

ANOMALI CURAH HUJAN BULANAN DI BMI SELAMA FENOMENA EL-NINO 2015/2016 PADA MUSIM BASAH

Dadang Subarna¹, dan Rahmawati Syahdiza²

¹ Pusat Sains dan Teknologi Atmosfer LAPAN Bandung 40173 Indonesia

² Program Studi Meteorologi, ITB

Pos-el : dadang.subarna@lapan.go.id

Abstract

The 2015-2016 El-Nino is likely to be one of the strongest El-Nino event since 1997-1998. During 2016 wet season, flood events occurred in areas not prone to flooding before such as Pekanbaru, whereas in the others areas the precipitation were reported decreasing from normal condition. This research mainly concerns to assess the effects of 2015/2016 El-Nino event towards rainfall distribution in Indonesia during the wet season (DJF). Data used in this research are monthly rainfall data and the climatological monthly rainfall data during 1981-2010 collected from CPC-NCEP. The monthly anomalies are calculated towards the climatological data in order to see the precipitation anomaly during these 3 consecutive months. In addition, the percentile are calculated to analyse the spatial distribution of rainfall. The study results show that during December, negative rainfall anomalies occurred in almost all regions, excepts for some parts of Sumatera, Kalimantan and a small part of north Papua, while during January rainfall concentration reduced significantly in those area which experienced the positive anomalies before. On the other hand, during February a positive rainfall anomalies rose in nearly all regions in the western and central part of IMC and also some part of Papua. The rainfall anomaly and the percentile analysis show that the spatial and temporal distribution of the rainfall were not normal due to the influence of El-Nino event. Heavy rainfall with percentile more than 0.8 was also seen in Madura and Pekanbaru regions during February 2016. Borneo Vortex presence is diagnosed to be the main role towards the omission of El-Nino effects in February.

Keywords : ENSO, El-Nino, IMC, Wet season, DJF, Precipitation anomaly.

Abstrak

Osilasi iklim di Samudera Pasifik sangat mempengaruhi kondisi atmosfer daerah Benua Maritim Indonesia (BMI). Fenomena El-Nino 2015/2016 tercatat merupakan salah satu kejadian El-Nino terkuat. Selama musim basah 2016 dilaporkan kejadian banjir terjadi di daerah yang bukan rawan banjir seperti Pekanbaru, sebaliknya di beberapa wilayah lainnya curah hujannya mengalami penurunan dari keadaan normal. Tujuan penelitian yakni untuk mengkaji efek fenomena El-Nino 2015/2016 terhadap distribusi curah hujan di wilayah Indonesia selama musim basah (DJF). Data yang digunakan yaitu data curah hujan bulanan dan data klimatologi curah hujan dari 1981-2010 didapatkan dari CPC-NCEP. Dihitung anomali bulanan terhadap data klimatologi untuk melihat anomali curah hujan pada bulan-bulan tersebut, selain itu dihitung persentilnya untuk pengelompokan kondisi curah hujannya dari kering sampai basah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada bulan Desember terjadi anomali negatif atau penurunan curah hujan hampir di seluruh wilayah BMI kecuali beberapa bagian Sumatera dan Kalimantan serta sebagian kecil daerah Papua, selanjutnya pada bulan Januari konsentrasi curah hujan pada daerah-daerah yang mengalami anomali positif ini berkurang secara signifikan sedangkan pada bulan Februari terjadi anomali positif curah hujan yang menguat hampir diseluruh wilayah di daerah barat dan tengah BMI dan sebagian kecil daerah Papua. Ini menunjukkan distribusi curah hujan spasial dan temporal yang tidak normal akibat pengaruh El-Nino. Curah hujan lebat dengan persentil lebih dari 80% juga terlihat di daerah Madura dan Pekanbaru pada Februari 2016. Diduga kontribusi vortek Kalimantan berpengaruh signifikan terhadap peredaman efek El-Nino pada Februari.

Kata Kunci : ENSO, El-Nino, Musim Basah, DJF, BMI, Anomali Curah hujan.

1. PENDAHULUAN

Wilayah Benua Maritim Indonesia (BMI) terdiri dari banyak pulau dan kepulauan yang dikelilingi oleh lautan hangat, menyebabkan aktivitas konvektif lebih aktif di wilayah ini dibanding wilayah tropis lainnya, aktifitas konvektif yang kuat ini menyebabkan curah hujan yang tinggi di wilayah BMI. Posisi geografis Indonesia mengakibatkan banyak faktor dan fenomena yang mempengaruhi aktivitas konvektif dan curah hujan di wilayah Indonesia. Fenomena ENSO yang terjadi di Samudera Pasifik merupakan salah satu fenomena yang sangat mempengaruhi curah hujan di BMI secara langsung terhadap jumlah maupun distribusi spasialnya. Mc Bride¹, Nita, dkk.,² menyebutkan bahwa wilayah BMI merupakan salah satu daerah kunci untuk memahami karakter dan mekanisme ENSO. ENSO merupakan anomali interaksi atmosfer-laut skala besar yang berkaitan dengan fluktuasi yang tajam pada arus laut dan SST. Hal ini menyebabkan terjadinya kondisi abnormal pada atmosfer dan lingkungan, terutama di daerah ekuator dan Basin Pasifik. Saat fase hangat (El-Nino) yang ditandai dengan anomali positif SST di daerah ekuator Pasifik, menyebabkan daerah BMI mengalami penurunan curah hujan dari kondisi normal (anomali negatif). Sebaliknya pada fase dingin (La-Nina) daerah BMI mengalami peningkatan curah hujan (anomali positif). Efek fenomena ENSO terhadap curah hujan di wilayah Indonesia sebelumnya telah banyak diteliti diantaranya; Yasunari³, Hackert dan Hastenrath⁴, Aldrian^{5,6}, Kirono dkk.⁷, Gutman dkk.⁸, Curtis dkk.⁹, Hamada, dkk.¹⁰, serta Aldrian dan Susanto¹¹).

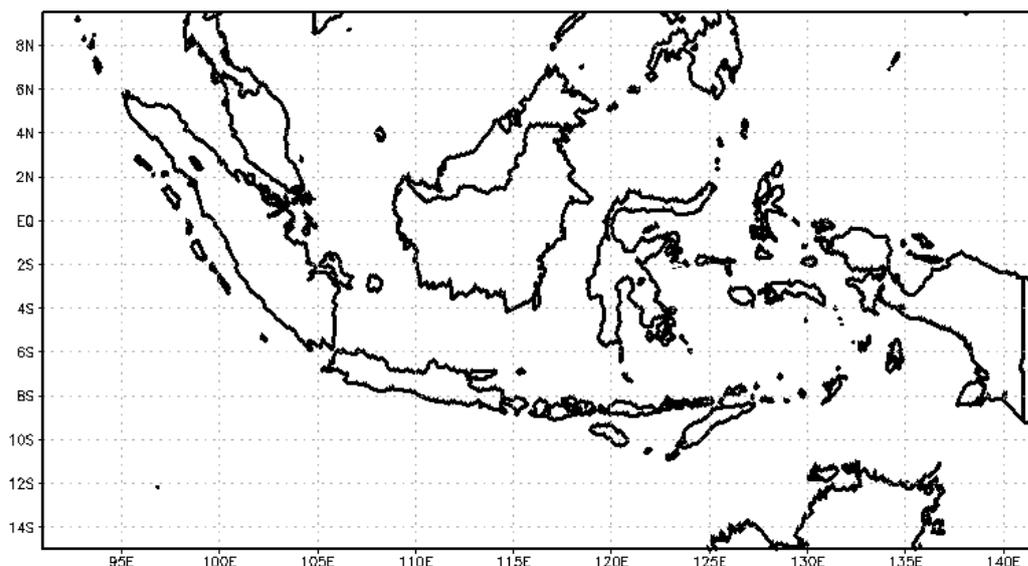
Tercatat banyak kejadian kekeringan maupun banjir di Indonesia yang dipengaruhi oleh fenomena ENSO diantaranya yaitu kemarau panjang yang terjadi pada 1982/1983 dan 1997/1998, banjir Jakarta 2004/2005, 2007, serta yang terbaru kemarau 2015. Kejadian El-Nino 2015/2016 dianggap sekuat kejadian El-Nino tahun 1982/1983 dan El-Nino 1997/1998.¹² Menurut laporan situasi El-Nino/La-Nina oleh WMO¹³, walaupun intensitas El-Nino menurun secara bertahap dari Januari 2016, namun selama kuartal pertama 2016 El-Nino tetap kuat dan tidak akan berubah netral sampai kuartal kedua 2016. Hal ini menyebabkan efek yang dirasakan di wilayah tertentu diperkirakan akan berlanjut hingga kuartal kedua. Kejadian El-Nino 2015/2016 sangat menarik untuk dikaji selain dikarenakan intensitasnya yang sangat kuat juga disebabkan karena pada saat musim penghujan (Desember-Januari-Februari 2015/2016) terjadi banjir besar di wilayah yang bukan daerah rawan banjir seperti Pekanbaru. Namun sebaliknya, kejadian banjir di Jakarta yang merupakan daerah langganan banjir setiap tahunnya dilaporkan tidak separah banjir-banjir tahun sebelumnya, selain itu berdasarkan laporan cuaca BMKG di beberapa wilayah Indonesia mengalami penurunan curah hujan dari keadaan normal.

Dikarenakan kejadian yang unik ini maka perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai persebaran curah hujan selama bulan basah 2015/2016 di seluruh wilayah BMI. Penelitian ini dimaksudkan untuk melihat efek El-Nino 2015/2016 terhadap anomali curah hujan di Indonesia. Pada penelitian ini analisis dan pembahasannya akan di fokuskan pada variabel curah hujan. Data curah hujan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu data curah hujan selama musim basah 2015/2016. Dilakukan analisis anomali curah hujan jika dibandingkan terhadap data klimatologis curah hujan dari 1981/2010 pada bulan basah (DJF) di wilayah BMI kemudian di lakukan pengelompokan daerah kering dan basah menggunakan analisis persentil.

Tujuan penelitian ini adalah untuk melihat efek kejadian El-Nino 2015/2016 terhadap curah hujan selama musim basah DJF di wilayah Indonesia secara spasial maupun temporal. Penelitian ini penting dilakukan untuk melihat seberapa besar efek El-Nino 2015/2016 terhadap curah hujan dan onset musim hujan di semua wilayah Indonesia.

2. METODE PENELITIAN

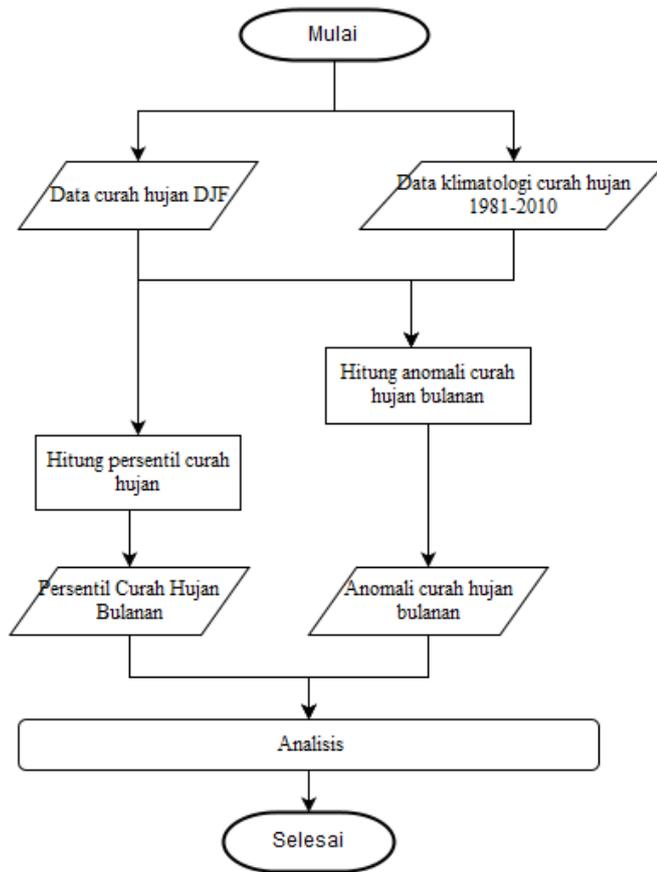
Penelitian ini menggunakan data curah hujan pada bulan basah (DJF) tahun 2015/2016 dan data klimatologi bulanan periode 1981-2010 yang diperoleh dari CPC-NCEP. Indeks yang digunakan untuk melihat intensitas El-Nino yaitu indeks Nino 3.4 atau lebih dikenal sebagai *Oceanic Nino Index* (ONI). Wilayah yang paling umum digunakan untuk mengetahui kondisi El-Nino adalah wilayah 3.4. Hal ini disebabkan daerah ini meliputi sebagian wilayah barat ekuator pasifik yang dingin, menyajikan informasi penting mengenai perubahan SST dan gradien SST. Data anomali SST nino 3.4 diperoleh dari CPC-NCEP.¹⁴



Gambar 1. Wilayah Kajian Penelitian: Daerah BMI

Sebagai data pendukung digunakan data pergerakan MJO dan rata-rata OLR untuk melihat tutupan awan dan pengaruh propagasi MJO. Data didapatkan dari <http://www.bom.gov.au/climate/mjo/>. Untuk mengetahui kejadian dan pengaruh vortek Kalimantan digunakan data reanalisis komponen angin zonal, meridional pada level 925,00 hPa dengan resolusi spasial $2,5^{\circ} \times 2,5^{\circ}$.¹⁵ Data diperoleh dari <http://www.esrl.noaa.gov/psd/data/reanalysis>. Wilayah kajian penelitian di batasi pada wilayah BMI (lihat Gambar 1).

Penelitian dibatasi pada kejadian El-Nino 2015/2016 saja dengan variabel yang dibahas yaitu curah hujan pada musim basah DJF. Anomali curah hujan bulanan dihitung melalui rata-rata bulanan data curah hujan di kurangi terhadap data klimatologi curah hujan 1981-2010. Pengelompokan konsentrasi spasial curah hujan dilakukan menggunakan analisis persentil. Kondisi ekstrim kering atau basah dihitung berdasarkan *Return Value* (RV) atau persentil. Kondisi ekstrim kering dievaluasi dengan probabilitas lebih kurang atau sama dengan 20, 10 dan 5%, sedangkan kondisi ekstrim basah saat probabilitas mencapai 80, 90 dan 95%.^{16,17} Pada penelitian ini dihitung persentil ke 0 sampai 100, nilai yang berada diatas percentil 80 dianggap daerah basah dan dibawah 20 daerah kering. Diagram alir pengerjaan penelitian dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram alir pengolahan data

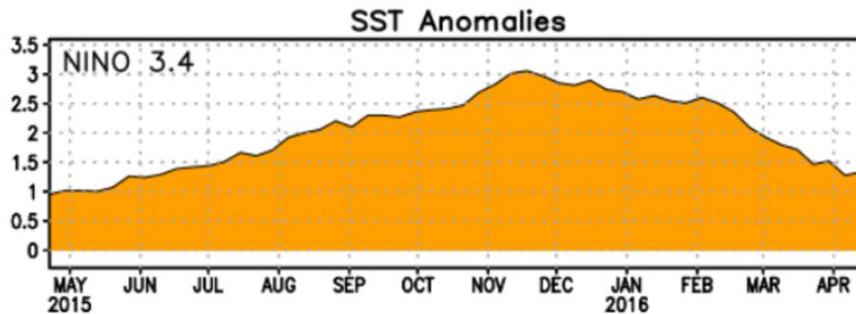
Sebagai data pendukung digunakan data pergerakan MJO dan rata-rata OLR untuk melihat tutupan awan dan pengaruh propagasi MJO. Data didapatkan dari <http://www.bom.gov.au/climate/mjo/>. Untuk mengetahui kejadian dan pengaruh vortek Kalimantan digunakan data reanalisis komponen angin zonal, meridional pada level 925,00 hPa dengan resolusi spasial $2,5^{\circ} \times 2,5^{\circ}$.¹⁵ Data diperoleh dari <http://www.esrl.noaa.gov/psd/data/reanalysis>. Wilayah kajian penelitian di batasi pada wilayah BMI (lihat Gambar 1).

Penelitian dibatasi pada kejadian El-Nino 2015/2016 saja dengan variabel yang dibahas yaitu curah hujan pada musim basah DJF. Anomali curah hujan bulanan dihitung melalui rata-rata bulanan data curah hujan di kurangi terhadap data klimatologi curah hujan 1981-2010. Pengelompokan konsentrasi spasial curah hujan dilakukan menggunakan analisis persentil. Kondisi ekstrim kering atau basah dihitung berdasarkan *Return Value* (RV) atau persentil. Kondisi ekstrim kering dievaluasi dengan probabilitas lebih kurang atau sama dengan 20, 10 dan 5%, sedangkan kondisi ekstrim basah saat probabilitas mencapai 80, 90 dan 95%.^{16,17} Pada penelitian ini dihitung persentil ke 0 sampai 100, nilai yang berada diatas percentil 80 dianggap daerah basah dan dibawah 20 daerah kering. Diagram alir pengerjaan penelitian dapat dilihat pada Gambar 2.

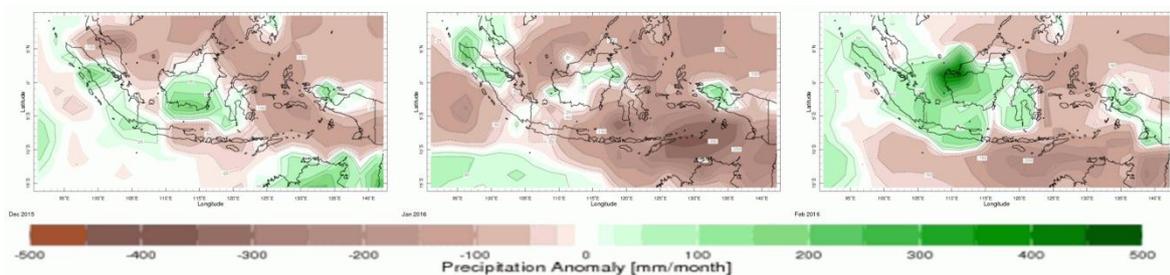
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

ENSO adalah suatu fenomena anomali skala besar dari sistem atmosfer-lautan yang berhubungan dengan fluktuasi yang sangat kuat pada arus dan temperatur permukaan laut. ENSO menyebabkan kondisi lingkungan dan atmosfer tak normal, umumnya di daerah pasifik ekuator.

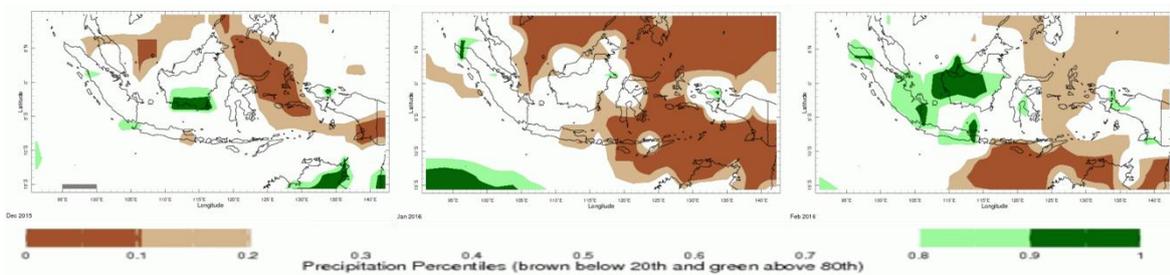
ENSO adalah contoh utama peristiwa interkoneksi antara arus laut dan kondisi atmosfer. Istilah ENSO menggambarkan keberadaan kedua komponen tersebut.



Gambar 3. Indeks Nino 3.4.(sumber: CPC/NCEP, NOAA).

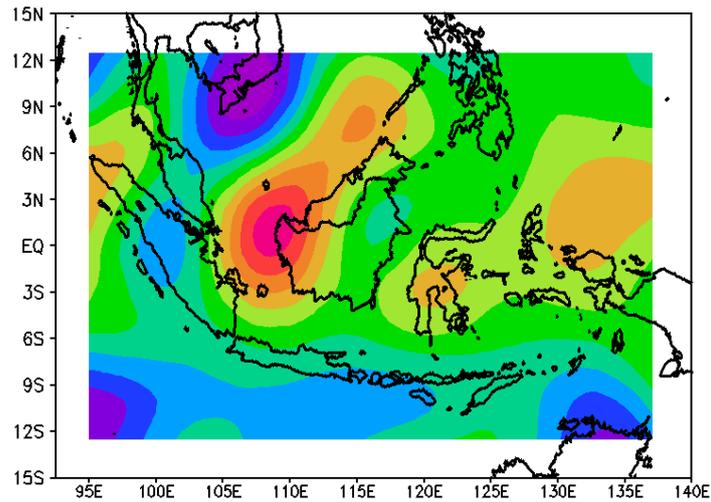


Gambar 4. Anomali curah hujan terhadap basis klimatologi periode 1981-2010 pada musim penghujan (a) Desember 2015, (b) Januari 2016, dan (c) Februari 2016 yang disebabkan oleh pengaruh El-Nino. Wilayah kajian penelitian yaitu 15 LS–9,5 LU dan 91–142 BT.



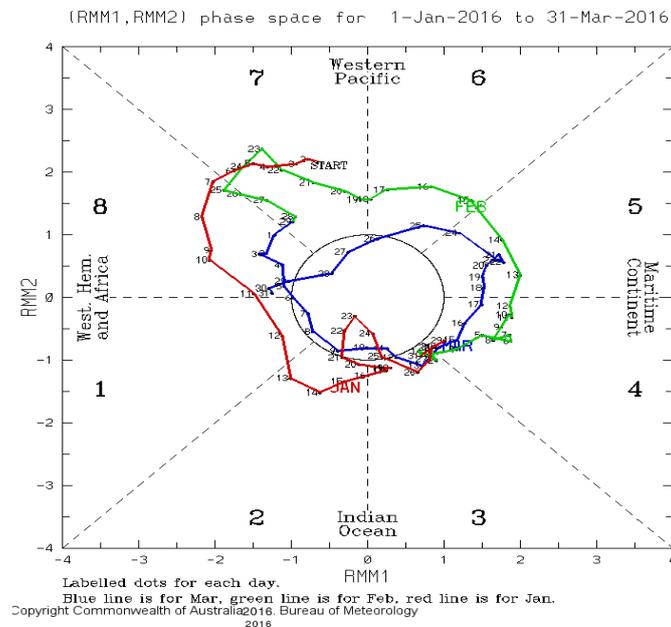
Gambar 5. Ranking curah hujan berdasarkan pembagian persentil yang menunjukkan daerah paling kering (warna coklat) sampai daerah paling basah (warna hijau) pada musim penghujan akibat pengaruh El-Nino (a) Desember 2015, (b) Januari 2016), dan (c) Februari 2016. Wilayah kajian penelitian yaitu 15 LS–9,5 LU dan 91–142 BT.

El-Nino mulai terdeteksi pada akhir tahun 2014 dengan intensitas yang masih ringan. Namun sejak pertengahan 2015 intensitas El-Nino menjadi sangat kuat dan terus berlanjut hingga kuartal pertama 2016. Episode El-Nino ditunjukkan dengan anomali SST yang berada di ambang batas $+0.5^{\circ}$. Indeks Nino 3.4 (ONI) menunjukkan bahwa kekuatan El-Nino mencapai puncaknya pada pertengahan November 2015, walaupun mulai turun secara bertahap pada musim basah DJF 2015/2016 namun intensitasnya masih cukup kuat (lihat Gambar 3).

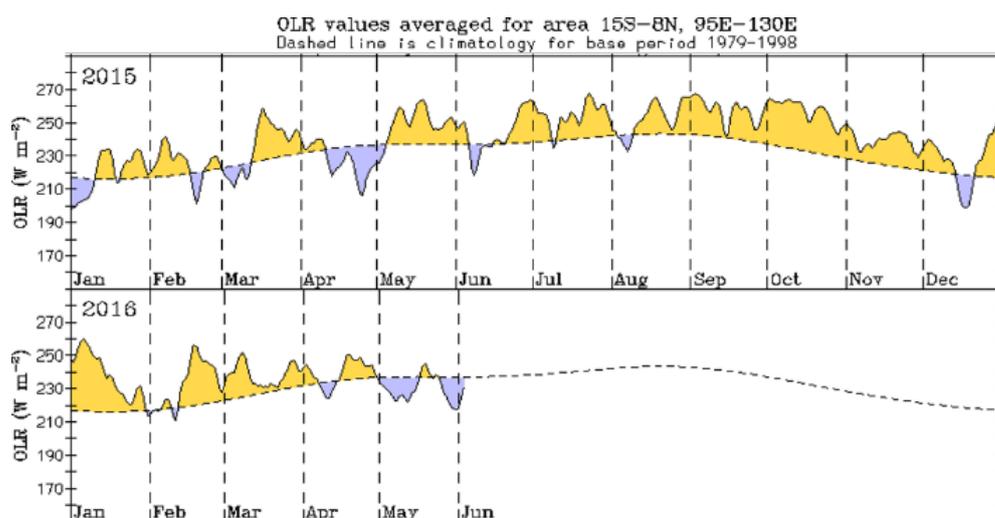


Gambar 6. Vortisitas pada 925,00 hPa Februari 2016

Pada makalah ini dibahas tentang anomali curah hujan dengan menggunakan basis klimatologi periode 1981-2010 dan dianalisis juga persentil atau nilai yang membagi distribusi data curah hujan menjadi seratus bagian yang sama besar. Persentil menunjukkan ranking data curah hujan pada bulan tertentu di tahun tersebut, persentil ke-0 menunjukkan daerah paling kering sampai persentil ke-100 daerah paling basah. Data yang digunakan berasal dari CPC-NCEP. Warna coklat pada Gambar 3 dan Gambar 4 menunjukkan anomali negatif curah hujan dengan persentil kurang dari 20% yang menunjukkan kondisi kering dibanding kondisi normalnya pada rentang klimatologi periode 1981-2010. Sebaliknya warna hijau menunjukkan anomali positif curah hujan dengan persentil lebih dari 80% menunjukkan kondisi basah dibanding kondisi normal data klimatologi 1981-2010.



Gambar 7. Fasa MJO periode J-F-M 2016. Saat indeks di dalam lingkaran pusat, MJO dianggap dalam kondisi lemah.
(Sumber: <http://www.bom.gov.au/climate/mjo/>).



Gambar 8. Rata-rata OLR di wilayah Indonesia barat dan tengah periode 2015-2016. Kurva kuning menunjukkan kondisi lebih tidak berawan daripada kondisi normal, dan kurva biru menunjukkan kondisi lebih berawan daripada kondisi normal.
(Sumber: <http://www.bom.gov.au/climate/mjo/#tabs=Regional-cloudiness>).

Gambar 4 menunjukkan bahwa sesuai dengan penelitian Hamada, dkk.¹⁰, efek kejadian El-Nino menyebabkan *onset* musim hujan datang lebih lama, terlihat hampir seluruh daerah BMI cenderung lebih kering pada bulan Desember dan Januari, dan baru mulai terlihat banyak wilayah basah pada bulan Februari. Ini menandakan bahwa onset musim hujan datang lebih lama selama DJF 2015/2016 disebabkan puncak curah hujan di wilayah Indonesia terlihat pada bulan Februari. Sesuai dengan penelitian-penelitian sebelumnya mengenai efek ENSO terhadap curah hujan di wilayah Indonesia, Gambar 4 dan 5 juga menunjukkan bahwa wilayah yang paling dipengaruhi oleh efek kejadian El-Nino yaitu wilayah timur daerah Indonesia khususnya wilayah Sulawesi. Selama DJF terlihat anomali negatif curah hujan dominan terjadi hampir di semua wilayah timur BMI.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada bulan Desember anomali negatif atau penurunan curah hujan terhadap basis klimatologi 1981-2010 terjadi hampir di seluruh wilayah BMI kecuali di Sumatera Barat, Selat Sunda, Kalimantan, Sulawesi Selatan dan Sekitar Manokwari dengan persentil di atas 80%. Pada bulan Januari terjadi penurunan curah hujan terkecuali di Aceh, Sumatera Barat, sebagian kecil Kalimantan Timur dan Manokwari dengan persentil di atas 80%. Namun, umumnya konsentrasi curah hujan terlihat melemah di wilayah-wilayah tersebut dibandingkan bulan Desember dan hampir seluruh wilayah di Indonesia mengalami anomali negatif curah hujan. Pada Gambar 4 dan 5 bulan Februari menunjukkan perubahan yang cukup signifikan di daerah barat sampai tengah BMI. Secara umum konsentrasi curah hujan di seluruh wilayah Indonesia menguat, terlihat secara jelas anomali positif curah hujan dengan konsentrasi tertinggi di daerah Kalimantan Barat. Konsentrasi curah hujan yang cukup tinggi ini disinyalir sebagai vortek Kalimantan. Diduga efek vortek Kalimantan sangat signifikan mereduksi pengaruh El-Nino sehingga curah hujan di sebagian wilayah BMI barat dan Tengah berada di atas persentil 80%.

Pada bulan Februari juga terlihat anomali positif curah hujan yang cukup besar dan konsentrasi curah hujan yang cukup tinggi dengan persentil di atas 80% di daerah timur Jawa (Madura) dan utara Sumatra (Pekanbaru). Teridentifikasi curah hujan lebat dengan persentil di

atas 80% di Pekanbaru dan Madura mengakibatkan banjir walaupun di beberapa daerah terjadi penurunan curah hujan akibat pengaruh El-Nino. Gambar 6 menguatkan dugaan pengaruh vortek Kalimantan terhadap peningkatan curah hujan di Pekanbaru dan Riau, terlihat vortisitas dengan radius yang cukup besar di barat daya Kalimantan. Fenomena ini diduga berperan signifikan terhadap kejadian hujan lebat di daerah Madura dan Pekanbaru. Walaupun pada bulan Februari 2016 MJO berada di wilayah benua maritim dengan fasa yang cukup kuat, namun nilai OLR menunjukkan bahwa tutupan awan tidak menunjukkan kondisi yang lebih berawan dari kondisi normal (Lihat Gambar 7 dan 8). Ini menunjukkan bahwa kejadian banjir yang disebabkan oleh curah hujan yang tinggi baik di Madura dan Pekanbaru tidak dipengaruhi oleh aktivitas MJO.

Selain itu, hal yang menarik adalah selama musim penghujan DJF 2015/2016 terlihat konsentrasi curah hujan yang cukup tinggi dan konsisten di wilayah Papua Barat (Manokwari dan sekitarnya). Menurut penelitian Rafi¹⁸ yang mengkaji analisis respon tipe hujan di wilayah Papua terhadap Fenomena ENSO menggunakan data curah hujan 1958-2001, menunjukkan bahwa pengaruh ENSO terhadap curah hujan di Papua bervariasi terhadap kondisi geografis, dengan wilayah yang sangat dipengaruhi oleh ENSO yaitu wilayah dataran rendah selatan. Hasil penelitian ini didukung oleh hasil penelitian Rafi¹⁸ yang menunjukkan terjadinya perubahan pola hujan pada Desember-Maret. Perubahan magnitude pada fase El-Nino dan La-Nina berkebalikan dengan yang terjadi pada pola Mei-Oktober. Rafi¹⁸ menunjukkan bahwa selama periode Desember-Maret saat kejadian El-Nino curah hujan rata-rata di wilayah Manokwari cenderung lebih tinggi dari curah hujan normal. Hal ini disebabkan oleh kondisi geografis Papua, terutama di wilayah Manokwari. Adanya variasi El-Nino terhadap curah hujan di Papua disebabkan oleh topografi pegunungan di Papua yang bersifat sebagai sekat alami yang memisahkan dataran rendah menjadi dua area geografis yang memiliki karakter yang berbeda. Daerah pegunungan di utara menunjukkan respon yang lebih kompleks terhadap kejadian ENSO.

Selama periode musim basah DJF 2015/2016 hasil analisis anomali dan persentil menunjukkan bahwa efek El-Nino paling kuat di wilayah BMI pada bulan Januari, dan efeknya dirasakan paling lemah pada bulan Februari. Walaupun indeks Nino 3.4 menunjukkan puncak intensitas episode El-Nino paling kuat pada bulan Desember, namun efek El-Nino lebih kuat pada bulan Januari disebabkan karena pada bulan Desember pengaruh El-Nino di redam oleh MJO. Fasa MJO berada di wilayah benua maritim dengan intensitas yang cukup kuat dibulan Desember menyebabkan tutupan awan berada diatas kondisi normal (lihat Gambar 8). Sebaliknya selama bulan Februari nilai indeks Nino 3.4 menunjukkan anomali positif SST turun cukup signifikan dibandingkan bulan Desember dan Januari. Selain itu diduga pengaruh vortek Kalimantan cukup kuat meningkatkan curah hujan, dapat dilihat dari curah hujan tinggi yang terkonsentrasi di barat laut Kalimantan dan efeknya meluas hingga ke hampir seluruh Sumatera, Jawa dan Kalimantan. Kondisi geografis wilayah juga berpengaruh signifikan dalam meredam pengaruh El-Nino seperti yang terjadi di wilayah Papua.

4. KESIMPULAN

Dalam penelitian ini telah dianalisis pengaruh El-Nino 2015/2016 di wilayah BMI terhadap curah hujan pada musim penghujan (DJF). Analisis anomali dan persentil curah hujan menunjukkan terjadi distribusi curah hujan spasial dan temporal yang tidak normal akibat pengaruh El-Nino di wilayah BMI. Anomali negatif curah hujan terjadi di seluruh BMI dengan puncaknya pada bulan Januari, ini menunjukkan bahwa pengaruh El-Nino paling kuat selama musim basah DJF yaitu pada bulan Januari, sebaliknya bulan Februari merupakan bulan dengan efek El-Nino paling lemah, disebabkan sebagian besar wilayah Indonesia mengalami anomali positif curah

hujan. Secara umum kejadian El-Nino sangat mempengaruhi kondisi curah hujan selama musim basah 2016. Daerah yang paling dipengaruhi oleh kejadian El-Nino yaitu wilayah timur BMI, terkecuali bagian utara Papua. Selain itu efek El-Nino juga dirasakan lemah di daerah Sumatra, Kalimantan dan sebagian besar Jawa. Kondisi iklim lokal sangat signifikan dalam meredam pengaruh El-Nino diantaranya vortek Kalimantan dan kondisi geografis pegunungan di daerah Papua utara.

UCAPAN TERIMA KASIH.

The authors would like to thank the CPC-NCEP for providing access to the data that enabled this research.

DAFTAR PUSTAKA

- ¹McBride, J.L., 1992. *The Meteorology of Indonesia and the Maritime Continent*. Fourth Int. Symp. Equatorial Atmos. Obs. Over Indonesia.
- ²Nitta, T., T. Mizuno dan K. Takahashi, 1992. Multiscale Convective Systems During The Initial Phase of the 1986/87 El-Nino. *J. Meteor. Soc. Japan*, 70, 447-466.
- ³Yasunari, T., 1981. Temporal and Spatial Variation of Monthly Rainfall in Java, Indonesia. *South East Asian Studies*, 19, 170-186.
- ⁴Hackert, E.C. dan S. Hastenrath, 1986. Mechanism of Java Rainfall Anomalies. *Mon. Wea. Rev.*, 114, 745-757.
- ⁵Aldrian, E., 1999. *Sensitivitas Curah Hujan Indonesia terhadap Suhu Permukaan daerah Nino3*. Proc. ESDAL Conference, BPP Teknologi.
- ⁶Aldrian, E., 2002. Spatial Patterns of ENSO Impact on Indonesian Rainfall. *Journal Sains dan Teknologi Modifikasi Cuaca*, 3, 5-15.
- ⁷Kirono, D. G. C., N. J. Tapper dan J. L. Mc Bride, 1999. Documenting Indonesian Rainfall in the 1997/1998 El-Nino Event. *Phys. Geogr.*, 20, 422-435.
- ⁸Gutman, G., I. Csiszar dan P. Romanov, 2000. Using NOAA/AVHRR Products to Monitor El-Nino Impacts: Focus on Indonesia 1997-98. *Bull. Amer. Meteorol. Soc.*, 81, 1189-1205.
- ⁹Curtis, S., dkk., 2001. Evolution of Tropical and Extratropical Precipitation Anomalies During the 1997-1998 ENSO Cycle. *Int. J. of Climatol.*, 21, 961-971.
- ¹⁰Hamada, J. I., dkk., 2002. Spatial and Temporal Variations of The Rainy Season over Indonesia and Their Link to ENSO. *Journal of the Meteorological Society of Japan*, 80, 285-310.
- ¹¹Aldrian, E., dan R. D. Susanto, 2003. Identification of Three Dominant Rainfall Region Within Indonesia and Their Relationship to Sea Surface Temperature. *International Journal of Climatology*.
- ¹²ESCAP, RIMES, 2015. *El-Nino 2015/2016 Impact Outlook and Policy Implications: Advisory Notes*. Science and Policy Knowledge Series.
- ¹³World Meteorological Organization, 2016. *WMO El-Nino/La-Nina Update Februari Current Situation and Outlook*.
- ¹⁴CPC/NCEP, 2016. *ENSO: Recent Evolution, Current Status and Predictions*. CPC/NCEP NOAA.
- ¹⁵Kalnay, E., dkk., 1996. The NCEP/NCAR 40-year Reanalysis Project. *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, 77, 437-470.
- ¹⁶Scian, B., dan J. Peirini, 2013. Variability and Trends of Extreme Dry and Wet Seasonal Precipitation in Argentina. A Retrospective Analysis. *Atmosfera*, Vol. 26, No. 01, 3-26.
- ¹⁷Swain, D. L., D. E. Horton, D. Singh, dan N. S. Diffenbaugh, 2016. Trends in Atmospheric Patterns Conductive to Seasonal Precipitation and Temperature Extremes in California. *Science Advance*, v.2 (4).
- ¹⁸Ahmad. R., 2012. *Analisis Respon Tipe Hujan di Wilayah Papua terhadap Fenomena ENSO*. Skripsi. Program Studi Meterologi, 1-6.