

# **ANALISIS PENGARUH DINAMIKA ATMOSFER DAN LAUT TERHADAP ANOMALI HUJAN WILAYAH INDONESIA PERIODE JANUARI SAMPAI JUNI 2013**

**Lely Qodrita Avia**

**Pusat Sains dan Teknologi Atmosfer-LAPAN**

**e-mail: qodrita@yahoo.com**

## **ABSTRAK**

Tingginya intensitas hujan yang terjadi sampai dengan musim kemarau tahun 2013 ini telah memberikan dampak negatif di wilayah Indonesia. Badan Nasional Penanggulangan Bencana (2013) melaporkan bahwa selama semester pertama tahun 2013, tampak kejadian bencana hidrometeorologi yang hampir mencapai 90% dari total kejadian bencana di Indonesia. Apa sesungguhnya yang terjadi pada dinamika atmosfer dan laut di Indonesia dan sekitarnya? Hal ini akan menjadi bahasan pada penelitian ini. Oleh karena itu, data intensitas hujan dari satelit *TRMM 3B43V7* dan data-data iklim global di sekitar wilayah Indonesia periode Januari sampai Juni 2013 digunakan sebagai data utama pada penelitian. Diharapkan dari penelitian ini akan diperoleh pemahaman yang lebih baik mengenai kaitan antara dinamika atmosfer dan laut terhadap intensitas hujan di wilayah Indonesia. Hasil yang diperoleh menunjukkan adanya peningkatan intensitas hujan hampir di seluruh wilayah Indonesia dimana terlihat dominasi anomali intensitas hujan yang positif mencapai 0,50 mm/jam. Suhu permukaan laut di sekitar perairan Indonesia dan Samudera Pasifik bagian barat tampak lebih hangat, yaitu lebih tinggi 0,5°C sampai 1,5°C dari kondisi normalnya. Sedangkan suhu permukaan laut di Samudera Pasifik bagian tengah dan timur relatif lebih rendah dari pada suhu permukaan laut di sekitar perairan Indonesia. Maka dari itu, penguapan di Indonesia cukup besar sehingga meningkatkan intensitas hujan. Selain itu, tampak pergerakan angin zonal di 850 mb pada bulan April sampai Mei dominan menuju wilayah Indonesia baik angin timuran maupun angin baratan dengan anomali kecepatan yang sama, yaitu 4 m/s sampai 8 m/s. Hal ini menjadikan pertumbuhan awan-awan konvektif tetap aktif di wilayah Indonesia.

Kata-kata kunci: anomali, intensitas hujan, iklim global, *TRMM 3B43V7*

## **ABSTRACT**

The high intensity of rainfall occurring until the dry season of 2013 has a negative impact on the Indonesian territory. Reported by the National Agency for Disaster Management (BNPB, 2013) during the first semester of 2013, it seems the hydrometeorological disasters almost reached 90% of the total disasters in Indonesia. What actually happened in the dynamics of the atmosphere and the sea in Indonesia and surrounding areas? This will be discussed in this research. Therefore, rainfall data 3B43V7 of TRMM satellite data and global climate data in the area around Indonesia from January to June 2013 were used as the main data on the research. This research is expected to obtain a better understanding of the relationship between the atmosphere and ocean dynamics and the intensity of rainfall in Indonesia regions. Result shows an increase of the rainfall intensity in almost regions of Indonesia which the dominance of positive rainfall intensity anomalies reached 0.50 mm/hour. The surface temperature around Indonesian water of Indonesia and western Pacific Ocean seemed warmer from 0.5 °C to 1, 5 °C from normal condition. While sea surface temperature in eastern and central of Pacific Ocean relatively lower than the sea surface temperature around the waters of Indonesia. Therefore, evaporation in Indonesia is quite large to increase the intensity of the rainfall. Furthermore, the movement of the zonal wind at 850 mb in April to May seems being dominant toward Indonesian region which is both easterlies and westerlies wind with the same velocity anomaly that is 4 m/s to 8 m/s. This makes the growth of convective clouds remain active in Indonesia.

Key words: anomalies, rain rate, global climate index, TRMM 3B43V7

## **1 PENDAHULUAN**

Laporan Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB, 2013) selama semester pertama tahun 2013 ini hampir 90% kejadian bencana di wilayah Indonesia masih didominasi oleh bencana hidrometeorologi seperti banjir, tanah longsor dan puting beliung. Sedangkan jumlah bencana lainnya sekitar 10% dari total kejadian. Berdasarkan data BNPB tersebut, tampak bencana banjir untuk setiap bulan dari Januari sampai Juni 2013 adalah sebanyak 37, 36, 29, 50, 39, dan 31 kejadian. Dampak dari bencana-bencana tersebut telah menyebabkan banyak keluarga terpaksa mengungsi ke tempat yang lebih aman dan juga menyebabkan rumah dan fasilitas lainnya menjadi rusak dalam

kategori parah, sedang dan ringan. Pada umumnya, kejadian bencana banjir maupun longsor tersebut berkaitan dengan intensitas hujan yang tinggi dan berlangsung dalam waktu yang lama.

Iklim maupun cuaca berkaitan erat dengan atmosfer, tetapi dipengaruhi oleh interaksi antara atmosfer dan laut, biosfer, permukaan tanah, dan kriosfer. Oleh karena itu, iklim bervariasi pada semua skala waktu dan ruang (Mitchell, 1976; NRC, 1995). Variabel iklim ini memiliki pengaruh paling besar terhadap hidup dan kesejahteraan manusia. Bahkan, iklim memiliki pengaruh mendasar dari kegiatan ekonomi suatu negara (NRC, 1998). Curah hujan merupakan salah satu dari variabel iklim yang paling penting di Indonesia karena keragamannya sangat tinggi baik menurut waktu maupun tempat.

Wilayah Indonesia memiliki banyak keunikan, terdiri dari banyak pulau yang tersebar di daerah tropis bahkan dilalui garis khatulistiwa, diapit oleh dua samudra dan dua benua. Posisi ini menjadikan Indonesia sebagai daerah pertemuan sirkulasi meridional (Utara-Selatan) yang dikenal sebagai sirkulasi Hadley dan sirkulasi zonal (Timur-Barat) yang dikenal sebagai sirkulasi Walker. Kedua sirkulasi tersebut sangat mempengaruhi keragaman iklim di Indonesia. Terdapat tiga faktor utama yang mempengaruhi iklim di Indonesia yaitu faktor global (El Nino/La Nina dan *Dipole Mode*), faktor regional (sirkulasi monsoon Asia-Australia, suhu permukaan laut, ITCZ), dan faktor lokal yang juga tidak bisa diabaikan dimana kondisi topografi Indonesia yang banyak gunung, lembah, dan pantai yang menyebabkan semakin beragam kondisi iklim di Indonesia baik secara spasial maupun temporal (BMKG, 2009).

Di samping itu, tampak adanya fenomena MJO (*Madden Julian Oscillation*) yang merupakan suatu gangguan tropis dan memiliki propagasi ke arah timur di sekitar daerah tropis global dengan siklus 30 sampai 60 harian. MJO juga memiliki dampak signifikan terhadap pola hujan yang meluas di daerah tropis dan subtropis terutama di daerah Samudera Hindia tropis, kawasan maritim kontinen dan daerah kolom hangat di Samudera Pasifik bagian barat. MJO memberikan dampak terhadap sirkulasi atmosfer, dan suhu permukaan di sekitar tropis dan subtropis global (Madden and Julian, 1994; Zhang 2005; Lau, Waliser, 2005;

Gottschalck and Wayne, 2012). Menurut Wheeler, McBride (2005), MJO mempengaruhi waktu awal dan mengatur variabilitas sistem monsun antar musim di Australia dan Indonesia.

Terdapat anomali hujan yang tinggi melebihi kondisi normalnya sejak awal tahun 2013. Bahkan, seharusnya masuk musim kemarau tetapi di sebagian daerah hujan masih saja tinggi sehingga menyebabkan banyak bencana seperti telah dikemukakan di atas. Seberapa besarkah anomali intensitas hujan yang terjadi? Apa sesungguhnya yang terjadi pada dinamika atmosfer dan laut di sekitar Indonesia? Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui jawaban dari beberapa pertanyaan tersebut agar diperoleh pemahaman yang lebih baik akan kaitan antara dinamika atmosfer dan laut terhadap intensitas hujan di wilayah Indonesia.

## **2 DATA DAN METODOLOGI**

### **2.1 Data**

Beberapa data digunakan pada penelitian ini. Pertama data satelit *TRMM 3B43V7* untuk parameter intensitas hujan bulanan (*monthly rain rate*, dalam satuan mm/jam) yang diperoleh dari situs <http://disc.sci.gsfc.nasa.gov>. Data *TRMM 3B43V7* tersebut merupakan data grid dengan resolusi temporal bulanan dan resolusi spasial  $0.25^\circ \times 0.25^\circ$  lintang bujur. Data yang diolah meliputi wilayah Indonesia dan sekitarnya ( $12^\circ\text{LU}$ - $12^\circ\text{LS}$ ;  $90^\circ\text{BT}$ - $145^\circ\text{BT}$ ) untuk periode bulan Januari sampai Juni tahun 2013. Kedua adalah data SST (*Sea Surface Temperature*), data angin zonal dan data MJO (*Madden Julian Oscillation*) di sekitar wilayah Indonesia yang diperoleh dari situs <http://www.emc.ncep.noaa.gov>. Ketiga Indeks Nino 3,4 berupa anomali SST daerah Nino 3,4 di Samudera Pasifik, data DMI (*Dipole mode Index*) di Samudera Hindia dan data OLR (*Outgoing Longwave Radiation*) di wilayah Indonesia yang diperoleh dari situs <http://www.bom.gov.au>.

### **2.2 Metodologi**

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah pertama menentukan data intensitas hujan bulanan klimatologis untuk masing-masing bulan yaitu Januari sampai Juni berdasarkan data satelit *TRMM 3B43V7* periode tahun 1998 sampai 2008.

Selanjutnya menghitung anomali intensitas hujan yang terjadi untuk bulan Januari sampai Juni tahun 2013 yang diperoleh dari selisih antara intensitas hujan bulanan yang terjadi pada periode tahun 2013 tersebut terhadap intensitas hujan bulanan klimatologisnya, yang secara matematis seperti persamaan (1).

$$X_a(i) = X(i) - X_m(i) \dots\dots\dots (1)$$

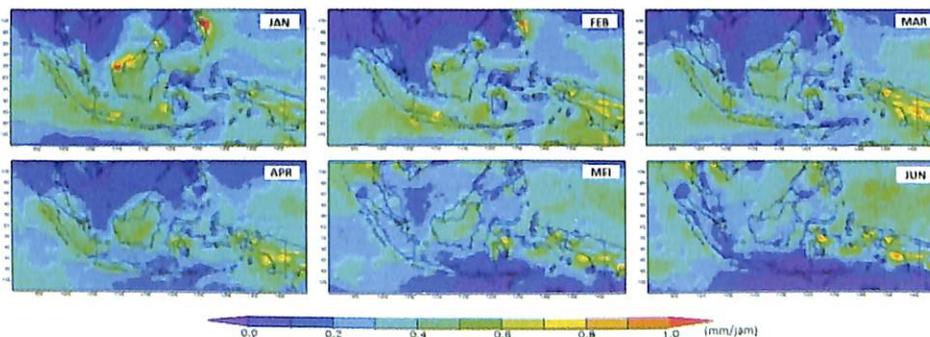
dimana  $i$  menunjukkan bulan (1, 2, ..., 6),  $X_a(i)$  merupakan data anomali intensitas hujan untuk bulan  $i$ ,  $X(i)$  adalah data intensitas hujan dari bulan  $i$ ,  $X_m(i)$  adalah data klimatologi intensitas hujan bulanan untuk bulan  $i$ .

Selanjutnya dilakukan analisis terhadap pola anomali intensitas hujan tersebut yang selanjutnya dikaitkan dengan analisis kondisi dinamika atmosfer dan laut di sekitar wilayah Indonesia berdasarkan data-data indeks global pada periode waktu yang bersamaan.

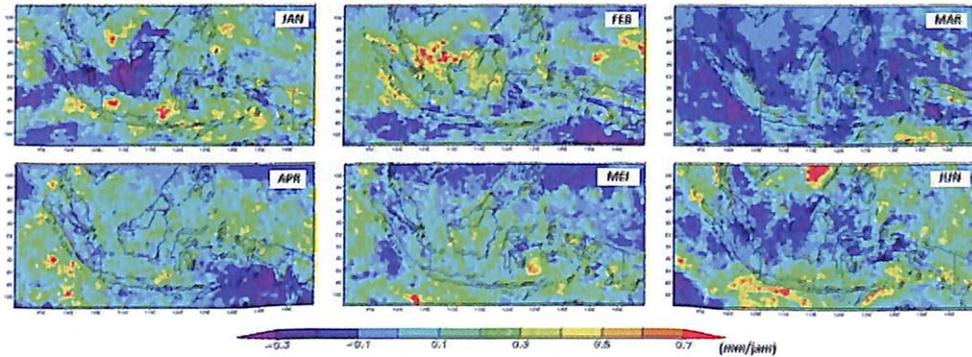
### 3 HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Hasil

Hasil pengolahan data penelitian diperoleh pola intensitas hujan klimatologis bulanan berdasarkan data 1998-2008 untuk Januari sampai Juni 2013 seperti yang terlihat pada Gambar 1. Hasil ini menunjukkan karakteristik pola intensitas hujan klimatologis selama bulan Januari sampai Juni di wilayah Indonesia. Sedangkan hasil pengolahan data anomali intensitas hujan selama bulan Januari sampai Juni tahun 2013 dapat dilihat pada Gambar 2. Hasil ini menunjukkan besarnya penyimpangan hujan dari kondisi klimatologisnya.



**Gambar 1.** Pola Intensitas hujan klimatologis (mm/jam) bulan Januari sampai Juni di wilayah Indonesia



**Gambar 2.** Pola anomali intensitas hujan (mm/jam) di wilayah Indonesia selama periode Januari sampai Juni 2013

### 3.2 Pembahasan

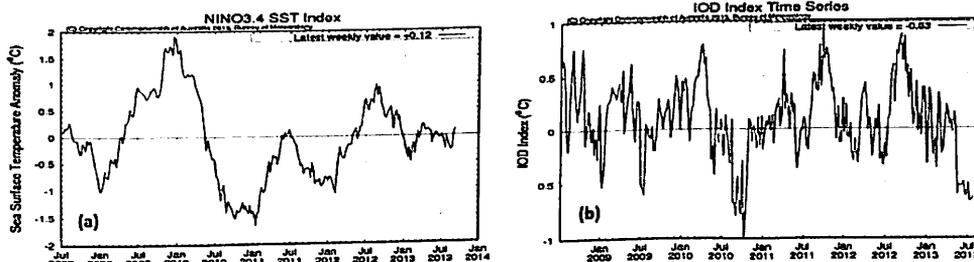
Berdasarkan hasil pola intensitas hujan klimatologis bulanan untuk Januari sampai Juni seperti yang terlihat pada Gambar 1, tampak adanya karakteristik pola intensitas hujan klimatologis selama bulan Januari sampai Juni di wilayah Indonesia. Intensitas hujan terbesar terjadi di Pulau Papua yang didominasi oleh rentang nilai 0,6 mm/jam sampai 0,8 mm/jam. Pada rentang nilai yang sama antara 0,6 mm/jam sampai 0,8 mm/jam juga terjadi hanya untuk beberapa lokasi lainnya seperti Sumatera Selatan dan Jawa Tengah untuk bulan Januari sampai Maret dan di Sulawesi Tengah pada bulan April. Secara umum tampak sejak bulan April intensitas hujan klimatologis wilayah Indonesia perlahan-lahan mulai berkurang terutama di Bali, Nusa Tenggara dan Pulau Jawa. Pada bulan Mei dan Juni tampak kondisi yang semakin kering dan meluas ke sebagian besar wilayah Indonesia. Pada bulan Juni tampak daerah paling kering di Indonesia terjadi di Pulau Bali, Nusa Tenggara dan sebagian daerah Jawa Timur bagian timur dimana intensitas hujan hanya sampai 0,1 mm/jam. Umumnya di Jawa dan Sumatera intensitas hujan berkisar antara 0,2 mm/jam sampai 0,3 mm/jam, sedangkan di Kalimantan, Sulawesi dan Ambon sedikit lebih tinggi, yaitu antara 0,3 mm/jam sampai 0,4 mm/jam. Namun, di Papua, musim kering ini tampak memiliki intensitas hujan yang paling tinggi dibanding daerah lainnya, yaitu pada kisaran 0,5 mm/jam sampai 0,8 mm/jam.

Sedangkan hasil pola anomali intensitas hujan selama bulan Januari sampai Juni tahun 2013 (Gambar 2) menunjukkan umumnya untuk daratan di seluruh wilayah Indonesia selama periode penelitian terjadi dominasi nilai anomali positif, artinya

intensitas hujan lebih tinggi dari kondisi klimatologis bulanannya, kecuali untuk bulan Maret 2013 yang tampak di daerah daratan mendekati kondisi klimatologis dan untuk perairan lebih kecil dari klimatologisnya dimana ditunjukkan dengan anomali curah hujan yang bernilai negatif. Pada bulan Januari 2013, tampak daerah di selatan terutama Sumatera bagian selatan, Jawa, Bali, Nusa Tenggara, Sulawesi bagian selatan dan Papua memiliki anomali intensitas hujan positif dengan kisaran nilai 0,1 mm/jam sampai 0,3 mm/jam. Sedangkan daerah Sumatera di sekitar khatulistiwa, Kalimantan Barat dan Kalimantan Selatan tampak intensitas hujan lebih kecil dari klimatologisnya yaitu antara 0,5 mm/jam sampai 0,1 mm/jam. Bulan Februari 2013, tampak anomali positif intensitas hujan paling tinggi selama periode penelitian ini terutama di Sumatera dan Kalimantan yang tampak didominasi antara kisaran nilai 0,15 mm/jam sampai 0,5 mm/jam. Sedangkan bulan Maret 2013, tampak merupakan anomali intensitas hujan paling kecil selama periode penelitian baik untuk anomali positif maupun anomali negatif bahkan di beberapa daerah tampak kondisi normal, artinya mendekati kondisi intensitas hujan klimatologis bulan Maret terutama bagian pantai barat Sumatera, Jawa Tengah, Kalimantan, Sulawesi dan Ambon. Untuk bulan April 2013, tampak Sumatera, Bali dan Nusa Tenggara dalam kondisi antara normal sampai 0,1 mm/jam di atas klimatologisnya, sementara daerah lainnya tampak memiliki anomali intensitas hujan yang lebih tinggi antara 0,1 mm/jam sampai 0,4 mm/jam dari kondisi klimatologisnya. Bulan Mei 2013, hampir di seluruh wilayah Indonesia tampak memiliki intensitas hujan yang lebih tinggi dari klimatologisnya, kecuali sebagian daerah di sekitar Sumatera Utara, Riau, Sumatera Barat dan Papua Timur bagian utara yang tampak dalam kondisi normal. Namun pada bulan Juni 2013, anomali negatif dengan kisaran intensitas hujan antara 0,1 mm/jam di bawah klimatologis sampai sama dengan normal terjadi di sebagian besar Sumatera, Kalimantan bagian barat sampai tengah, Sulawesi bagian utara. Sedangkan sebagian daerah lainnya tampak memiliki anomali positif dimana intensitas hujan lebih tinggi antara 0,1 mm/jam sampai 0,2 mm/jam dari klimatologisnya yaitu di sekitar Aceh, Sumatera Selatan, Kalimantan Timur, Sulawesi Tengah, Sulawesi Selatan dan Ambon. Sedangkan di Jawa, Bali, Nusa Tenggara dan Papua umumnya

lebih tinggi lagi yaitu sekitar 0,2 mm/jam sampai 0,5 mm/jam.

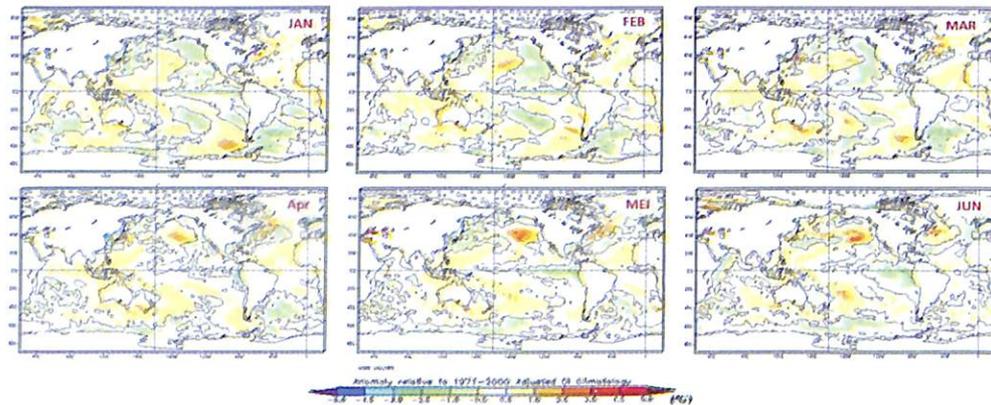
Pada umumnya peningkatan/penurunan intensitas hujan di wilayah Indonesia berkaitan erat dengan fenomena El Nino dan IOD positif/La Nina dan IOD negatif (Nicholls, 1981; Allan, 2000, Saji et al, 1999; Webster et al, 1999; Saji dan Yamagata, 2003). Berdasarkan data intensitas hujan satelit *TRMM 3B43V7* tampak nyata adanya anomali hujan di wilayah Indonesia pada tahun 2013 ini. Namun, berdasarkan kondisi di Samudera Pasifik menggunakan data Indeks Nino 3.4 menunjukkan anomali SST di daerah tersebut selama periode penelitian ini berada pada rentang nilai  $-0,5^{\circ}\text{C}$  sampai  $0,5^{\circ}\text{C}$  yang mengindikasikan ENSO masih dalam kondisi normal sebagaimana yang tampak pada Gambar 3a. Sedangkan di Samudera Hindia pada periode Januari sampai awal Mei 2013 tampak indeks IOD kurang dari  $-0,5^{\circ}\text{C}$  yang artinya IOD juga dalam kondisi normal. Namun pada pertengahan Mei tampak indeks IOD bernilai  $-0,61^{\circ}\text{C}$  dan kecenderungan grafik yang semakin menurun sampai dengan  $-0,63^{\circ}\text{C}$  pada akhir Juli 2013 mengindikasikan tengah berlangsungnya fenomena IOD negatif. IOD negatif ini berdampak peningkatan intensitas hujan di sebagian wilayah Indonesia sebagaimana yang tampak pada Gambar 3b.



**Gambar 3.** Deret waktu Indeks Nino 3.4 berdasarkan anomali SST (a) dan Indeks IOD (b)

Berdasarkan analisis di atas tampak anomali positif intensitas hujan yang sudah berlangsung sejak awal Januari sedangkan di Samudera Pasifik kondisi ENSO dalam status normal sedangkan di Samudera Hindia status IOD negatif baru pada pertengahan Mei 2013. Sehingga perlu analisis lebih lanjut bagaimana dinamika fisis atmosfer dan lautan di sekitar wilayah Indonesia mempengaruhi distribusi hujan di wilayah Indonesia.

Hal ini dapat dijelaskan salah satunya dengan menggunakan data anomali suhu permukaan lautan (SST) perairan Indonesia, yang tentunya juga sangat dipengaruhi oleh sekitarnya yaitu Samudera Hindia dan Samudera Pasifik. Pada Gambar 4 yang menunjukkan bahwa selama periode penelitian ini tampak pola anomali SST di perairan Indonesia pada umumnya bernilai positif  $0,5^{\circ}\text{C}$  sampai  $1,5^{\circ}\text{C}$ , yang artinya suhu di perairan Indonesia dalam kondisi di atas normal atau lebih hangat dari kondisi normalnya. Sedangkan suhu muka laut di Samudera Pasifik tengah dan timur tampak lebih rendah dari pada perairan Indonesia dan Samudera Pasifik bagian barat. Hal ini menyebabkan penguapan lebih banyak terjadi di sekitar wilayah Indonesia sehingga meningkatkan intensitas hujan di wilayah Indonesia.

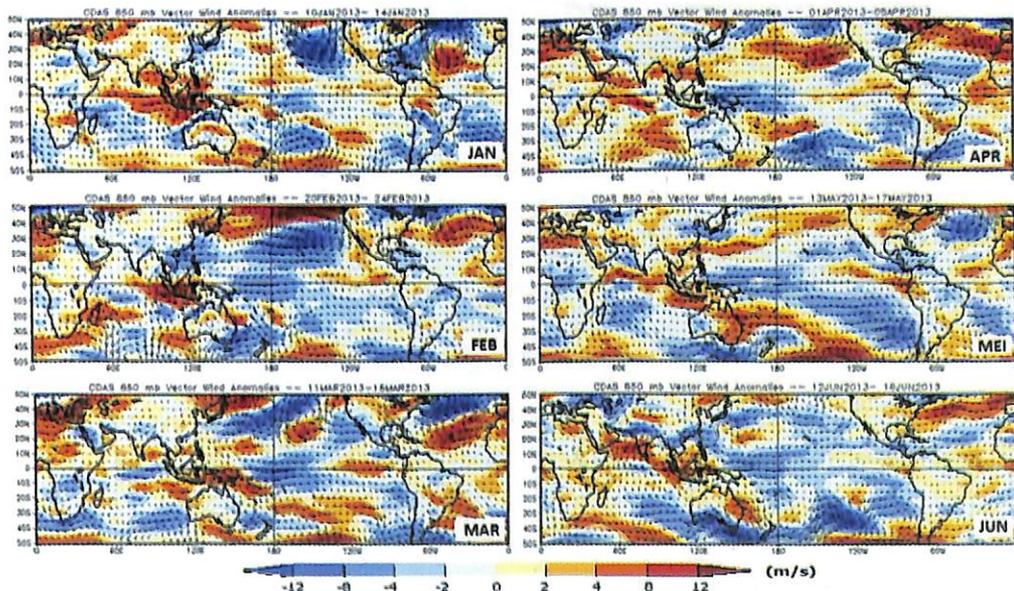


**Gambar 4.** Anomali suhu permukaan laut (SST dalam  $^{\circ}\text{C}$ ) di perairan wilayah Indonesia dan sekitarnya periode Januari sampai Juni 2013

Demikian juga halnya tampak suhu muka laut (SST) di Samudera Hindia bagian timur (sekitar pantai barat Sumatera) yang juga lebih hangat dibanding Samudera Hindia bagian barat (sekitar pantai timur Afrika). Akibatnya, terjadi pergerakan angin dari Samudera Hindia bagian barat menuju Samudera Hindia bagian timur atau menuju Indonesia. Kondisi ini juga akan menyumbang uap air sehingga meningkatkan hujan di sebagian wilayah Indonesia.

Berdasarkan data lainnya, yaitu pergerakan angin zonal pada 850 mb seperti yang tampak pada Gambar 5, menunjukkan bahwa pada Januari 2013, wilayah Indonesia didominasi oleh angin baratan yang bertiup dari Samudera Hindia dengan anomali

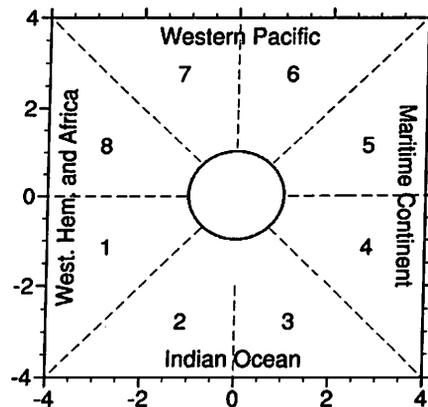
kecepatan 4 m/s sampai 8 m/s. Angin ini membawa banyak massa uap air sehingga menyebabkan intensitas hujan yang tinggi di wilayah Indonesia. Di bulan Februari 2013 masih tampak dominasi angin baratan dengan anomali kecepatan angin yang sama dengan Januari. Selain itu, tampak juga pergerakan angin timuran yang bertiup dari Samudera Hindia dengan anomali kecepatan angin 2 m/s sampai 4 m/s. Hal ini menyebabkan terbentuknya daerah pertemuan (konvergensi) yang mendukung banyaknya pengangkatan massa udara, sehingga menghasilkan awan-awan konvektif yang menyebabkan intensitas hujan tinggi di wilayah Indonesia. Bulan Maret 2013 tampak angin baratan dari Samudera Hindia tersebut bergerak ke timur terus berkembang ke arah timur menuju Samudera Pasifik bagian barat daya. Sehingga tampak di Indonesia angin cenderung mendekati kondisi normalnya, kecuali di sekitar Papua yang tampak masih cukup tinggi dengan anomali kecepatan angin 4 m/s sampai 8 m/s. Bulan April dan Mei 2013 tampak pergerakan angin zonal di 850 mb juga masih terlihat dominan menuju wilayah Indonesia baik angin timuran dengan anomali kecepatan 4 m/s sampai 8 m/s maupun angin baratan dengan kecepatan yang sama menjadikan pertumbuhan awan-awan konvektif tetap aktif di wilayah Indonesia.



**Gambar 5.** Anomali angin zonal pada 850 mb (m/s) di sekitar wilayah Indonesia pada bulan Januari sampai Juni 2013

Sedangkan pada bulan Juni 2013 tampak angin baratan masih menguasai wilayah Indonesia sedangkan angin timuran tampak sebelum sampai di Papua berbelok dan berkembang ke arah barat laut dan ke arah utara wilayah Indonesia. Sehingga tampak bulan Juni hujan di sebagian daerah lebih mendekati kondisi normal dan sebagian tampak masih di atas kondisi klimatologisnya.

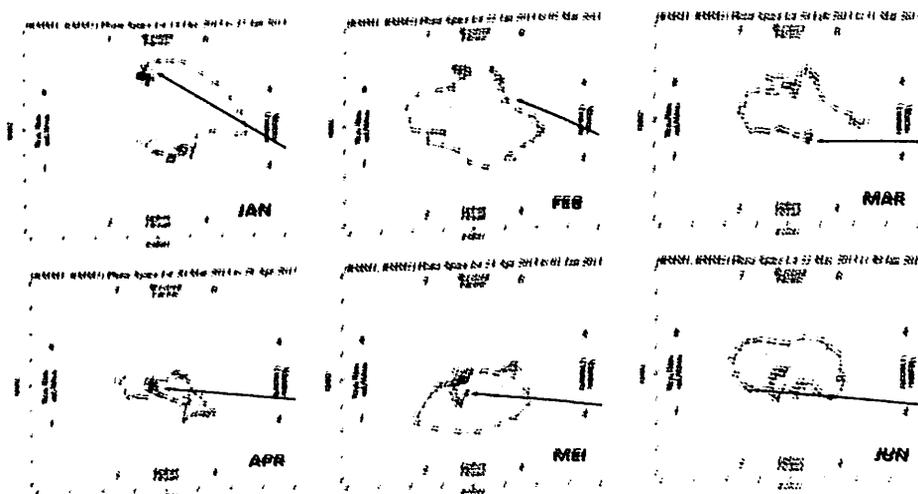
Untuk melihat gangguan tropis juga dapat digunakan data MJO yang memiliki propagasi ke arah timur di sekitar daerah tropis global dengan siklus 30 sampai 60 harian. Diagram fase MJO tersebut dapat mengindikasikan aktivitas dan pergerakan MJO dalam 8 fase (Madden and Julian, 1994; Zhang 2005; Lau, Waliser, 2005; Gottschalck and Wayne, 2012), seperti yang tampak pada Gambar 6. Jika diagram MJO berada dalam lingkaran akan mengindikasikan MJO tidak aktif, dimana amplitudonya kurang dari 1. Secara umum wilayah Indonesia akan dipengaruhi oleh kondisi MJO yang berada pada kawasan kontinen maritim (fase 4 dan fase 5), Samudera Hindia (fase 3) dan samudera Pasifik (fase 6).



**Gambar 6.** Diagram fase MJO

Kondisi MJO yang aktif dengan intensitas kuat, yaitu berdasarkan nilai amplitudonya ini mengindikasikan banyaknya awan-awan konvektif pada fase tersebut yang berpotensi besar menjadikan hujan di permukaan. Pada Gambar 7 tampak sejak bulan Januari 2013 dasarian I tampak MJO dalam kondisi aktif atau dengan intensitas kuat berada di daerah fase 4 dan fase 5 atau kawasan kontinen maritim Indonesia yang selanjutnya

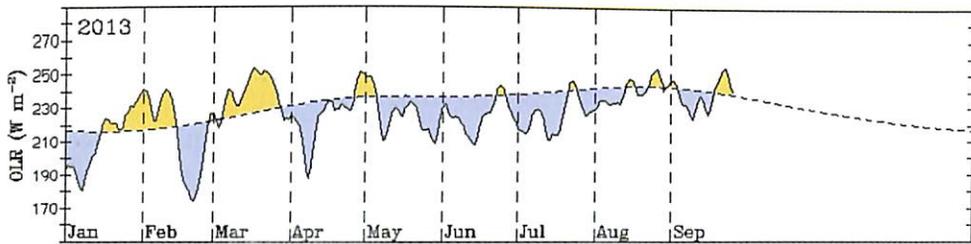
bergerak menuju Samudera Pasifik Barat atau fase 6 dan fase 7. Pada bulan Februari dasarian II MJO aktif dengan intensitas kuat sudah berada di fase 2 dan fase 3 atau daerah Samudera Hindia dan dasarian III MJO terus bergerak ke timur menuju fase 3 dan fase 4 atau kontinen maritim Indonesia. Bulan Maret 2013 tampak di kontinen maritim Indonesia MJO tidak aktif sedangkan di Pasifik Barat atau fase 6 dan fase 7 pada dasarian I tersebut tampak MJO aktif dan dasarian II terus bergerak menuju Belahan Barat Bumi dan Afrika atau fase 8 dan fase 1, dan akhirnya dasarian III melemah. Pada bulan April 2013 dasarian I MJO mulai aktif di Samudera Hindia atau fase 2 dan bergerak terus ke timur menuju kontinen maritim Indonesia dan akhirnya pertengahan dasarian II terus melemah sampai akhir bulan. Begitu juga pada bulan Mei 2013 dasarian I tampak kembali aktif dan menguat di Samudera Hindia atau fase 2 dan fase 3. MJO pada dasarian II terus bergerak aktif dengan intensitas kuat menuju kawasan kontinen maritim Indonesia fase 4 dan akhirnya melemah sampai akhir bulan. Sedangkan pada bulan Juni 2013 dasarian I tampak MJO yang lemah dan MJO kembali aktif pada dasarian II di kawasan kontinen maritim Indonesia atau fase 4 dan fase 5 yang selanjutnya MJO terus bergerak ke timur menuju Pasifik Barat.



**Gambar 7.** Diagram fase perkembangan MJO selama Januari sampai Juni 2013

Kondisi awan pada periode penelitian ini di atas wilayah yang mencakup Indonesia ( $8^{\circ}\text{LU} - 15^{\circ}\text{LS}$ ;  $95^{\circ}\text{BT} - 130^{\circ}\text{BT}$ ) dapat dilihat

dari data OLR seperti pada Gambar 8. Secara umum, nilai OLR pada bulan Januari sampai Juni (grafik diarsir warna biru) relatif rendah daripada klimatologisnya di wilayah Indonesia, kecuali bulan Maret (grafik diarsir warna coklat) yang tampak di atas klimatologisnya. Nilai OLR klimatologis (berdasarkan data periode 1979 - 1998) digambarkan dengan garis putus-putus. Nilai OLR yang lebih rendah dari kondisi klimatologisnya tersebut mengindikasikan tutupan awan konvektif yang cukup tebal di atas wilayah Indonesia yang sangat berpotensi menjadikan intensitas hujan yang tinggi di wilayah Indonesia. Hal ini dapat lebih menjelaskan penyebab anomali hujan yang tinggi terjadi sepanjang periode penelitian, kecuali bulan Maret 2013 yang tampak lebih mendekati kondisi normalnya.



**Gambar 8.** Kondisi OLR pada Januari sampai Juni 2013 di atas wilayah Indonesia

#### 4 KESIMPULAN

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan pada penelitian ini dapat disimpulkan bahwa selama periode penelitian ini kondisi ENSO di Samudera Pasifik berada dalam kondisi normal. Demikian juga kondisi IOD di Samudera Hindia yang umumnya berada dalam kondisi normal, kecuali mulai pertengahan Mei sampai akhir Juni 2013 baru tampak berlangsung IOD negatif. Oleh karena itu, anomali intensitas hujan pada Januari sampai Juni 2013 dimana umumnya terjadi peningkatan intensitas hujan dari kondisi klimatologisnya sampai mencapai 0,5 mm/jam adalah disebabkan kenaikan suhu permukaan laut perairan (SST) di sekitar wilayah Indonesia dan berlangsungnya MJO yang umumnya dalam kondisi aktif dengan intensitas kuat di kawasan maritim kontinen Indonesia. Hal ini juga sangat didukung oleh OLR yang rendah kurang dari nilai OLR klimatologisnya yang mengindikasikan tutupan awan konvektif yang cukup tebal di atas wilayah Indonesia

yang sangat berpotensi meningkatkan intensitas hujan di wilayah Indonesia.

#### DAFTAR RUJUKAN

- Allan R. 2000: *ENSO and climatic variability in the past 150 years*. In *ENSO: Multiscale Variability and Global and Regional Impacts*, Diaz H, Markgraf V (eds). Cambridge University Press: Cambridge, 3–55
- BMKG (Badan Meteorologi dan Geofisika), 2009: *Prakiraan Musim Hujan 2009/2010 di Indonesia*.
- BNPB (Badan Nasional Penanggulangan Bencana), 2013: *Info Bencana*, Edisi Juli
- Gottschalck J., and H. Wayne, 2012: *Madden Julian Oscillation Impacts*, NOAA/NWS/NCEP Climate Prediction Center
- Lau W.K.-M, D.E. Waliser (eds), 2005: *Intraseasonal variability in the atmosphere-ocean climate system*. Springer-Praxis: Heidelberg, Germany
- Madden, R. A., and P. R. Julian, 1994: Observations of the 40-50-day tropical oscillation - A review. *Mon. Wea. Rev.*, **122**, 814–837
- Mitchell, J.M., 1976: An Overview of Climatic Variability and Its Causal Mechanisms, *Quaternary Research* 6,481-493
- NRC (National Research Council), 1995: *Natural Climate Variability on Decade-to-Century Time Scales*, D.G. Martinson, K. Bryan, M. Ghil, M.M. Hall, T.R. Karl, E.S. Sarachik, S. Sorooshian, and L.D. Talley (eds.), National Academy Press, Washington, D.C., 630 pp
- NRC (National Research Council), 1998: *Panel on Climate Variability on Decade-to-Century Time Scales*, Decade-to-Century-Scale Climate Variability and Change : A Science Strategy
- Saji, N.H., B. N. Goswami, P. N. Vinayachandran, and T. Yamagata, 1999: A dipole mode in the tropical Indian Ocean, *Nature*, **401**, 360 – 363
- Saji, N.H., T. Yamagata, 2003: Structure of SST and surface wind variability during Indian Ocean Dipole Mode years: COADS observations. *J. Clim.*, **16**, 2735–2751
- Webster P, A. Moore, J. Ioschnigg, R. Leben, 1999: Coupled oceanatmosphere dynamics in the Indian Ocean during 1997–1998. *Nature*, **401**, 356–360
- Wheeler M, J.L. McBride, 2005: Australian-Indonesian monsoon. pp 125–174 in *Intraseasonal variability in the atmosphere-ocean climate system*, Lau WKM, Waliser DE (eds). Springer-Praxis: Heidelberg, Germany
- Zhang, C., 2005: Madden-Julian Oscillation. *Rev. Geophys.*, **43**, RG2003, doi:10.1029/2004RG000158