

ANALISIS DINAMIKA ATMOSFER DAN LAUTAN BULAN JANUARI - FEBRUARI 2016 DI PADANG

Afni Nelvi dan Wahyu Srigutomo

Laboratorium Fisika Bumi dan Sistem Kompleks
Departemen Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Institut Teknologi Bandung
Pos-el : afnelvi@gmail.com
wahyu@fi.itb.ac.id

Abstract

The analysis of the dynamics interaction of the atmosphere and ocean has been conducted in January-February 2016 in Padang consist of the phenomenon of Madden Julian Oscillation (MJO), Monsoon, El-Nino and Indian Ocean Dipole (IOD). The method used is descriptive analysis through graphs and images. The information obtained that in January-February lasted west monsoon due to the pressure difference between the Northern Hemisphere and Southern Hemisphere. Then the average condition of the sea surface temperature waters around Indonesia ranges from 28 °C - 32 °C potentially provide more water vapor. Furthermore, the movement of the MJO entering the Indonesian maritime continent occurred in late January to mid-February which also contributed to the amount of rainfall in Padang. In addition at the end of January, IOD is at a value 0.54 °C, while -0.37 °C in February. Based on these values, the IOD for that month added the growth opportunities of convective clouds in western Indonesia. Strong El-Nino occurred in January (Nino 3.4 SST anomaly at 2.08 °C) and moderate El-Nino occurred in February (1.79 °C).

Keywords : *dynamics interaction of the atmosphere and ocean, descriptive analysis, rainfall*

Abstrak

Telah dilakukan analisis interaksi dinamika atmosfer dan lautan bulan Januari-Februari 2016 di Padang mencakup fenomena *Madden Julian Oscillation* (MJO), Monsun, El-Nino dan *Indian Ocean Dipole* (IOD). Metode yang digunakan adalah analisis deskriptif melalui grafik dan gambar sehingga diperoleh informasi bahwa pada bulan Januari-Februari berlangsung monsun barat akibat perbedaan tekanan antara Belahan Bumi Utara dan Belahan Bumi Selatan. Kemudian kondisi rata-rata suhu permukaan laut perairan sekitar Indonesia berkisar antara 28 °C - 32 °C yang berpotensi menyediakan uap air yang lebih banyak. Selanjutnya, pergerakan MJO memasuki benua maritim Indonesia terjadi di akhir bulan Januari hingga pertengahan Februari yang juga berkontribusi terhadap besarnya curah hujan di Padang. Selain itu IOD pada akhir bulan Januari berada pada nilai -0,54 °C, sedangkan -0,37 °C pada bulan Februari. Berdasarkan nilai tersebut, maka IOD pada bulan tersebut juga menambah peluang tumbuhnya awan-awan konvektif di Indonesia bagian barat. El-Nino kuat terjadi pada bulan Januari (anomali SST Nino 3.4 sebesar 2,08 °C) dan El-Nino moderat di bulan Februari (1,79 °C).

Kata Kunci : *dinamika atmosfer dan lautan, analisis deskriptif, curah hujan*

1. PENDAHULUAN

Posisi wilayah Indonesia yang unik dan kompleks yaitu di antara Samudera Hindia dan Samudera Pasifik serta benua Asia dan benua Australia menjadikan Indonesia memiliki karakteristik cuaca dan iklim tersendiri. Hal ini berkaitan dengan interaksi beberapa macam

sirkulasi yang mempengaruhi pembentukan curah hujan di wilayah Indonesia. Sirkulasi itu meliputi sirkulasi Hadley (sirkulasi meridional), sirkulasi Walker (sirkulasi zonal) dan sirkulasi lokal. Namun pengaruh lokal juga dapat bertindak sebagai penyebab utama terjadinya cuaca. Sirkulasi yang dominanlah yang nantinya memiliki peran utama dalam penentuan kondisi cuaca dan iklim.¹

Sirkulasi Hadley berkaitan dengan monsun (angin musim). Monsun barat umumnya berkaitan erat dengan musim hujan, sedangkan monsun timur berkaitan erat dengan terjadinya musim kemarau di wilayah Indonesia. Sirkulasi Hadley terjadi karena perbedaan sifat thermal antara lintang rendah (ekuatorial) dan lintang tinggi (sub-tropis), yang menggambarkan adanya arus naik disekitar khatulistiwa yang memiliki suhu lebih panas sepanjang tahun daripada lintang tinggi. Sirkulasi barat timur (zonal) lazim disebut sebagai sirkulasi Walker, berkaitan dengan fenomena *El-Niño Southern Oscillation* (ENSO) serta interaksi laut-atmosfer yang menyebabkan pergeseran pusat konveksi kuat di Pasifik Barat yang membentuk awan potensial hujan.² Fenomena El-Niño memberi dampak pada variabilitas iklim regional di wilayah Indonesia, terutama pada variabilitas curah hujan yaitu rendahnya curah hujan di wilayah Indonesia sehingga mengakibatkan kekeringan.³ Fenomena ENSO merupakan periode memanasnya *Sea Surface Temperatures* (SST) di Ekuator Pasifik Timur yang signifikan mempengaruhi iklim secara global. Anomali SST di wilayah tersebut positif artinya SST lebih panas dari rata-rata klimatologisnya. ENSO dapat diketahui dari nilai SST Nino 3.4 dan *Southern Oscillation Index* (SOI). Anomali SST di wilayah Nino 3.4 mencakupi koordinat 120°BB-170°BB dan 5°LS- 5°LU. Proses fisis terjadinya adalah pada saat sirkulasi Hadley aktif di Pasifik, sirkulasi Walker turut aktif yang menyebabkan arus naik lautan (*upwelling*) di Pasifik Timur menjadi aktif.⁴

Monsun barat biasanya lebih lembab dan banyak menimbulkan hujan daripada monsun timur. Perbedaan banyaknya curah hujan yang disebabkan oleh kedua monsun tersebut terjadi karena perbedaan sifat kejenuhan dari kedua massa udara (angin). Pada monsun timur arus udara bergerak di atas laut yang jaraknya pendek, sedangkan pada monsun barat arus udara bergerak di atas laut dengan jarak yang cukup jauh, sehingga massa udara monsun barat lebih banyak mengandung uap air dan menimbulkan banyak hujan dibandingkan monsun timur.⁵

Daerah monsun adalah daerah tempat sirkulasi atmosfer dalam bulan Januari dan Juli. Daerah monsun dibatasi oleh garis lintang 35° LU dan 25° LS dan oleh garis bujur 30° BB dan 170° BT yang memenuhi syarat yaitu arah angin utama pada bulan Januari dan Juli berbeda paling sedikit 120°. Frekuensi rata-rata angin utama dalam bulan Januari dan Juli lebih dari 40% dan kecepatan angin paduan rata-rata dalam bulan Januari dan Juli paling sedikit 3 meter per detik.⁶

Madden Julian Oscillation (MJO) adalah fenomena kejadian alami dalam sistem pasangan atmosfer-laut-bumi, yang berosilasi dengan perioda sekitar 20 hari sampai 90 hari, dimana perioda yang paling sering terjadi adalah sekitar 45 hari.⁷ MJO merupakan model osilasi dominan dari variabilitas daerah tropik.⁸ Fenomena ini pertama kali ditemukan oleh Roland Madden dan Paul Julian ketika menganalisis anomali angin zonal di Pasifik Tropis. Roland Madden dan Paul Julian menggunakan data tekanan selama 10 tahun di Pulau Canton (2,8° LS di Pasifik) dan data angin di lapisan atas Singapura.

Unsur yang dilibatkan dalam menganalisis MJO dapat berupa angin, *Sea Surface Temperature* (SST), perawanan, hujan dan *Outgoing Longwave Radiation* (OLR). MJO dicirikan oleh adanya penjaralan proses konvektif yang dapat dilihat dengan jelas di atas Samudera Hindia hingga Samudera Pasifik. Penjaralan konvektif ini biasanya untuk pertama kali terlihat di atas Samudera Hindia bagian barat, selanjutnya menjalar ke arah timur melintasi Indonesia menuju ke Samudera Pasifik bagian barat dan tengah yang mempunyai suhu yang lebih hangat.⁹

Indian Ocean Dipole Mode (IOD) didefinisikan sebagai perbedaan anomali *Sea Surface Temperature* (SST) antara bagian barat (10°LU-10°LS; 60° BT-80° BT) dan timur (0°-10°LS;

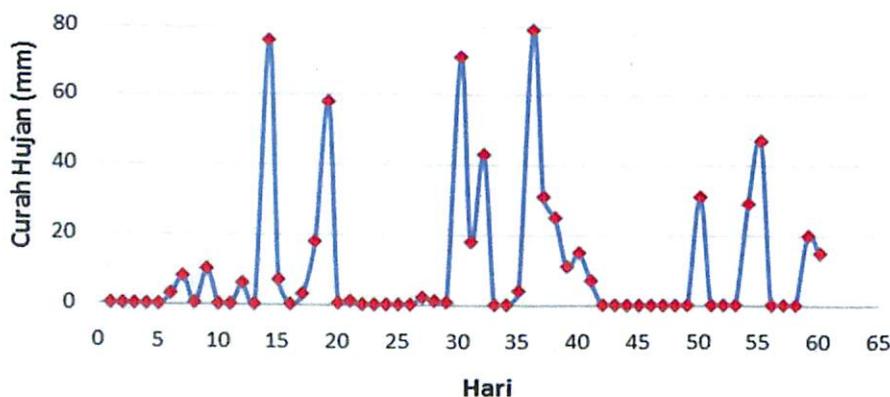
90°BT-110° BT) dari Samudera Hindia.¹⁰ Padang merupakan daerah yang memiliki pola curah hujan ekuatorial dengan distribusi hujan bulanan bimodial dan hampir sepanjang tahun masuk dalam kriteria musim hujan. Masing-masing interaksi dinamika tersebut berpengaruh terhadap besar/kecilnya curah hujan. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan menganalisis dinamika atmosfer dan lautan (MJO, IOD, *El-Nino* dan monsun) yang terjadi pada bulan Januari-Februari 2016 sehingga memberikan gambaran umum serta pemahaman terhadap variasi curah hujan yang dipengaruhi oleh dinamika atmosfer dan lautan yang kompleks.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data curah hujan bulan Januari-Februari 2016 diperoleh dari <http://ogimet.com/synops.phtml.en> yang kemudian diplot menggunakan Microsoft Excel. Selain itu, *Real Time Multivariat* (RMM1 dan RMM2) MJO di unduh melalui situs <http://www.bom.gov.au/climate/mjo/>. Untuk data Nino 3.4 dan IOD diunduh dari www.bom.gov.au/climate/enso/indices.shtml?bookmark=iod. Metode yang digunakan adalah analisis deskriptif yang meliputi gambar dan grafik yang selanjutnya digunakan untuk mengkaji hubungan antara dinamika atmosfer dan lautan terhadap besarnya curah hujan di Padang.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Curah hujan merupakan jumlah air hujan yang turun pada suatu daerah dalam waktu tertentu. Curah hujan diukur dalam satuan milimeter (mm). Grafik curah hujan harian bulan Januari-Februari 2016 seperti yang terlihat pada Gambar 1.

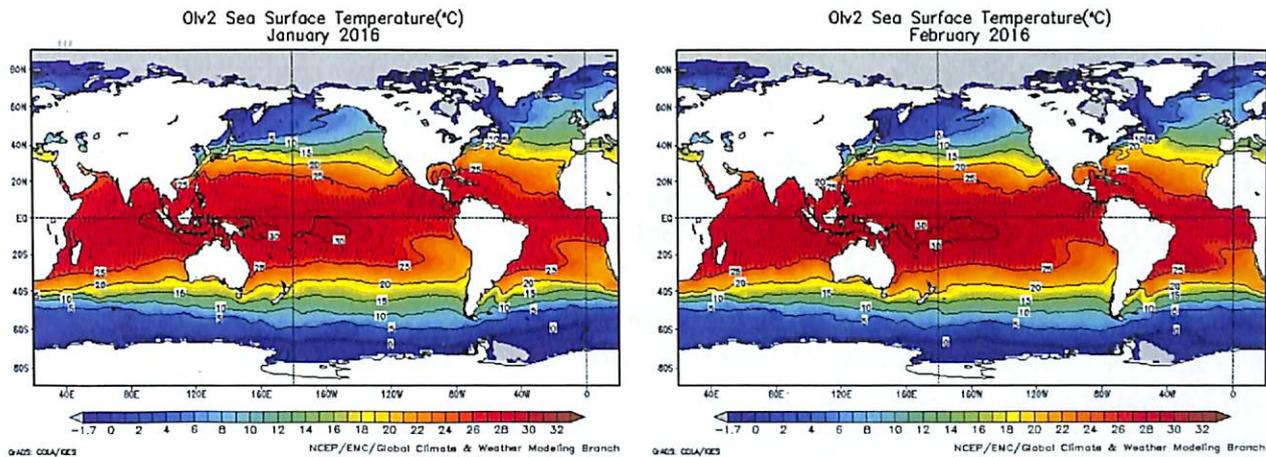


Gambar 1. Grafik curah hujan Januari-Februari 2016

Sumbu x pada grafik menunjukkan hari (1 Januari-29 Februari 2016) dan sumbu y menunjukkan besarnya curah hujan harian dalam satuan mm. Dari grafik di atas terlihat bahwa curah hujan tertinggi sebesar 76 mm pada tanggal 14 Januari dan 79 mm pada tanggal 15 Februari. Secara umum curah hujan pada bulan Januari dan Februari 2016 termasuk kategori ringan sampai lebat. Curah hujan bulan Januari (283,4 mm) berada di bawah normal karena curah hujan normalnya adalah 315,4 mm. Sebaliknya, curah hujan bulan Februari adalah 357 mm yang artinya berada di atas normalnya (280,7 mm).

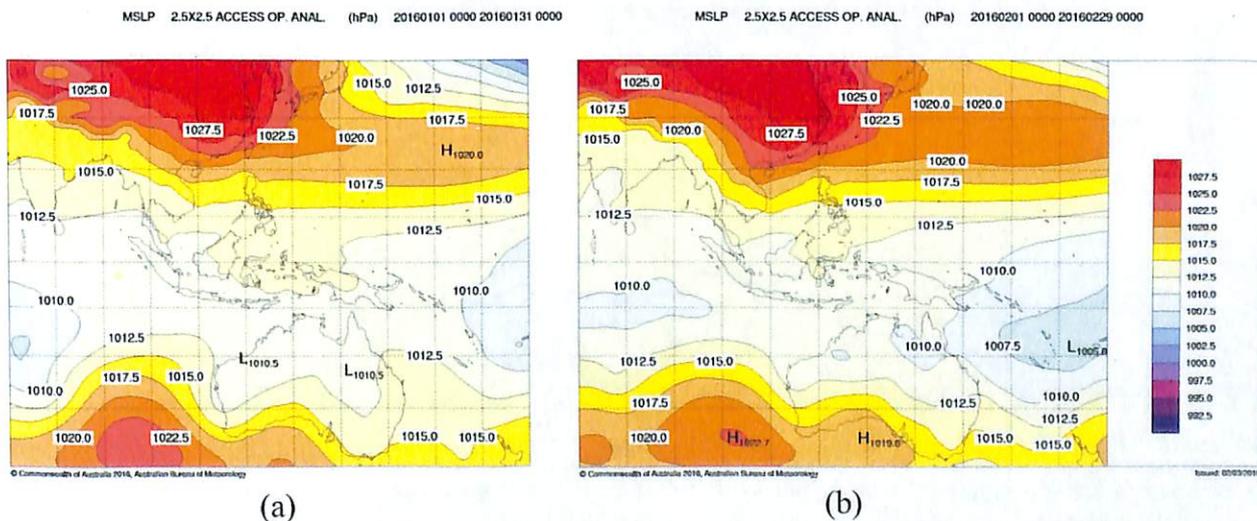
Bulan Januari merupakan bulan maksimum dari musim dingin di BBU. Rata-rata suhu permukaan laut (SPL) di wilayah perairan Indonesia pada bulan Januari-Februari berkisar antara 28 °C - 32 °C seperti terlihat pada Gambar 2. SPL yang tinggi ini mengindikasikan ketersediaan uap

air yang lebih banyak yang dapat meningkatkan kemungkinan pembentukan awan-awan yang menjulang tinggi yang berpotensi menimbulkan hujan.



Gambar 2. Rata-rata suhu muka laut bulan Januari (kiri) dan Februari (kanan) (sumber: <http://www.bom.gov.au>)

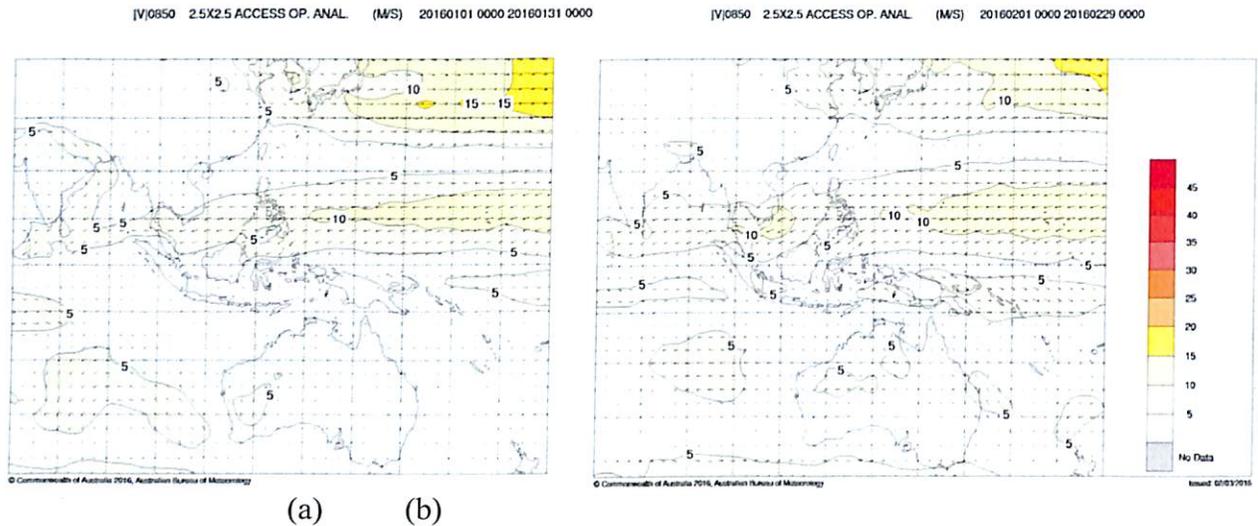
Monsun barat maupun monsun timur terjadi akibat adanya perbedaan tekanan antara Belahan Bumi Utara (BBU) dan Belahan Bumi Selatan (BBS) yang mengakibatkan pergerakan masa udara dari tekanan tinggi ke tekanan rendah. Berdasarkan literatur, monsun barat terjadi pada bulan DJF (Desember-Januari-Februari, dimana terjadi musim dingin di Benua Asia, sedangkan di BBS pada waktu yang sama terjadi musim panas di benua Australia, maka pada periode tersebut masa udara bergerak dari tekanan tinggi ke tekanan rendah. Pada monsun barat menyebabkan banyak menimbulkan hujan. Perbedaan tekanan antara BBU dan BBS pada bulan Januari dan Februari disajikan dalam Gambar 3.



Gambar 3. Rata-rata tekanan udara permukaan laut bulan Januari (a) dan Februari (b) (sumber: <http://www.bom.gov.au>)

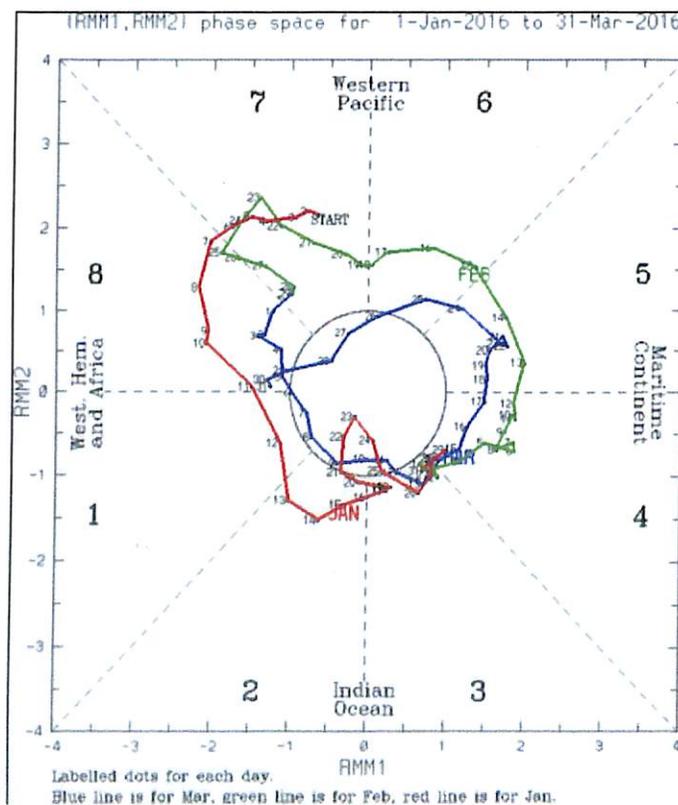
Pada bulan Januari dan Februari, tekanan udara di BBU secara umum lebih tinggi daripada di BBS. Tekanan udara di Padang berkisar antara 1010,0-1012,5 hPa. Dilihat dari rata-rata dan kecepatan angin pada Gambar 4, pada bulan Januari dan Februari angin bertiup dengan kecepatan 5

hingga 10 knot. Arah dan kecepatan angin sangat berpengaruh terhadap pembentukan awan. Kecepatan angin yang cukup ini mendukung dalam proses pembentukan banyak awan.



Gambar 4. Rata-rata arah dan kecepatan angin 850 mb untuk bulan Januari (a) dan Februari (b) (*sumber: <http://www.bom.gov.au>*)

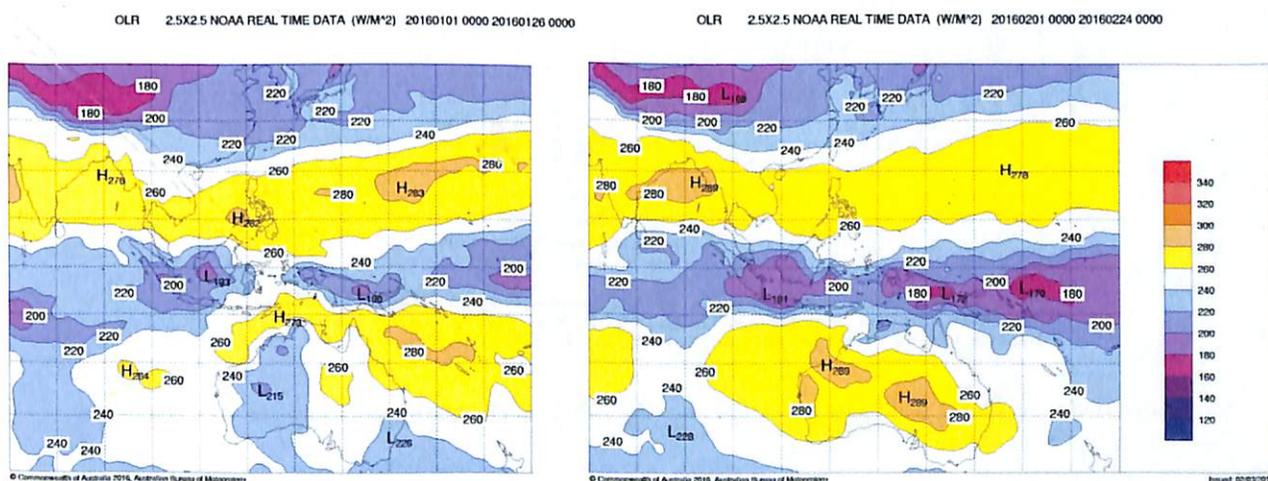
Fenomena interaksi atmosfer dan lautan selanjutnya adalah MJO. MJO terkait langsung dengan pembentukan kolam panas di Samudra Hindia bagian timur dan Samudra Pasifik bagian barat sehingga pergerakan MJO ke arah timur bersama angin baratan (*westerly wind*) sepanjang ekuator selalu diikuti dengan konveksi awan kumulus tebal. MJO aktif pada fase 4 dan 5 di benua maritim.



Gambar 5. Roadmap MJO bulan Januari-Februari (*sumber: <http://www.bom.gov.au>*)

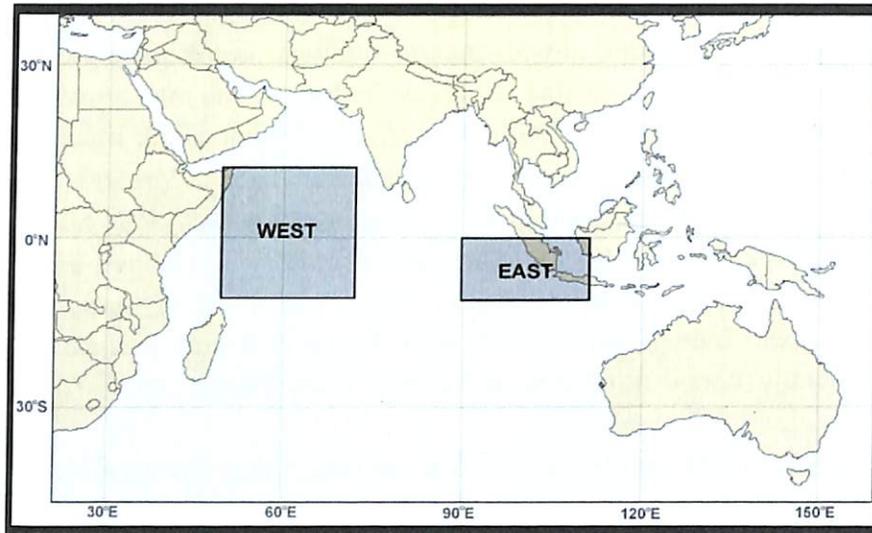
Indeks RMM menghasilkan sinyal secara *realtime* untuk mengetahui perkembangan aktivitas MJO. Dari gambar di atas, terlihat bahwa perbedaan warna menunjukkan penjalaran MJO pada bulan tertentu. Garis merah untuk bulan Januari, garis hijau untuk bulan Februari dan garis biru untuk bulan Maret. Dari diagram diatas dapat dijelaskan bahwa pergerakan MJO sudah mulai memasuki wilayah Indonesia yang ditunjukkan dengan indeks berada pada fase 4 pada tanggal 28 Januari-14 Februari dengan nilai indeks RMM1 dan RMM2 > 1. Dengan nilai indeks ini, MJO semakin menguat yang mengindikasikan adanya suplai uap air yang berpotensi meningkatkan potensi curah hujan. Awal Januari MJO berada pada fase 7 di Pasifik Tengah (160° BT-180° BT) yang selanjutnya menuju daerah konveksi di belahan bumi bagian barat, Afrika dan Samudera Hindia.

OLR merupakan suatu radiasi gelombang panjang yang dipancarkan oleh bumi ke luar angkasa yang terukur dengan satuan Watt/meter². Nilai OLR pada puncak atmosfer bumi adalah fungsi dua hal yaitu awan dan suhu permukaan awan yang mana keduanya berhubungan dengan curah hujan. Nilai OLR akan kecil jika suatu wilayah tertutup awan konvektif. Awan konvektif adalah awan yang terjadi karena kenaikan udara di atas permukaan yang lebih panas. Awan-awan konvektif diantaranya adalah Cumulus Congestus dan Cumulonimbus (Cb). Nilai OLR bulan Januari-Februari disajikan pada Gambar 6. Dari gambar terlihat bahwa di Padang pada bulan tersebut mempunyai nilai ORL yang berkisar antara 200-220 Watt/meter². Nilai ini relatif rendah yang mengindikasikan bahwa semakin banyak tutupan awan konvektif.

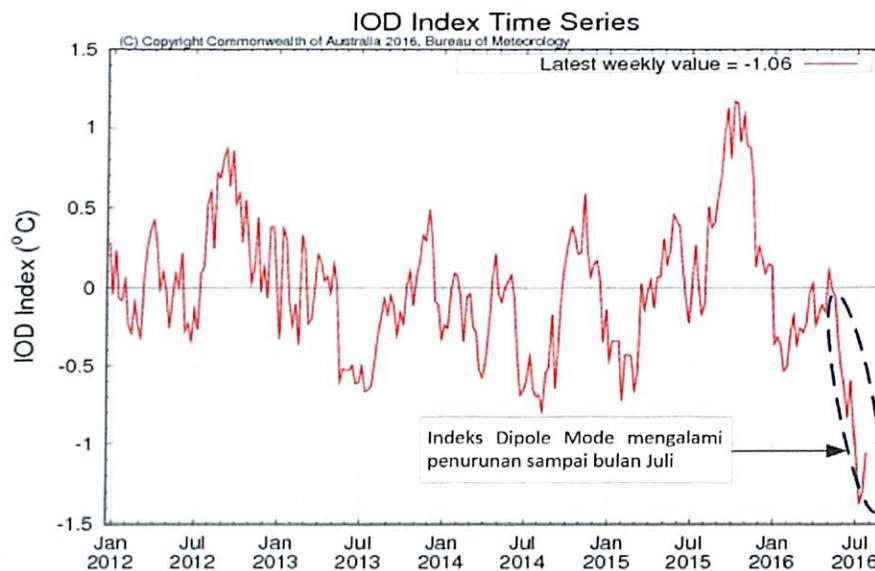


Gambar 6. Rata-rata OLR bulan Januari (kiri) dan Februari (kanan)
(sumber: <http://www.bom.gov.au>)

Selanjutnya, lokasi terjadinya IOD dapat dilihat pada Gambar 7. Pada IOD (+) akan menyebabkan kekeringan di wilayah Indonesia bagian barat sedangkan pada IOD (-) akan terjadi peningkatan curah hujan. Untuk deret waktu indeks IOD dapat dilihat pada Gambar 8. Pada akhir bulan Januari dan Februari berlangsung IOD (-) yang besarnya -0,54°C dan -0,37°C. Berdasarkan nilai tersebut, maka IOD pada bulan tersebut menambah peluang tumbuhnya awan-awan konvektif di Indonesia bagian barat. Selain itu, ternyata IOD secara langsung maupun tidak langsung terkait erat dengan adanya sirkulasi Walker yang terjadi di sepanjang *belt* ekuator akibat adanya perbedaan tekanan antara wilayah bagian timur Samudera Hindia dekat Sumatera bagian barat dengan bagian barat Samudera Hindia dekat Afrika.



Gambar 7. Map IOD (sumber: <http://www.bom.gov.au>)



Gambar 8. Deret waktu indeks IOD (sumber : <http://www.bom.gov.au>)

Dipole Mode masih dalam kisaran normal (Februari), sedangkan IOD lemah pada bulan Januari. Hal ini menandakan bahwa aliran massa uap air dari Afrika akan bergerak menuju Indonesia. Pada saat IOD (-), wilayah barat Sumatera termasuk Sumatera Barat mengalami surplus curah hujan dan wilayah timur Afrika mengalami kekeringan. Hal ini terjadi berdasarkan asumsi bahwa tingginya tekanan di wilayah Afrika bagian timur dan tekanan rendah di bagian barat Indonesia menyebabkan terjadinya pergerakan awan konvektif yang dibentuk di daerah Samudera Hindia dari wilayah Afrika ke wilayah Indonesia sehingga mengakibatkan tingginya curah hujan di wilayah Indonesia khususnya Indonesia bagian barat. Di sini terlihat adanya keterkaitan antara fenomena IOD dengan perilaku curah hujan di wilayah Indonesia bagian barat.

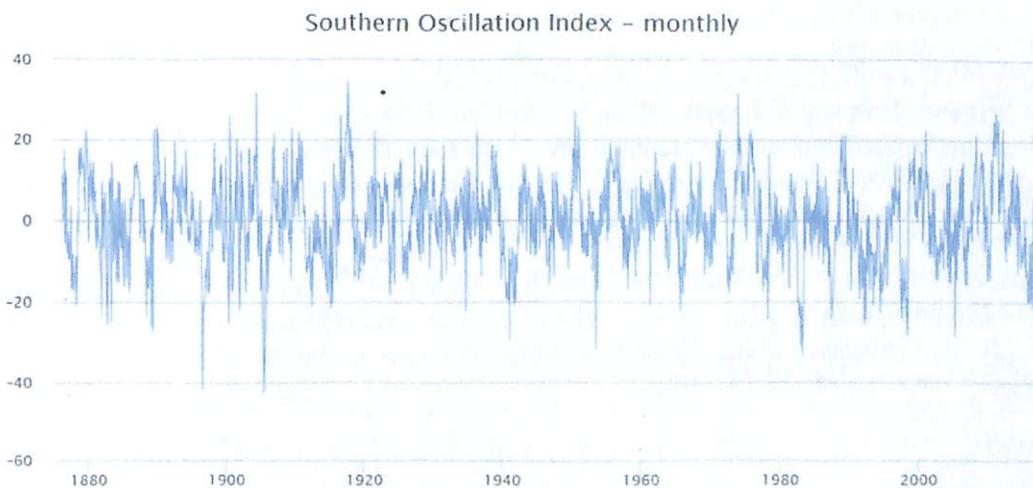
El-Nino juga akan dianalisis untuk mencari pengaruhnya terhadap besarnya curah hujan di Padang. El-Nino merupakan fenomena global dari sistem interaksi lautan dan atmosfer yang ditandai memanasnya suhu permukaan laut di Ekuator Pasifik Tengah (Nino 3.4). Pada bulan Januari 2016, ENSO berada pada kondisi kuat yang ditandai dengan nilai SST Nino 3.4 ($2,08^{\circ}\text{C}$) berpotensi mengakibatkan pengurangan pasokan uap air di bagian Indonesia timur dan selatan

ekuator. Pada bulan Februari SST Nino 3.4 sebesar $1,79^{\circ}\text{C}$ (*moderate*) dan melemah terus sampai dengan bulan Mei 2016. Berdasarkan nilai *Standardized Precipitation Index* (SPI) pada bulan Januari dan Februari bernilai 0,064 dan 0,18 yang artinya pada bulan tersebut tidak terjadi kekeringan (kondisi normal). Jika dibandingkan dengan tahun 2015, terlihat bahwa pada tahun tersebut terjadi El-Nino yang menyebabkan sebagian besar dari wilayah Indonesia mengalami kekeringan dan Padang juga terkena dampak dari El-Nino walaupun secara tidak signifikan. Selanjutnya dari tahun 2004-2014, secara umum Padang berada dalam kategori normal, yang artinya tidak terjadi kekeringan yang berarti dibandingkan saat terjadinya El-Nino di tahun 2015.

Berbeda dengan tahun sebelumnya, pada bulan Maret indeks SPI menunjukkan nilai 1.0 yang artinya pada bulan tersebut berada pada tingkat kebasahan. Hal ini sesuai dengan data *synops* yang diperoleh dari web <http://ogimet.com/synops.phtml.env>, diketahui jumlah curah hujan pada tanggal 21 Maret 2016 sebesar 370 mm. Hal ini menyebabkan banjir yang tidak hanya melanda Padang, akan tetapi juga melanda daerah yang lain seperti kota Pariaman, Bukittinggi, Kabupaten Padang Pariaman dan Pesisir Selatan.



Gambar 9. Grafik SST Nino 3.4 (sumber : <http://www.bom.gov.au>)



Gambar 10. *Southern Oscillation Index monthly* (sumber : <http://www.bom.gov.au>)

Southern Oscillation Index (SOI) mengindikasikan perkembangan intensitas El-Nino di Samudera Pasifik. Indeks SOI dihitung berdasarkan perbedaan tekanan udara antara Tahiti dan Darwin seperti yang terlihat pada Gambar 10. Harga Indeks SOI yang terus menerus di bawah -7 mengindikasikan adanya El Nino sedangkan di bawah +7 mengindikasikan adanya La Nina. Indeks SOI antara -7 dan +7 umumnya mengindikasikan kondisi netral. Pada bulan Januari dan Februari indeks SOI bernilai negatif (-19,7). Tekanan udara di wilayah Pasifik (Tahiti) relatif lebih rendah dibandingkan Australia (Darwin) yang menandakan terdapat pengurangan suplai uap air di Indonesia ke Samudera Pasifik.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan analisis data dapat disimpulkan bahwa monsun, MJO dan IOD berperan dalam mempengaruhi besarnya curah hujan pada bulan Januari dan Februari 2016 di Padang. Pada bulan tersebut BBU mengalami suhu yang lebih rendah dibandingkan dengan BBS sehingga terjadi aliran massa udara yang mengakibatkan musim hujan di wilayah Indonesia. MJO berada di benua maritim Indonesia di akhir Januari sampai pertengahan Februari dengan indeks RMM>1. Akan tetapi El-Nino tidak secara signifikan mempengaruhi curah hujan pada bulan Februari dibandingkan dengan tahun 2015 yang mengakibatkan kekeringan di beberapa bagian wilayah Indonesia.

UCAPAN TERIMA KASIH.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak terutama Laboratorium Fisika Bumi ITB yang telah mendukung dan membantu penelitian ini.

DAFTAR RUJUKAN

- ¹Sasmita, A., Tukiman, Rosdiana dan Susyani, 1997. Analisis Suhu Muka Laut di Wilayah Timur Indonesia Sebagai Model untuk Mewaspadaai Munculnya ENSO, *J.IPTEK Iklim dan Cuaca*, 1: 59-65.
- ²Sofiati, I., 2012. Karakteristik Outgoing Longwave Radiation (OLR) Berdasarkan Empirical Orthogonal Function (EOF) dan Kaitannya Dengan Curah Hujan di Wilayah Indonesia. *Jurnal Sains Dirgantara* Vol. 10 No. 1 Desember : 35-46.
- ³Aldrian, E & Susanto, R.D., 2003. Identification of Three dominant Rainfall Regions Within Indonesia and their Relationship to Sea Surface Temperature. *International Journal of Climatology* 23, h.1435-1452.
- ⁴Wang, C., Deser, C., Yu, J, DiNezio, P., & Clement, A., 2012. *El Nino and Southern Oscillation (ENSO): A Review. A Chapter of Coral Reefs of The Eastern Pacific*. Springer Book.
- ⁵Tjasjono, B., 1999. *Klimatologi Umum*, Bandung : ITB.
- ⁶Ramage, C.S., 1971. *Monsoon Meteorology*, International Geophysics Series, Academic Press inc.
- ⁷Suryantoro, Arif dan Bambang Siswanto., 2008. Analisis Korelasi Suhu Udara Permukaan dan Curah Hujan di Jakarta dan Pontianak dengan Anomali Suhu Muka Laut Samudera India Dan Pasifik Tropis Dalam Kerangka Osilasi Dua Tahunan Troposfer (TBO). *Jurnal Sains Dirgantara* Vol. 6 No.1 Des :1-21.
- ⁸Madden 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.
- ⁹Wheeler, M.C. & Harris, H.H., 2004. An all-season Real-Time Multivariate MJO Index: Development of an Index For Monitoring and Prediction, *Mon. Wea. Rev.*, 132, 1917-1932.
- ¹⁰Saji, N. H., & T. Yamagata., 2003. Possible Impacts of Indian Ocean Dipole Mode Events on Global Climate. *Climate Res.*, 25 (2), 151-169.