

KONDISI EKSTREM HUJAN BERBASIS OBSERVASI SATELIT TRMM DAN KRITERIA QUINTIL, POT DAN ARIMA

Arief Suryantoro

Pusat Sains dan Teknologi Atmosfer LAPAN
Jl.dr.Djundjuran 133, Bandung, 40173 Telp. (022) 6037445, 6012602;
Email : ariefsurya@bdg.lapan.go.id; ariefs_40215@yahoo.com

ABSTRACT

Any change in the probability of extreme rainfall will have important implications for engineering, insurance, urban planning and other activities which assume that the climate has been stable over the last century. Increased rainfall may cause an increase in frequency of occurrence of floods, landslides, soil erosion, silt accumulation in the dam, plains inundation and aquifer recharge area because the water table rises. Thus, the determination and calculation of extreme rainfall precisely and accurately in an area is important. The purpose of this study was to identify conditions extreme monthly rainfall, their spatial and temporal variation and prediction in the Medan Polonia Airport (3.33 ° N; 98.67 ° E) and its surroundings, Jakarta Soekarno Hatta Airport (6.13 ° S; 106 , 66 ° E) and surrounding areas, Patimura Ambon Airport (3.70 ° LS; 128.08 ° E) and its surroundings, for the observation period of January 1998 to June 2011 based on TRMM satellite observations, the quintile criteria, Peak Over Threshold (POT) and Auto Regressive Integrated Moving Average (ARIMA). The results showed that within the range observed in January 1998-June 2011 (162 months) extreme rainfall occurred in areas under review occurred several times (6-8 times) with incidence of less than 5%. Prediction using ARIMA criteria for 1 to 18 months showed that there was no rain in extreme conditions over the time and the location reviewed.

Keywords: Extreme, Quintile, POT, ARIMA, TRMM

ABSTRAK

Setiap perubahan dalam probabilitas curah hujan ekstrem akan memiliki implikasi penting untuk rekayasa, asuransi, perencanaan kota dan kegiatan lainnya yang menganggap bahwa iklim telah stabil selama abad terakhir. Peningkatan curah hujan dapat menyebabkan peningkatan frekuensi kejadian banjir, tanah

longsor, erosi tanah, akumulasi lumpur di bendungan, genangan dataran rendah dan daerah resapan akuifer karena tabel air naik. Dengan demikian, penentuan dan perhitungan kondisi hujan ekstrem yang tepat dan akurat di suatu daerah merupakan hal yang penting. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi kondisi ekstrem hujan bulanan yang meliputi variasi spasial, variasi temporal dan prediksinya di wilayah Bandara Polonia Medan (3,33 °LU; 98,67 °BT) dan sekitarnya, Bandara Soekarno Hatta Jakarta (6,13 °LS; 106,66 °BT) dan sekitarnya, Bandara Patimura Ambon (3,70 °LS; 128,08 °BT) dan sekitarnya, untuk perioda pengamatan Januari 1998 sampai Juni 2011 berbasis observasi satelit TRMM, kriteria quintil, POT (*Peak Over Threshold*) dan ARIMA (*Auto Regressive Integrated Moving Average*). Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa dalam rentang pengamatan Januari 1998-Juni 2011 (162 bulan) di daerah yang ditinjau tersebut terjadi beberapa kali (6-8 kali) kondisi ekstrem hujan, namun masih dalam prosentase kejadian < 5%. Sedang prediksi dengan menggunakan kriteria ARIMA untuk 1 sampai 18 bulan ke depan menunjukkan bahwa tidak terjadi kondisi ekstrem hujan di rentang waktu dan daerah pengamatan yang ditinjau tersebut.

Kata kunci: Ekstrim, Quintil, POT, ARIMA, TRMM

1 PENDAHULUAN

Ada beberapa indikasi dari hasil pengamatan tentang iklim yang menunjukkan ekstrem telah berubah di masa lalu. Selain itu, model iklim menunjukkan bagaimana cuaca dan iklim ekstrem bisa berubah di masa depan baik karena fluktuasi iklim secara alami atau karena kondisi pemanasan akibat gas rumah kaca. Perubahan iklim ekstrem ini baik yang melalui pengamatan maupun pemodelan biasanya berhubungan langsung dengan pemahaman tentang dampak sosial ekonomi dan ekologi yang ekstrem. Seiring dengan maraknya isu pemanasan global, yang mulai ramai diperbincangkan pada era 1980-an sampai sekarang, maka masalah curah hujan ekstrem yang diduga sebagai bagian dampak pemanasan global tersebut juga menjadi topik yang menarik untuk diteliti dan dicarikan solusinya.

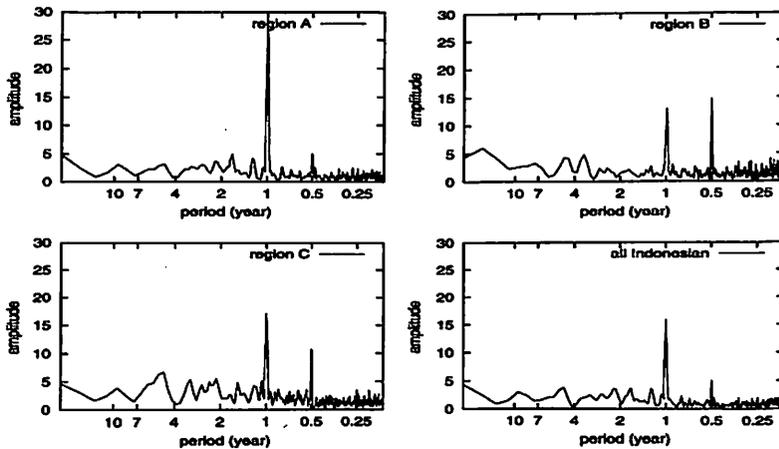
Kondisi ekstrem hujan di Indonesia pada umumnya sampai saat ini belum diketahui secara utuh, lengkap dan

terpadu secara spasial dan temporalnya. Hal ini menjadi salah satu alasan dilakukannya penelitian ini. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui dan memahami karakteristik hujan (termasuk di dalamnya adalah identifikasi kondisi ekstrem hujan bulanan yang meliputi variasi spasial, variasi temporal dan prediksinya beberapa bulan ke depan) di wilayah Bandara Polonia Medan (3,33 °LU; 98,67 °BT), Bandara Soekarno Hatta Jakarta (6,13 °LS; 106,66 °BT), Bandara Patimura Ambon (3,70 °LS; 128,08 °BT) dan sekitarnya, untuk periode pengamatan Januari 1998 sampai Juni 2011 berbasis observasi satelit TRMM (*Tropical Rainfall Measuring Mission*), kriteria quintil, POT (*Peak Over Threshold*) dan ARIMA (*Auto Regressive Integrated Moving Average*). Ketiga daerah penelitian yang dipilih tersebut mewakili daerah yang memiliki pola utama curah hujan ekuatorial, musunal dan lokal di Indonesia.

2 TINJAUAN PUSTAKA

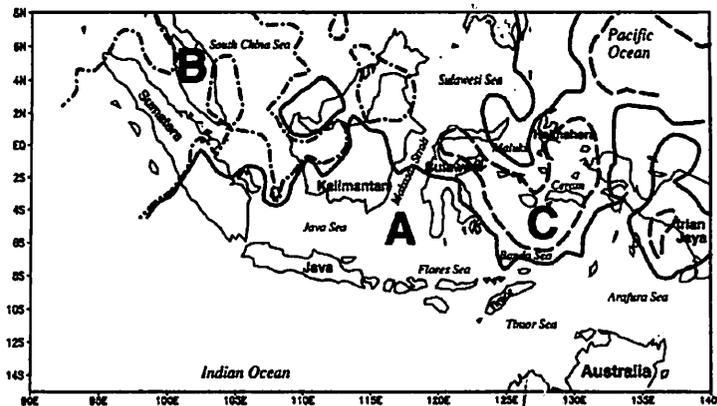
Curah hujan sebagai salah satu unsur cuaca / iklim sangat dominan pengaruhnya dan sangat terasa variasinya di wilayah tropis seperti Indonesia dibanding unsur yang lain. Mengetahui karakteristik curah hujan baik variabilitas maupun kondisi ekstremnya sangatlah penting, agar karakter tersebut dapat dikenali dan disiasati untuk dimanfaatkan sebesar-besarnya dalam segala aktivitas manusia, misalnya untuk keperluan kegiatan dalam bidang pertanian (Sri Woro B. Harijono, 2008)

Untuk wilayah Indonesia, analisis spektral terhadap curah hujan yang dilakukan oleh Aldrian dan Susanto (2003) menunjukkan adanya berbagai fenomena alam yang saling berpengaruh (saling memperkuat ataupun saling memperlemah) sehingga curah hujan di Indonesia ini memiliki rentang perioda yang sangat beragam, mulai dari harian, mingguan, bulanan, tahunan sampai antar tahunan. Hal ini ditunjukkan dalam **Gambar (2.1)** berikut.



Gambar 2.1 Analisis spektral curah hujan Indonesia yang menunjukkan adanya osilasi dengan perioda harian sampai antar tahunan di daerah berpola curah hujan musunal (A), ekuatorial (B) dan lokal (C), Aldrian dan Susanto (2003)

Adanya berbagai proses alam yang saling berpengaruh (saling memperkuat ataupun saling memperlemah) dari yang memiliki rentang perioda harian, mingguan, bulanan, tahunan sampai antar tahunan tersebut di satu sisi, menyebabkan wilayah Indonesia ini memiliki beberapa pola curah hujan. Pola-pola utama curah hujan di Indonesia yang saat ini dikenal adalah pola-pola hujan ekuatorial, musunal dan lokal. Zonasi hujan ekuatorial, musunal dan lokal tersebut ditunjukkan dalam **Gambar 2.2** berikut (Aldrian dan Susanto, 2003).



Gambar 2.2 Zonasi pola curah hujan Indonesia yang menunjukkan adanya pola-pola curah hujan musunal (A), ekuatorial (B) dan lokal (C), Aldrian dan Susanto (2003)

Pada suatu saat, berbagai proses alam yang saling berpengaruh (saling memperkuat ataupun saling memperlemah) misalnya IOD (*Indian Ocean Dipole*) negatif, La Niña dan monsun Asia, memungkinkan munculnya kondisi ekstrem hujan di wilayah Indonesia. Sebagaimana diungkap dalam Tjasyono dkk., (2008) monsun menyebabkan variasi iklim musiman, sedangkan fenomena alam lain seperti El Niño, La Niña, Osilasi Selatan dan IOD menyebabkan variasi iklim non musiman. Fenomena El Niño dan IOD (+) dapat menyebabkan penurunan jumlah curah hujan, sedangkan fenomena La Niña dan IOD (-) dapat menyebabkan peningkatan jumlah curah hujan di wilayah Indonesia.

3 DATA DAN METODOLOGI

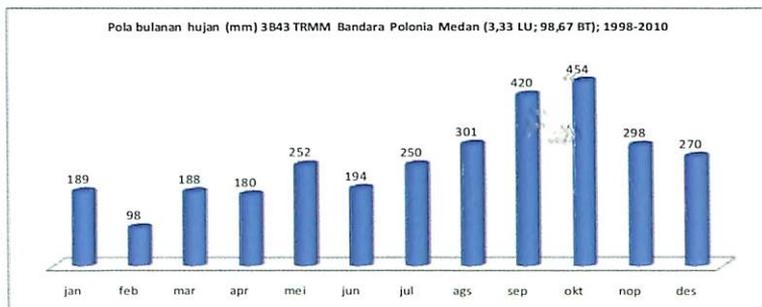
Dalam penelitian ini digunakan data curah hujan kombinasi dari sensor TMI (*TRMM Microwave Imager*) dan sensor PR (*Precipitation Radar*) satelit TMM (*Tropical Rainfall Measuring Mission*) yang dikenal sebagai data 3B43V6 TRMM. Data 3B43V6 TRMM ini memiliki resolusi spasial di permukaan $0,25^{\circ} \times 0,25^{\circ}$; cakupan area global dari $40^{\circ} \text{LU} - 40^{\circ} \text{LS}$; $180^{\circ} \text{BT} - 180^{\circ} \text{BB}$; resolusi temporal rata-rata bulanan; tersedia dari Januari 1998 sampai Juni 2011; (TRMM GSFC NASA, 2012). Data 3B43V6 TRMM ini merupakan produk data level 3 yang berasal dari gabungan dari data produk level 2 dari sensor TMI secara sendiri (2A12 TMI TRMM) dan data kombinasi level 2 dari sensor TMI dan sensor PR (yang dikenal dengan data 2B31 TRMM). Namun, perhatian utama dalam penelitian ini adalah tentang kondisi ekstrem hujan 3B43V6 TRMM di wilayah Bandara Polonia Medan ($3,33^{\circ} \text{LU}$; $98,67^{\circ} \text{BT}$) dan sekitarnya, Bandara Soekarno Hatta Jakarta ($6,13^{\circ} \text{LS}$; $106,66^{\circ} \text{BT}$) dan sekitarnya, Bandara Patimura Ambon ($3,70^{\circ} \text{LS}$; $128,08^{\circ} \text{BT}$) dan sekitarnya periode pengamatan Januari 1998 sampai Juni 2011. Mengingat data 3B43V6 TRMM ini memiliki resolusi spasial di permukaan $0,25^{\circ} \times 0,25^{\circ}$ maka yang dimaksud wilayah Bandara Polonia Medan dan sekitarnya, Bandara Soekarno Hatta Jakarta dan sekitarnya, Bandara Patimura Ambon dan sekitarnya adalah wilayah dalam luasan sekitar $27,5 \text{ km} \times 27,5 \text{ km}$, dengan koordinat geografis masing-masing bandara tersebut sebagai pusatnya ataupun terdapat didalam luasan grid data.

Pengolahan data dilakukan dengan memanfaatkan software *HDFviewer* (*Hierarchy Data Format viewer*) dan *GrADS* (*The Grid Analysis and Display System*). Penentuan nilai ekstrem hujan mengacu pada kriteria Quintil sebagaimana dilakukan dalam TCC JMA (2011) dan POT (*Peak Over Threshold*) sebagaimana dilakukan dalam Fowler dan Kilsby (2003). Analisis pola (*pattern analysis*) diterapkan terhadap hasil pengolahan data yang diperoleh tersebut sehingga dapat diperoleh gambaran kondisi ekstrem hujan di daerah Bandara Polonia Medan, Bandara Soekarno Hatta Jakarta, Bandara Patimura Ambon dan sekitarnya, masing-masing pada perioda pengamatan Januari 1998 sampai Juni 2011. Sedang prediksi 1 sampai 18 bulan ke depan dilakukan dengan memanfaatkan perangkat lunak ARIMA (*Auto Regressive Integrated Moving Average*), sebagaimana dilakukan dalam Bey (2003).

4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 HASIL

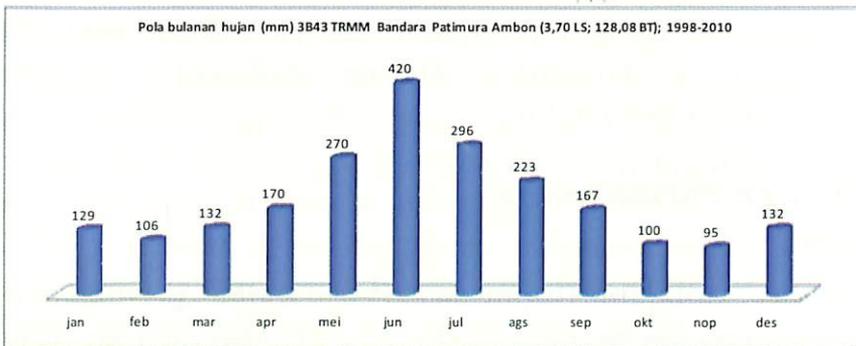
Pola Bulanan Hujan 3B43V6 TRMM, prediksinya dan kondisi ekstremnya berdasar kriteria POT, Quintil dan ARIMA di Bandara Polonia Medan, Bandara Soekarno Hatta Jakarta dan Bandara Patimura Ambon dan sekitarnya disajikan dalam **Gambar 4.1** sampai **4.6** berikut.



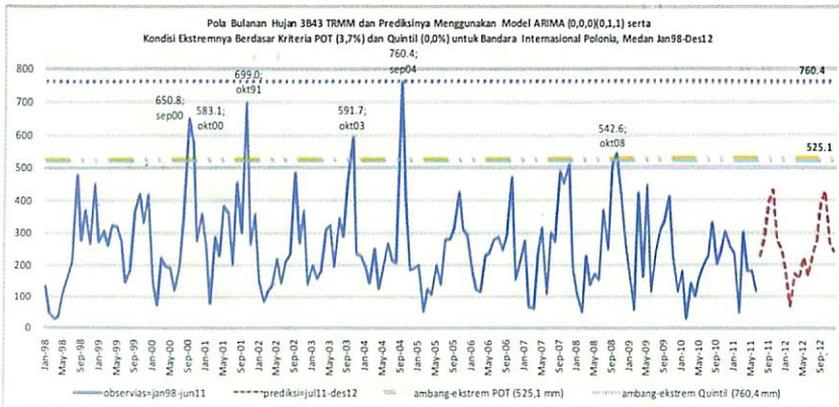
Gambar 4. 1 Pola bulanan hujan di Bandara Polonia Medan dan sekitarnya perioda Januari 1998-Desember 2010



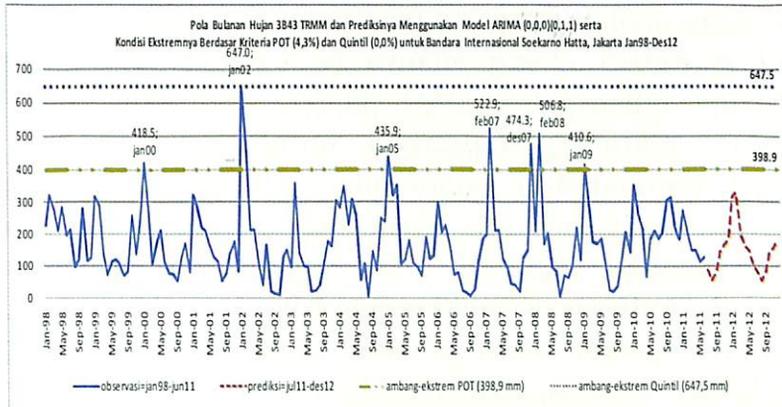
Gambar 4. 2 Sama dengan gambar 4.1, tetapi untuk daerah Bandara Soekarno Hatta Jakarta dan sekitarnya



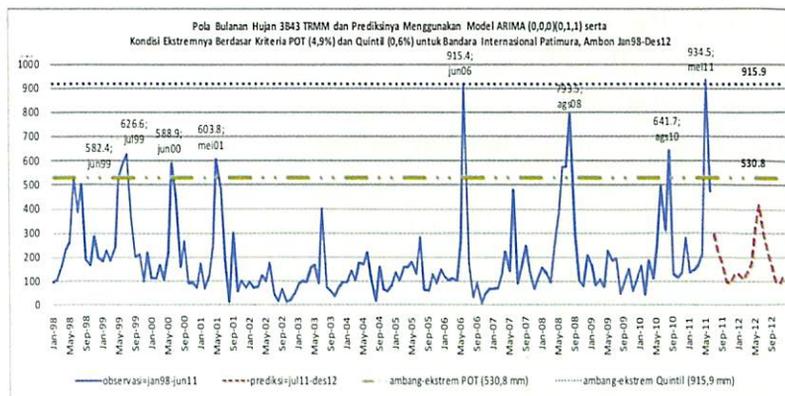
Gambar 4. 3 Sama dengan gambar 4.1, tetapi untuk daerah Bandara Patimura Ambon dan sekitarnya



Gambar 4. 4 Pola bulanan hujan, prediksi dan kondisi ekstremnya di Bandara Polonia Medan perioda Januari 1998 Desember 2012



Gambar 4.5 Sama dengan gambar 4.4, tetapi untuk daerah Bandara Soekarno Hatta Jakarta



Gambar 4.6 Sama dengan gambar 4.4, tetapi untuk daerah Bandara Patimura Ambon

Dari **Gambar (4.1)** sampai **(4.3)** terlihat bahwa ke tiga daerah yang dipilih memang menunjukkan adanya pola curah hujan equatorial untuk wilayah Bandara Polonia Medan (3,33 °LU; 98,67 °BT) dan sekitarnya, pola curah hujan monsunal untuk wilayah Bandara Soekarno Hatta Jakarta (6,13 °LS; 106,66 °BT) dan sekitarnya, dan pola curah hujan lokal untuk wilayah Bandara Patimura Ambon (3,70 °LS; 128,08 °BT) dan sekitarnya. Meskipun terdapat sedikit perbedaan (terutama pada pola curah hujan equatorial / **Gambar 4.1**), yaitu tidak terdapatnya akumulasi hujan yang tinggi pada bulan-bulan MAM (Maret, April, Mei), namun secara garis besar terdapat kesesuaian pola yang baik antara penelitian ini dengan hasil penelitian lainnya misalnya Aldrian dan Susanto (2003) ataupun Tjasyono (2004). Yang masih tersisa (belum dapat diungkap secara tuntas) dalam

penelitian ini adalah faktor-faktor fisis meteorologis apakah yang menjadi penyebab utama adanya puncak-puncak (akumulasi) hujan pada bulan-bulan MAM (Maret, April, Mei) dan SON (September, Oktober, Nopember) untuk pola curah hujan equatorial (**Gambar 4.1**), bulan-bulan DJF (Desember, Januari, Februari) untuk pola curah hujan musonal (**Gambar 4.2**) dan pada bulan-bulan JJA (Juni, Juli, Agustus) untuk pola curah hujan lokal / anti musonal (**Gambar 4.3**).

Dari **Gambar (4.4)** sampai **(4.6)** diperoleh gambaran umum bahwa kondisi ekstrem hujan terjadi di semua daerah yang dipilih dalam penelitian ini jika digunakan kriteria POT (sebagaimana dilakukan oleh Fowler dan Kilsby, 2003) dengan jumlah kejadian ekstrem 6 kali atau dengan prosentase kejadian 3,7% (untuk Bandara Polonia Medan dan sekitarnya, **Gambar 4.4**), dengan jumlah kejadian ekstrem 7 kali atau dengan prosentase kejadian 4,3% (untuk Bandara Soekarno Hatta Jakarta dan sekitarnya, **Gambar 4.5**), sampai 8 kejadian ekstrem hujan atau dengan prosentase kejadian 4,9% (untuk Bandara Patimura Ambon dan sekitarnya, **Gambar 4.6**). Namun jika diterapkan kriteria quintil (sebagaimana dilakukan oleh TCC JMA, 2011) maka kejadian ekstrem hujan hanya terjadi sekali di Bandara Patimura Ambon dan sekitarnya (**Gambar 4.6**) pada bulan Mei 2011. Di tempat lain tidak terjadi kondisi ekstrem hujan (**Gambar 4.4 dan 4.5**).

Prediksi dengan menggunakan kriteria ARIMA, sebagaimana dilakukan dalam Bey (2003), untuk 1 sampai 18 bulan ke depan menunjukkan bahwa tidak terjadi kondisi ekstrem hujan di rentang waktu dan daerah pengamatan yang ditinjau tersebut.

4.2 PEMBAHASAN

Sebagaimana diungkap di atas bahwa, ke tiga daerah yang dipilih memang menunjukkan adanya pola curah hujan ekuatorial untuk wilayah Bandara Polonia Medan (3,33 °LU; 98,67 °BT) dan sekitarnya, pola curah hujan musonal untuk wilayah Bandara Soekarno Hatta Jakarta (6,13 °LS; 106,66 °BT) dan sekitarnya, dan pola curah hujan lokal untuk wilayah Bandara Patimura Ambon (3,70 °LS; 128,08 °BT) dan sekitarnya. Faktor-faktor fisis meteorologis apakah yang menjadi penyebab

utama adanya puncak-puncak (akumulasi) hujan pada bulan-bulan tersebut belum dapat diungkap secara tuntas dalam penelitian ini. Dugaan yang dapat diungkap pada penelitian tahap ini adalah adanya pergerakan semu matahari setiap tahunnya dari *tropic of cancer* (23,5 °LU pada 22 Juni) ke equator (0 °LU/°LS pada 21 Maret dan 23 September) kemudian ke *tropic of Capricorn* (23,5 °LS pada 22 Desember) sebagai penyebab terjadinya pola hujan equator; adanya fenomena monsun Asia Timur dan Asia Tenggara serta monsun Australia Utara yang pada bulan-bulan DJF (Desember, Januari, Februari) serta JJA (Juni, Juli, Agustus) melintasi wilayah Indonesia sebagai penyebab terjadinya pola hujan monsun; dan adanya arlindo (arus lintas Indonesia) yang membawa massa air dari Samudera Pasifik menuju Samudera Hindia melintasi wilayah laut di Indonesia (Selat Makasar, Laut Maluku dan Laut Banda) juga diduga sebagai penyebab terjadinya pola hujan lokal.

Serupa dengan faktor utama terjadinya pola-pola hujan equatorial, monsun dan lokal (yang belum dapat diungkap secara tuntas pada penelitian tahap ini), faktor-faktor fisis meteorologis apakah yang menjadi penyebab utama adanya kondisi ekstrem hujan di daerah yang ditinjau dalam penelitian ini juga belum dapat diungkap secara tuntas. Dugaan yang dapat diungkap pada penelitian tahap ini adalah adanya gabungan kejadian-kejadian/fenomena regional dan global seperti IOD (*Indian Ocean Dipole*) Negatif dan La-Niña yang kemungkinan muncul bersama-sama ataupun berbeda waktu yang relatif pendek.

Namun demikian, untuk memberikan gambaran yang lebih baik terhadap kondisi ekstrem hujan di daerah yang ditinjau dalam penelitian ini dalam kaitannya dengan indeks oseanik Niño dan IOD (*Indian Ocean Dipole*), dapat dilihat dalam **Tabel 4.1** berikut. Keterangan tambahan, nilai indeks oseanik ONI positif artinya kondisi suhu muka laut Samudera Pasifik di daerah Niño 3.4 berkaitan dengan fenomena El Niño, dan sebaliknya nilai indeks oseanik ONI negatif artinya kondisi suhu muka laut Samudera Pasifik di daerah Niño 3.4 tersebut berkaitan dengan fenomena La Niña. Sedang, nilai indeks IOD positif artinya kondisi suhu muka laut Samudera Hindia di sebelah timur Afrika dan sebelah barat Sumatera berkaitan dengan fenomena IOD (+), dan sebaliknya nilai indeks IOD negatif artinya kondisi suhu

muka laut Samudera Hindia di sebelah timur Afrika dan sebelah barat Sumatera tersebut berkaitan dengan fenomena IOD (-).

Tabel 4.1 Kondisi ekstrem hujan dalam kaitannya dengan indeks oseanik Niño dan IOD

Kriteria	Lokasi	Perioda	Ekstrem (mm)	Indeks	
				IOD(*)	ONI(**)
POT	Bandara Polonia Medan	September 2000	650,8	+0,18	-0,5
		Oktober 2000	583,1	-0,11	-0,6
		Oktober 2001	699,0	-0,33	-0,2
		Oktober 2003	591,7	+0,65	+0,4
		September 2004	760,4	+0,07	+0,7
		Oktober 2008	542,6	+0,15	-0,2
	Bandara Soekarno Hatta Jakarta	Januari 2000	418,5	-0,30	-1,7
		Januari 2002	647,0	-0,03	-0,2
		Januari 2005	435,9	-0,98	+0,6
		Februari 2007	522,9	+0,07	+0,3
		Desember 2007	474,3	-0,42	-1,4
		Februari 2008	506,8	-0,63	-1,5
	Bandara Patimura Ambon	Januari 2009	410,6	-0,05	-0,9
		Juni 1999	582,4	-0,14	-1,0
		Juli 1999	626,6	-0,06	-1,0
		Juni 2000	588,9	+0,56	-0,7
		Mei 2001	603,8	+0,55	-0,2
		Juni 2006	915,4	-0,15	+0,1
Agustus 2008		793,5	+0,63	-0,2	
Agustus 2010	641,7	+0,50	-1,2		
	Mei 2011	934,5	xxx	-0,4	
Quintil	Bandara Polonia Medan	-	-		
	Bandara Soekarno Hatta Jakarta	-	-		
	Bandara Patimura Ambon	Mei 2011	934,5	xxx	-0,4

(*): http://jamstec.go.jp/frgc/research/d1/iod/DATA/dmi_HadISST.txt.

(**): <http://www.nws.noaa.gov>.

xxx : data tidak tersedia

5 KESIMPULAN

Dalam rentang pengamatan Januari 1998-Juni 2011 (162 bulan) di daerah yang ditinjau dalam penelitian terjadi beberapa

kali (6-8 kali) kondisi ekstrem hujan, jika digunakan kriteria POT, namun masih dalam prosentase kejadian < 5%. Sedang jika digunakan kriteria quintil maka hanya terjadi satu kali kondisi ekstrem hujan, yaitu pada bulan Mei 2011 di wilayah Bandara Patimura Ambon dan sekitarnya. Prediksi dengan menggunakan kriteria ARIMA untuk 1 sampai 18 bulan ke depan menunjukkan bahwa tidak terjadi kondisi ekstrem hujan di rentang waktu dan daerah pengamatan yang ditinjau tersebut.

DAFTAR RUJUKAN

- Sri Woro B. Hariyono, (2008): Analisis Dinamika Atmosfer di Bagian Utara Ekuator Sumatera Pada Saat Peristiwa El Niño dan Dipole Mode Positif Terjadi Bersamaan, *Jurnal Sains Dirgantara*, vol.5 no.2, Juni 2008, 130 – 148.
- Aldrian, E. and R.D. Susanto, (2003): Identification of Three Dominant Rainfall Regions within Indonesia and Their Relationship to Sea Surface Temperature, *Intl. Jour. of Climate*, **23**, 1435-1452.
- Tjasjono, B.H.K., A. Lubis, I. Juaeni, Ruminta dan S.W.B. Harijono, (2008): Dampak Variasi Temperatur Samudera Pasifik dan Hindia Ekuatorial terhadap Curah Hujan di Indonesia, *Jurnal Sains Dirgantara* vol. 5 no.2, Juni 2008, 83 – 95.
- TRMM GSFC NASA, *Data Products*,
http://trmm.gsfc.nasa.gov/data_dir/data.html (diakses 02 April 2012).
- TCC-JMA, Explanation of Monthly, Seasonal and Annual Climate in the World : Explanation of Precipitation Quintile, 2011,
<http://ds.data.jma.go.jp/tcc/tcc/products/climate/explanation/quintile.html>; (diakses April 2011).
- Fowler, H.J. and Kilsby, C.G., (2003): A Regional Frequency Analysis of United Kingdom Extreme Rainfall from 1961 to 2000, *International Journal of Climatology*, **11**, 1313-1334.
- Bey, A., (2003): Prospek Model ARIMA Sebagai Alat Prediksi Curah Hujan Stasiun Karawang Sebagai Studi Kasus, *Prosiding Temu Ilmiah Prediksi Cuaca dan Iklim Nasional 2002*, Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN), Jakarta, 39 – 44.

Tjasyono, B.H.K., (2004): Monsun. *Dari : Klimatologi*, Penerbit ITB, Bandung, pp.71-77.

<http://www.nws.noaa.gov> (diakses 13 Agustus 2012).

http://jamstec.go.jp/frcgc/research/d1/iod/DATA/dmi_HadISST.txt (diakses 13 Agustus 2012).