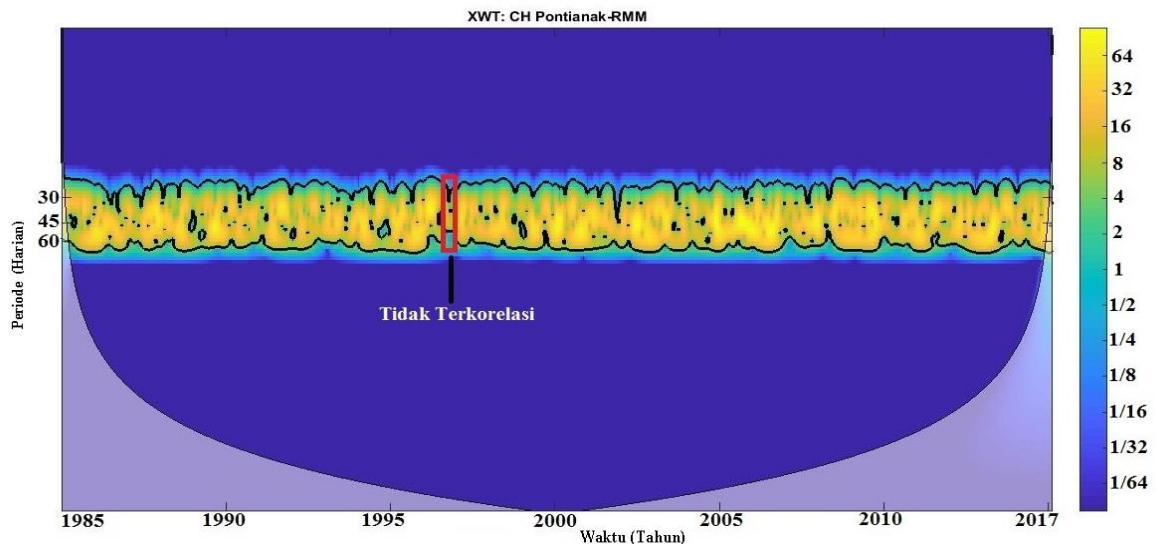
waktu dan sumbu  $y$  menunjukkan periode (bulan).

Titik fokus yang dikaji dalam penelitian ini adalah ketika kekuatan curah hujan dan fenomena MJO berada pada titik ekstrim. Titik ekstrim curah hujan tinggi yang diakibatkan fenomena MJO diberi tanda kotak merah pada

Gambar 4. Sedangkan, titik ekstrim curah hujan rendah yang diakibatkan fenomena MJO diberi tanda lingkaran pada Gambar 4. Kotak merah padan Gambar 5 menunjukkan tidak adanya korelasi antara fenomena MJO dengan curah hujan di Pontianak.



Gambar 4. Transformasi *Wavelet* Curah Hujan di Pontianak. a) Data deret waktu curah hujan yang telah dinormalisasi. b) Kekuatan curah huajan yang telah dipecah menjadi beberapa periode. Kotak merah menunjukan curah hujan tinggi bertepatan dengan MJO kuat. Lingkaran merah menunjukan curah hujan rendah bertepatan dengan MJO lemah.



Gambar 5. Hasil *Cross Wavelet* Fenomena MJO terhadap Curah Hujan di Pontianak. Garis kontur hitam menunjukan signifikansi korelasi dengan selang kepercayaan 95%, daerah yang dihilangkan adalah batas cone of influence (COI).

Gambar 4 merupakan data curah hujan di Pontianak selama 32 tahun yang telah ditapis dan dinormalisasi. Gambar 4 (a) merupakan

deret waktu curah hujan selama 32 tahun. Gambar 4 (b) adalah interpretasi data curah hujan dalam domain waktu dan periode

menggunakan *wavelet*. Secara umum, sinyal curah hujan di Pontianak didominasi pada periode 45 hari. Curah hujan sangat tinggi pada Gambar 4 terjadi pada tahun 2005-2010 disertai dengan MJO kuat. MJO dalam fase aktif (kuat) memiliki korelasi terjadinya intensitas curah hujan yang tinggi terhadap wilayah yang dilaluinya. Curah hujan sangat rendah terjadi di tahun 1990, 1993, 1998, 2000, dan 2014 yang bertepatan dengan MJO lemah yang terlihat pada Lampiran. MJO dalam fase tidak aktif (lemah) memiliki korelasi terjadinya intensitas curah hujan yang rendah terhadap wilayah yang dilaluinya.

Berdasarkan hasil di atas umumnya curah hujan di Pontianak sangat terkait dengan MJO. Hal ini dapat dilihat berdasarkan nilai signifikansi di hasil *cross wavelet* hampir sepanjang tahun masuk ke dalam selang kepercayaan yaitu 95% yaitu garis tebal berwarna hitam.

Gambar 5 menunjukkan bahwa curah hujan di Pontianak dominan memiliki korelasi yang kuat dengan fenomena MJO pada periode 30-60 hari, kecuali di tahun 1997. Gottschalck *et al.* (2005) pada hasil penelitiannya menyatakan, pada tahun 1997 merupakan tahun terjadinya *El Niño* kuat dan tidak ada aktivitas MJO. Aktivitas MJO melemah biasanya terkait dengan fase kuat *El Niño* [8].

Berdasarkan analisis yang dilakukan, curah hujan di Pontianak dipengaruhi oleh fenomena MJO selama 10 kejadian. Curah hujan di Pontianak merespon bersamaan dengan fenomena MJO. Dengan hal tersebut wilayah Pontianak merupakan daerah pertama dibagian barat Pulau Kalimantan yang terpengaruh oleh penjarangan MJO karena berdekatan dengan Samudra Hindia. Selain itu, Pontianak merupakan satu di antara kota yang dilalui garis khatulistiwa. Osilasi MJO sangat kuat dampaknya di daerah lintang rendah (dekat garis ekuator). Hal ini menyebabkan fenomena MJO cukup mempengaruhi curah hujan di Pontianak [9].

#### 4. Kesimpulan dan Saran

##### 4.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa fenomena MJO sangat mempengaruhi curah hujan di Pontianak. Respons curah hujan di Pontianak sebanding dengan fenomena MJO yang terjadi selama sepuluh kejadian dengan rentang waktu 32 tahun.

##### 4.2. Saran

Penelitian selanjutnya perlu dilakukan dengan menambahkan beberapa parameter

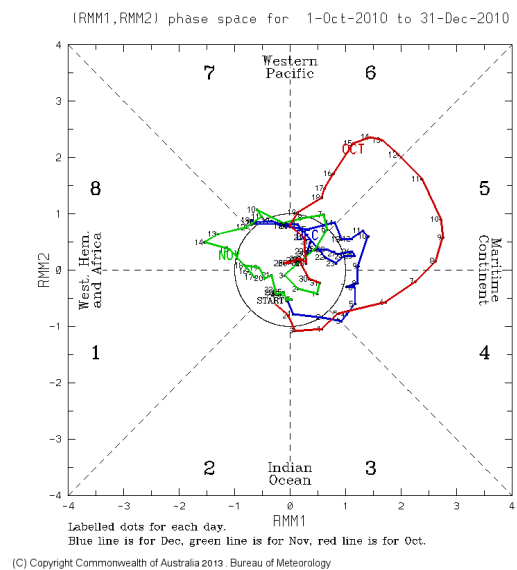
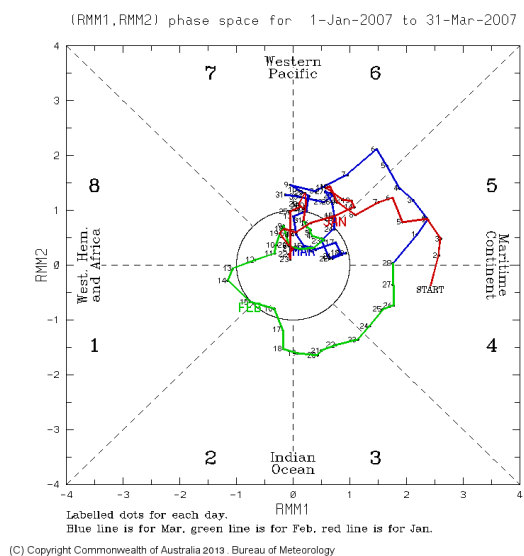
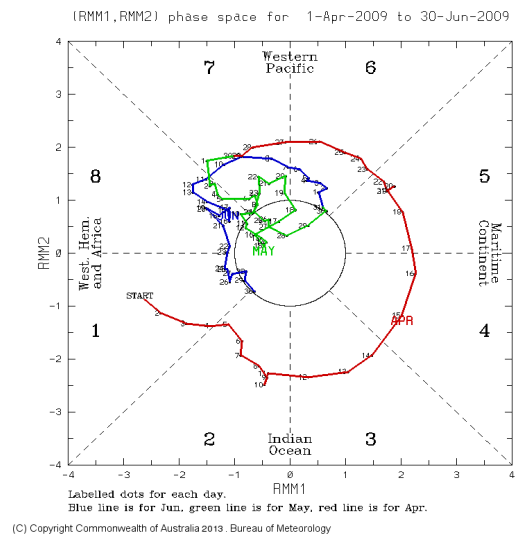
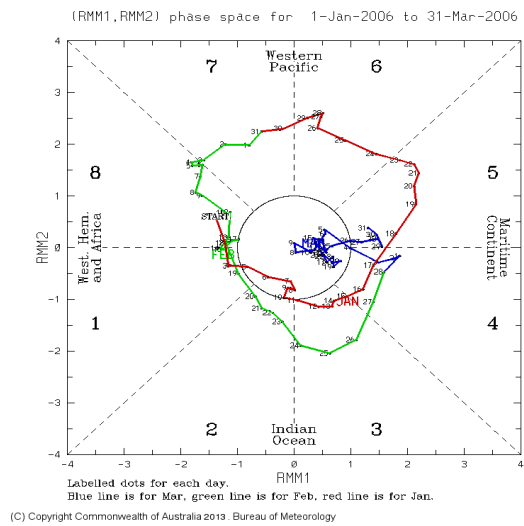
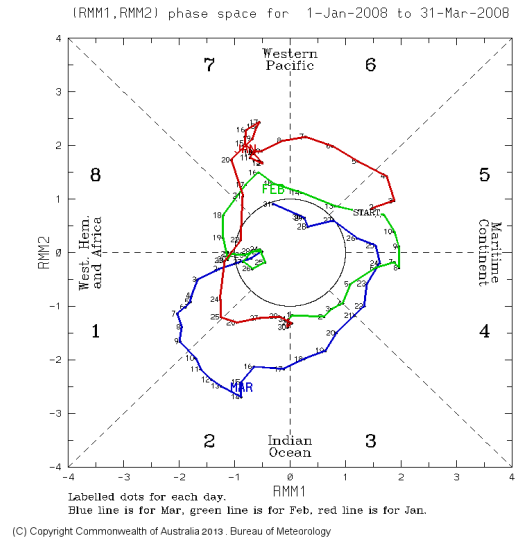
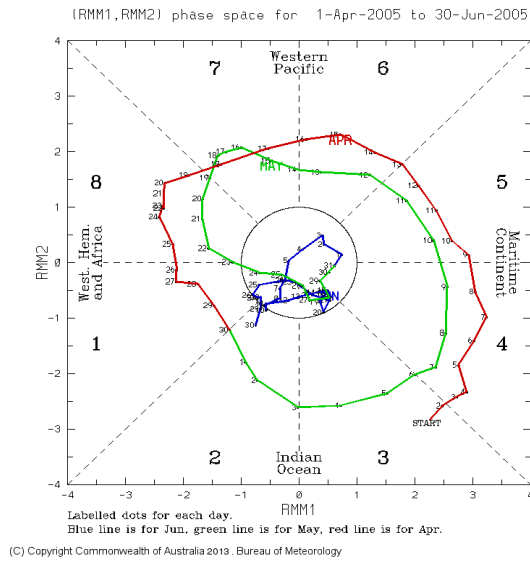
seperti *Outgoing Longwave Radiation* (OLR) dan angin. Selain itu, lokasi kajian yang dilakukan lebih diperluas agar informasi dan pengetahuan yang diperoleh mengenai fenomena MJO lebih luas.

#### Daftar Pustaka

- [1] Ardianto, Randy. 2009. Analisa Dampak Madden Julian Oscillation terhadap Curah Hujan di Pontianak. Jurnal Ilmiah Akademik Meteorologi dan Geofisika, Jurusan Meteorologi Tangerang.
- [2] Evana, L. 2009. *Pengembangan Model Prediksi Madden-Julian Oscillation (MJO) Berbasis Hasil Analisis Data Real Time Multivariate MJO (RMM1 dan RMM2)*. Skripsi FMIPA: Institut Pertanian Bogor.
- [3] Madden, R. A. dan Julian Paul. 1971. Detection of a  $40\pm 50$  day oscillation in the zonal wind in the tropical Pacific. *J Atmos Sci*, 28, 702-708.
- [4] Tjasyono, HK Bayong. 2005. Peran Benua Maritim Indonesia terhadap Cuaca dan Iklim Global. Bandung: Jurnal Fakultas Ilmu Kebumihan Kebumihan dan Mineral Institut Teknologi, Bandung.
- [5] Emery, W.J. and R.E Thomson, 2004. *Data Analysis Methods in Physical Oceanography*, 2d ed, Pages 533-539.
- [6] Kusumastuti, C., 2010. Analisis Pola Hujan Di Jakarta dengan Metode Statistik dan Wavelet. Jurnal Ilmiah Program Studi Teknik Sipil: Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
- [7] Wheeler, M. C., and H.H., Hendon, 2004. An All-Season Real-Time Multivariate MJO Index: Development of an Index for Monitoring and Prediction. *Monthly Weather Review (American Meteorological Society)* vol 132: 1917-1932
- [8] Gottschalck, J., V. Kousky, W. Higgins, dan M. L'Heureux. 2005. "Summary of Madden-Julian Oscillation Impact". USA: *Climate Prediction Center*.
- [9] Seto T. H., 2004. Pengaruh Osilasi Madden-Julian terhadap Variabilitas Curah Hujan Tropis. Jurnal Sains dan Teknologi Modifikasi Cuaca I (V), 55-58.

LAMPIRAN 1

A. Fase MJO Kuat Tahun 2005-2010



**B. Fase MJO Lemah Tahun 1990, 1993, 1998, 2000, dan 2014**

