

Pengaruh Southerly Surge Terhadap Curah Hujan di Wilayah Nusa Tenggara Timur Pada Bulan Januari 2007

Taryono¹, Natalia Eunike Ruwe²

¹Sub Bidang Prediksi Cuaca, BMKG Jakarta

²Stasiun Meteorologi Wai Oti Maumere NTT

Abstrak. Wilayah dengan tipe hujan monsun pada umumnya memiliki puncak curah hujan pada bulan Januari. Namun pada bulan Januari 2007, sebagian besar wilayah dengan tipe curah hujan monsun mengalami anomali negatif, yang berarti terjadi penurunan curah hujan. Berdasarkan penelitian Taryono (2012), aktifitas southerly surge berpengaruh terhadap penurunan curah hujan atau fase *break* monsun di Pulau Jawa. Oleh sebab itu dilakukan penelitian untuk mengetahui keterkaitan antara aktifitas southerly surge terhadap penurunan curah hujan Januari 2007 khususnya di Nusa Tenggara Timur. Indeks southerly surge ditentukan dengan cara menghitung variansi angin meridional harian rata-rata bulan Januari 1980-2010 sehingga memperoleh indeks surge 11,5 m/s. Pada bulan Januari 2007 terdapat dua kali kejadian southerly surge, yaitu pada tanggal 3 dan 11 Januari 2007. Hasil analisis keduanya menunjukkan bahwa penurunan curah hujan di wilayah Nusa Tenggara Timur disebabkan oleh aktifitas southerly surge. Southerly surge ini menggeser *Intertropical Convergence Zone (ITCZ)* ke utara sehingga menyebabkan penurunan curah hujan di wilayah Nusa Tenggara Timur, sebagai akibat dari tertahannya massa udara basah dari Belahan Bumi Utara dan masuknya massa udara kering dan dingin dari Belahan Bumi Selatan. **Kata kunci:** monsun, southerly surge, *Intertropical Convergence Zone (ITCZ)*, fase *break* monsun.

Abstract The region with monsoonal type has rainfall peak on January. However, on January 2007, monsoonal type region has negative anomaly, it means that there is a decreasing rainfall. Based on research of

Taryono (2012), southerly surge activity influenced to the decreasing of rainfall of monsoon break phase at Java island. Therefore, this research was conducted to understand the relation between southerly surge activity to the decreasing of rainfall in January 2007, especially at East Nusa Tenggara. Southerly surge index was conducted by calculating the variance of daily average meridional wind during January 1980-2010, therefore found the surge indices 11,5 m/s. In January 2007 occurs 2 phenomena of southerly surge on January, 3rd and 11th 2007. The result both of those days show that the decreasing of rainfall in East Nusa Tenggara caused by southerly surge activity which is replacing monsoon through Nortward, therefore causes the decreasing of rainfall in East Nusa Tenggara as the effects of the restrained of moist air from Northern hemisphere and the coming of dry and cold air from Southern hemisphere. **Keywords:** monsun, southerly surge, *Intertropical Convergence Zone (ITCZ)*, phase of monsoon break.

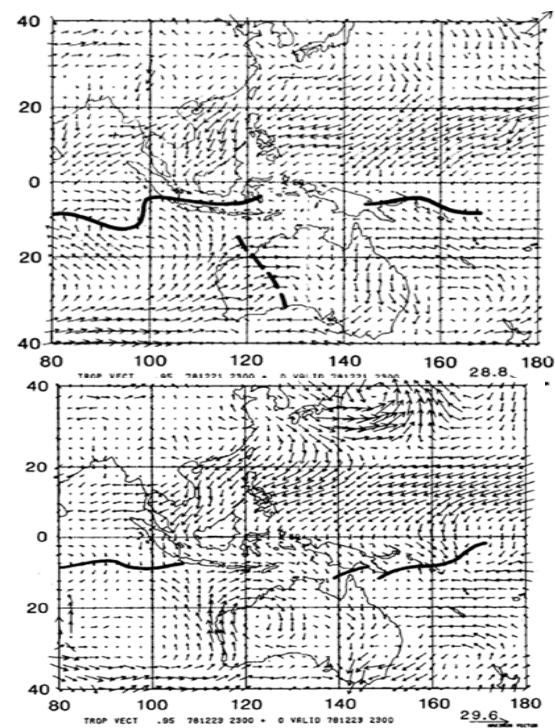
Pendahuluan

Wilayah Indonesia terletak diantara dua sistem monsun utama dunia yaitu monsun Asia dan Australia. Hal ini disebabkan oleh adanya perbedaan sistem tekanan udara di Benua Asia dan Benua Australia secara periodik. Kedua sistem monsun ini memegang peranan penting terhadap distribusi curah hujan di sebagian besar wilayah Indonesia, khususnya wilayah dengan tipe curah hujan monsun. Aktifitas monsun sering diasosiasikan dengan adanya gangguan sinoptik (*synoptic disturbance*)

pada wilayah yang dilaluinya yang menyebabkan terjadinya hujan lebat yang bergerak merambat ke seluruh wilayah monsun. Sirkulasi Monsun Asia ditandai dengan menguatnya aktifitas angin baratan di bagian selatan ekuator wilayah Indonesia, yang terjadi sekitar awal Desember dan berakhir pada akhir Februari bahkan hingga pertengahan Maret (Kajikawa, dkk., 2009). Terjadinya aktifitas Monsun Asia ini membawa massa udara yang kaya uap air ke wilayah Indonesia sehingga sering diasosiasikan dengan terjadinya musim hujan pada sebagian besar wilayah di Indonesia.

Distribusi curah hujan di wilayah Indonesia dengan tipe hujan monsun sangat dipengaruhi oleh aktifitas Monsun Asia. Namun tidak selamanya kondisinya berlangsung normal. Hal ini disebabkan oleh gangguan cuaca lainnya yang menyebabkan anomali tersebut. Salah satu gangguan cuaca yang diduga menyebabkan anomali tersebut adalah aktivitas *southerly surge*. Menurut penelitian yang dilakukan Amelia (2010), adanya *southerly surge* yang menjalar ke arah equator merupakan salah satu penyebab terjadinya penurunan curah hujan di sebagian wilayah Indonesia pada bulan Januari. Sedangkan menurut Hermawanto (2011), adanya penguatan angin selatan (southerly surge) dari sekitar pantai barat Australia yang menyebabkan terjadinya periode *break* saat Monsun Asia.

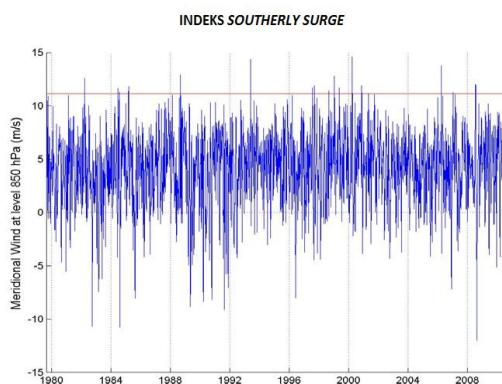
Southerly surge merupakan gejala meteorologis yang mirip dengan *cold surge* yang berasal dari selatan. Massa udara ini dibawa dari lintang menengah Belahan Bumi Selatan (BBS) yang menjalar menuju equator. Surge yang berasal dari pantai barat Australia berpengaruh terhadap aktifitas monsun selama musim panas. Pada saat puncak monsun Australia, surge dari pantai barat Australia datang bersamaan dan hal ini mempengaruhi aktifitas konvektif di wilayah Monsun Australia. (Davidson, dkk., 1983). Surge ini merupakan aliran angin geostropik yang disebabkan oleh gradient tekanan timur-barat yang lemah di sekitar pantai barat Australia, seperti yang ditunjukkan Gambar 1.



Gambar 1. Kondisi sinoptik pada perkembangan southerly surge tanggal 22 (atas) dan 24 (bawah) Desember 1978 (Sumber : Davidson, dkk., 1983)

Penelitian yang dilakukan (Fukutomi dan Yasunari, 2005) memperlihatkan bahwa saat *southerly surge* di timur India terdapat gelombang angin meridional dari ekstratropis menuju tropis. Pada saat *onset surge*, aliran angin tenggara-selatan dari subtropis Belahan Bumi Selatan menuju selatan Teluk Benggala di sekitar timur Samudera Hindia. Aliran dari *surge* ini bertemu dengan aliran Monsun baratan Asia yang diperpanjang dari laut Arab sampai Filipina.

Untuk melihat penjalaran dari aktifitas *southerly surge* digunakan indeks *southerly surge* dengan berdasarkan parameter angin. (Fukutomi dan Yasunari, 2005) menentukan indeks *southerly surge* dengan menghitung varian dari angin meridional harian rata-rata. Taryono (2012) telah menentukan indeks *southerly* dengan menggunakan kriteria angin, dimana berdasarkan intensitasnya yaitu intensitas kuat (>13.1 m/s), intensitas sedang (12.1-13 m/s) dan intensitas lemah (11.1-12 m/s). Dalam penelitiannya juga, Taryono (2012) melihat bahwa *southerly surge* tidak hanya terjadi pada saat monsun Australia, tetapi dapat juga terjadi pada saat monsun Asia atau bersamaan dengan aktifitas *cold surge*.



Gambar 2. Indeks Southerly Surge. Warna merah menunjukkan batas indeks yaitu 11,1 m/s (sumber: Taryono, 2012)

Dalam Penelitian yang dilakukan Taryono (2012), telah membuat indeks *southerly surge* berdasarkan intensitasnya menjadi kuat, sedang dan lemah. Dimana semakin kuat intensitasnya maka semakin besar dampaknya terhadap penurunan curah hujan di Pulau Jawa pada bulan Januari. Berangkat dari hal tersebut maka penting untuk melakukan penelitian mengenai pengaruh atau dampak aktifitas *southerly surge* terhadap distribusi curah hujan di wilayah lainnya di luar wilayah Jawa. Penelitian ini bertujuan untuk memahami keterkaitan antara aktifitas di wilayah Nusa Tenggara Timur pada bulan Januari 2007 dengan harapan dapat menambah pemahaman mengenai fenomena tersebut, mengingat aktifitas *southerly surge* ini belum banyak yang mengkaji.

Metodologi

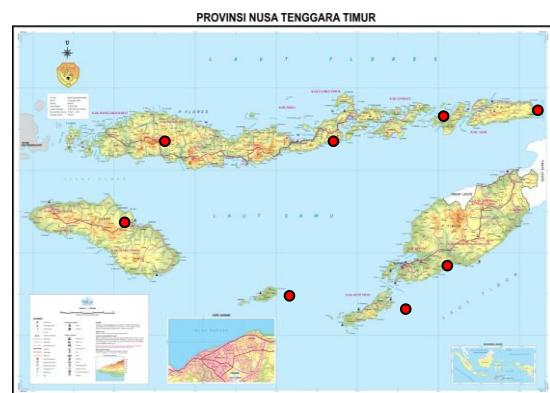
Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Data curah hujan observasi harian bulan Januari 2007 yang di dapat dari BMKG. Untuk data curah hujan observasi harian digunakan data dari delapan stasiun pengamat curah hujan yang ada di wilayah Nusa Tenggara Timur yaitu di wilayah Ruteng, Rote, Kupang, Maumere, Waingapu, Sabu, Lewoleba dan Alor.
2. Data Angin dan Kelembaban Spesifik Reanalisis (ERA-Interim ECMWF). Data yang digunakan pada penelitian ini berupa data angin (*u* dan *v*) 24 jam dan data kelembaban spesifik (*q*) pada lapisan standar (850, 700, 500, 300 dan 200 mb) dengan resolusi $0,025^{\circ} \times 0,025^{\circ}$. Data angin reanalisis ini nantinya digunakan untuk melakukan identifikasi kejadian *southerly surge* serta untuk menggambarkan pola angin saat periode

southerly surge. Data kelembaban spesifik digunakan untuk mengetahui transport kelembaban (uap air) pada saat periode kejadian *southerly surge*. Data dapat diperoleh pada <http://data-portal.ecmwf.int/>

3. Data Satelit TRMM

Data satelit TRMM Januari 2007 yang diunduh dari <http://mirador.gsfc.nasa.gov/cgi-bin/mirador/presentNavigation> dengan resolusi spasial $0,025^{\circ} \times 0,025^{\circ}$ dan resolusi temporal 24 jam.

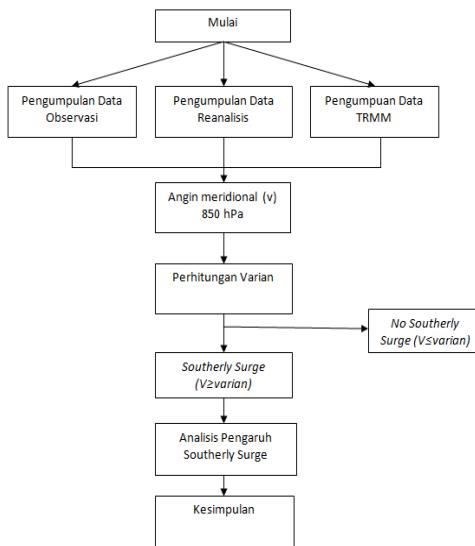


Gambar 3. Lokasi delapan pos pengamatan curah hujan yang digunakan dalam penelitian, yaitu Ruteng, Rote, Kupang, Maumere, Waingapu, Sabu, Lewoleba dan Alor

Tahap pertama pada penulisan ini ialah mengidentifikasi kejadian *southerly surge* dengan kriteria angin, yaitu metode yang dikembangkan oleh Fukutomi dan Yasunari dalam mengidentifikasi *southerly surge* di Timur Samudera India. Metode ini diterapkan untuk peristiwa *southerly surge* di barat Australia atau selatan Indonesia dengan alasan karena terjadi pada bagian belahan bumi yang sama yaitu di Belahan Bumi Selatan (BBS).

Salah satu metode identifikasi *southerly surge* yaitu dengan cara menghitung variansi angin meridional (*v*) rata-rata harian pada daerah *surge* ($15-30^{\circ}$ LS dan $105-115^{\circ}$ BT). Jika angin meridional rata-rata harianya lebih besar dari nilai varian, maka diidentifikasi sebagai kejadian *southerly surge*. Pada *streamline*, kejadian *southerly surge* ditandai dengan penguatan angin selatan dari Samudera Hindia sebelah Barat Australia menuju ekuator Indonesia yang menyebabkan pergeseran *Intertropical Convergence Zone (ITCZ)* ke arah Belahan Bumi Utara. Setelah mengidentifikasi kejadian *southerly surge* untuk kejadian bulan Januari 2007, dilakukan analisis untuk pola angin meridional pada lapisan 850mb dan transport kelembaban untuk mengetahui penjalaran

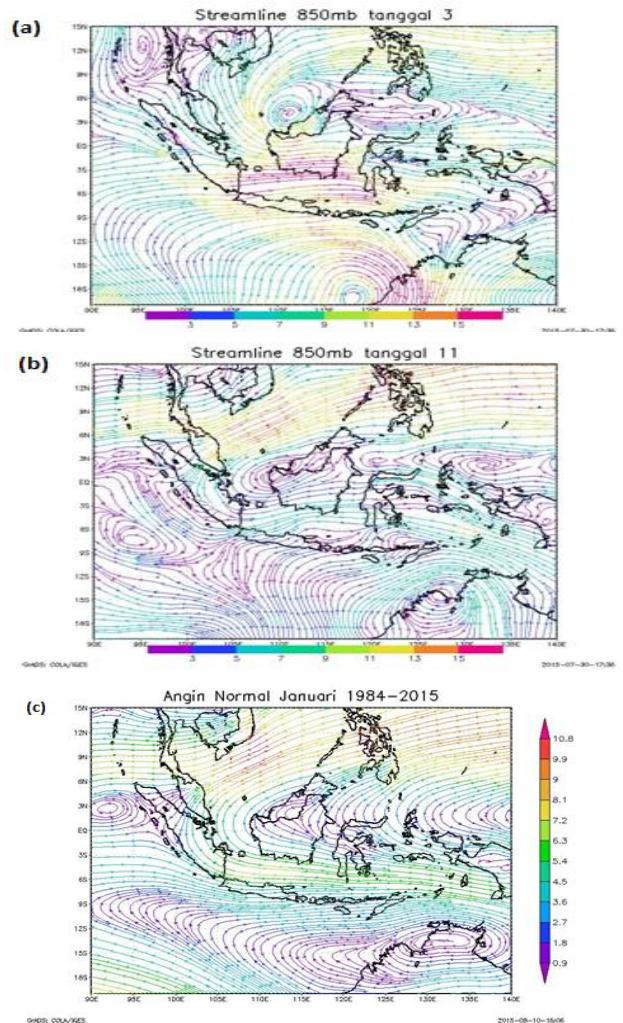
southerly surge serta dampaknya terhadap curah hujan di wilayah Nusa Tenggara Timur.



Gambar 4. Diagram Alir Penelitian

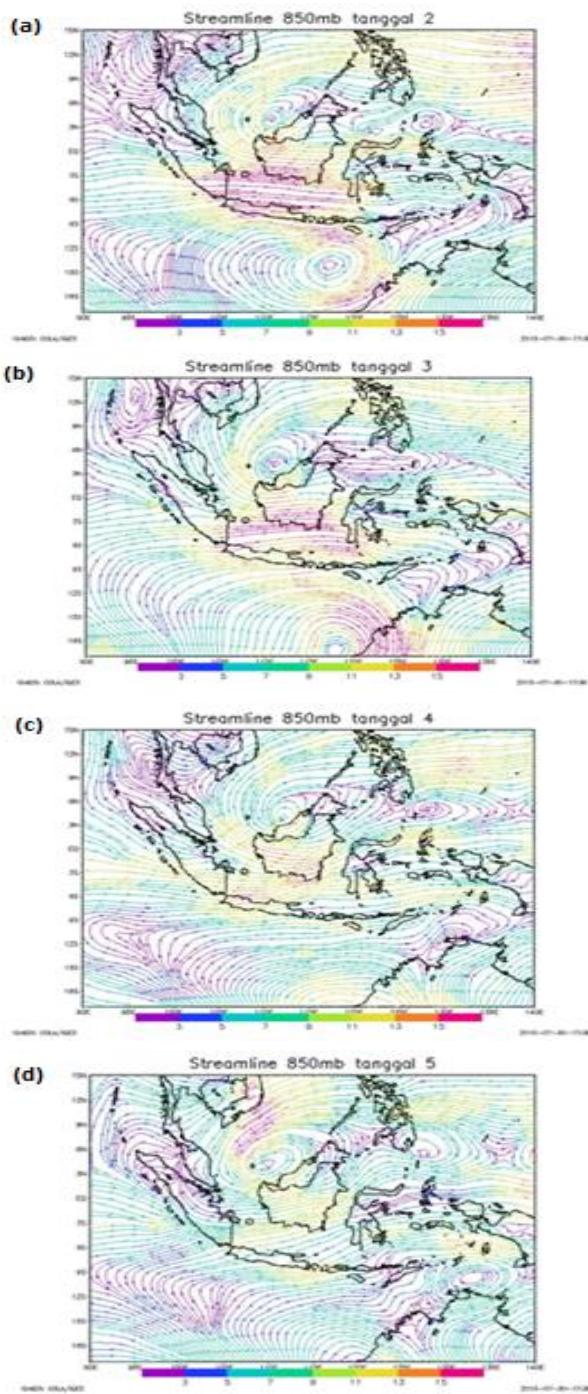
Hasil dan Pembahasan

Southerly Surge yang teridentifikasi pada bulan Januari 2007 sebanyak 2 kejadian tetapi keduanya memiliki pola angin synoptik yang berbeda. Untuk kasus pertama yaitu kejadian *southerly surge* tanggal 3 Januari 2007 memiliki pola angin yang hampir sama dengan pola angin normalnya pada bulan Januari. Namun *southerly surge* ini berhasil menyebabkan pergeseran *Intertropical Convergence Zone (ITCZ)* ke arah Belahan Bumi Utara. Sedangkan pada kasus kedua yaitu kejadian *southerly surge* tanggal 11 Januari 2007 memiliki pola yang lebih kompleks dan berbeda dengan pola angin normalnya pada bulan Januari. Perbedaan pola angin synoptik ini dipengaruhi oleh adanya beberapa pusat tekanan rendah dan *eddy* di sekitar Indonesia. Walaupun terdapat perbedaan pola angin sinoptik pada kedua kejadian *southerly surge* tersebut, keduanya sama-sama mempengaruhi letak *Intertropical Convergence Zone (ITCZ)* yang bergeser. Pergeseran *Intertropical Convergence Zone (ITCZ)* ini dapat mengakibatkan fase *break* di wilayah Indonesia bagian selatan pada saat monsun Asia di Belahan Bumi Utara.



Gambar 5. Pola angin saat southerly surge pada (a) tanggal 3 Januari 2007, (b) tanggal 11 Januari 2007 dan (c) Angin Normal Januari 1984–2015.

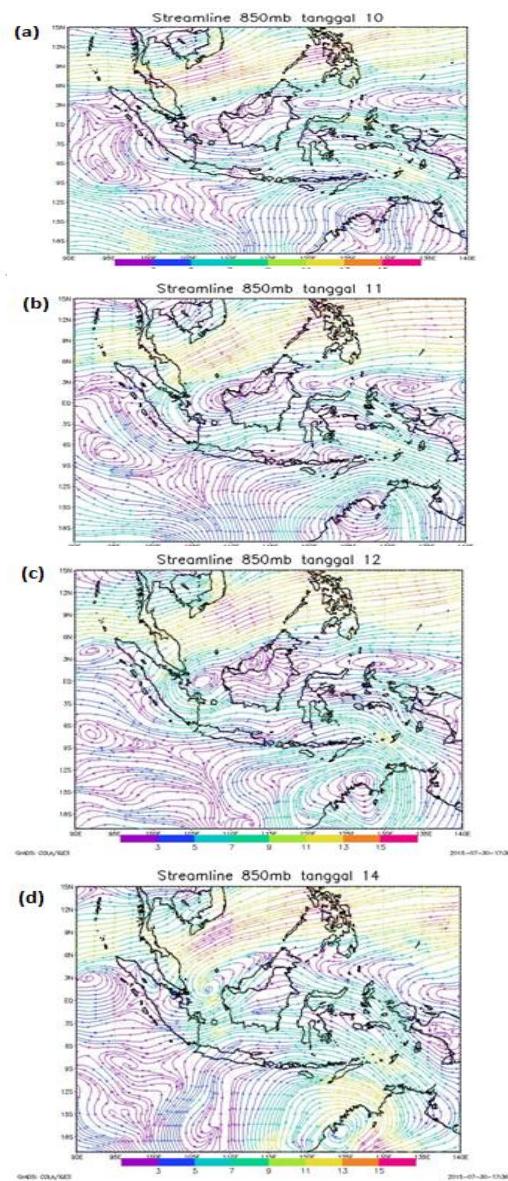
Pada kejadian *southerly surge* tanggal 3 Januari 2007, penjalaran angin selatan dari Samudera Hindia sebelah Barat Australia cukup kuat. Selain menggeser *Intertropical Convergence Zone (ITCZ)* ke utara, juga diduga merupakan salah satu penyebab bertahan lamanya pusaran di sebelah Barat Laut Kalimatan atau yang dikenal dengan nama *Borneo Vortex*, sebagai akibat dari interaksi antara angin monsunal dari Belahan Bumi Utara dengan angin selatan yang cukup kuat.



Gambar 6. Pola angin saat southerly surge pada (a) 1 hari sebelum, (b) saat kejadian 3 Januari 2007, (c) 1 hari sesudah dan (d) 2 hari sesudah

Dari gambar di atas, dapat dilihat bahwa penjalaran angin selatan dari Samudera Hindia sebelah Barat Australia yang menyebabkan pergeseran *Intertropical Convergence Zone (ITCZ)* ke arah akuator dan semakin bergeser ke arah utara. Posisi *Intertropical Convergence Zone (ITCZ)* pada bulan Januari atau saat matahari di Belahan Bumi Selatan adalah pada 5^0LS hingga 10^0LS , namun pada saat terjadi *southerly surge*

posisi *Intertropical Convergence Zone (ITCZ)* bergeser sekitar 3^0LS . Pada umumnya, angin dominan di Nusa Tenggara Timur pada bulan Januari atau saat Monsun Asia adalah angin baratan. Namun, dapat dilihat bahwa pada satu hari sebelum sampai dua hari sesudah terjadinya *southerly surge*, pola angin di Nusa Tenggara Timur cenderung variatif dari utara, kemudian dari barat dan dari selatan. Sedangkan pada kejadian *southerly surge* tanggal 11 Januari 2007, pola angin synoptiknya terlihat lebih kompleks. Hal ini disebabkan oleh munculnya beberapa pusaran pusat tekanan rendah dan *eddy* di sekitar wilayah Indonesia.



Gambar 7. Pola angin saat southerly surge pada (a) 1 hari sebelum, (b) saat kejadian 11 Januari 2007, (c) 1 hari sesudah dan (d) 2 hari sesudah

Berdasarkan gambar di atas, pola angin di Nusa Tenggara Timur pada satu hari sebelum terjadi *southerly surge* masih angin baratan, pada saat terjadi *southerly surge* sampai satu hari sesudahnya didominasi oleh angin dari barat daya, dan pada hari kedua sesudah *southerly surge* anginnya dari barat laut. Pola angin yang variatif ini selain disebabkan oleh *southerly surge*, juga disebabkan oleh fenomena synoptik di sekitar wilayah Indonesia.

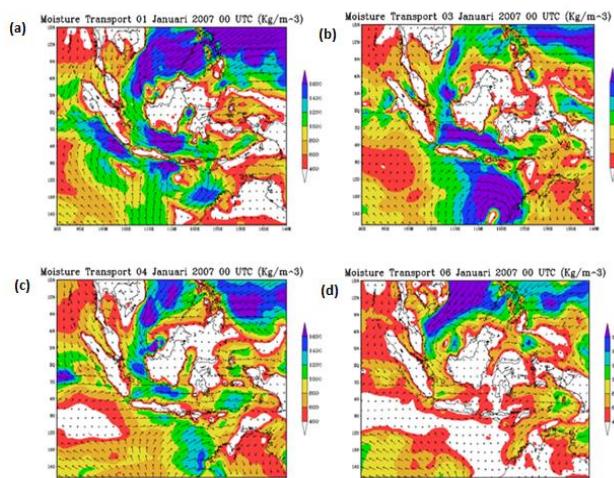
Pada bulan Januari 2007 terjadi penurunan curah hujan pada sebagian besar wilayah Nusa Tenggara Timur. Curah hujan di Nusa Tenggara Timur mengalami penurunan sebesar 50-250 mm/bulan. Penurunan curah hujan ini dipicu oleh adanya fenomena *southerly surge* yang menjalar ke ekuator dan menggeser *Intertropical Convergence Zone (ITCZ)* ke utara sehingga massa udara dari Belahan Bumi Utara tertahan di Utara Kalimantan dan Sumatera. Selain itu, adanya *Borneo Vortex* juga menahan penjalaran uap air dari Belahan Bumi Utara ke selatan Indonesia, termasuk wilayah Nusa Tenggara Timur.

Tabel 1. Penurunan Curah Hujan Bulan Januari 2007 di Wilayah Nusa Tenggara Timur

No.	Lokasi	CH Januari 2007 (mm)	CH Normal Januari (mm)	Penurunan CH (%)
1	Ruteng	169	449	68,8
2	Rote	134	356	62,4
3	Kupang	156	341	54,3
4	Maumere	91	175	44,8
5	Waingapu	90	161	44,1
6	Sabu	168	287	41,5
7	Lewoleba	92	156	41
8	Alor	175	264	33,7
Rata-rata		130,9	272,7	48,8

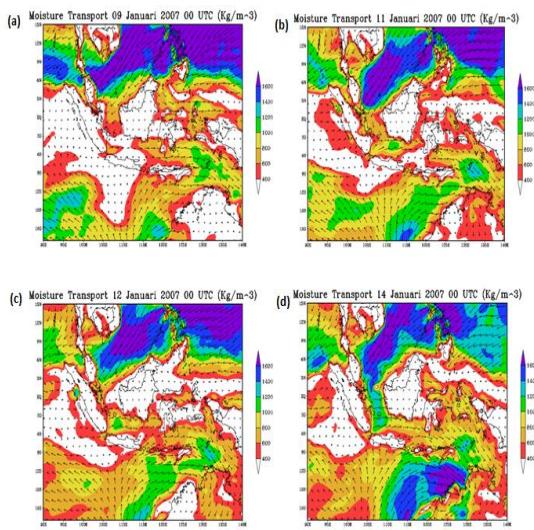
Dari tabel di atas, dapat dilihat bahwa terjadi penurunan rata-rata curah hujan yang cukup besar di wilayah Nusa Tenggara Timur pada bulan Januari 2007, yaitu sebesar 48,8%. Penurunan curah hujan terkecil terjadi di Alor yaitu turun sebanyak 33,7%, sedangkan penurunan curah hujan terbesar terjadi di Ruteng dengan penurunan 68,8% dari curah hujan normal bulan Januari. Hal ini menunjukkan bahwa penurunan curah hujan bulan Januari 2007 terjadi di sebagian besar wilayah Nusa Tenggara Timur. Penurunan curah hujan di wilayah Indonesia, tepatnya di wilayah Nusa Tenggara Timur berkaitan

dengan transpor kelembaban level rendah di wilayah tersebut. Jika massa udara basah dari Belahan Bumi Utara yang menjalar ke Belahan Bumi Selatan (*cross equatorial moisture transport*) tertahan di ekuator, maka wilayah Indonesia bagian selatan yang curah hujannya bergantung pada aktifitas monsun akan kekurangan uap air dan menyebabkan penurunan curah hujan. Hal ini semakin diperburuk dengan masuknya massa udara dingin dan kering dari Belahan Bumi Selatan ke wilayah Indonesia sehingga menghambat aktifitas konveksi di wilayah ini.



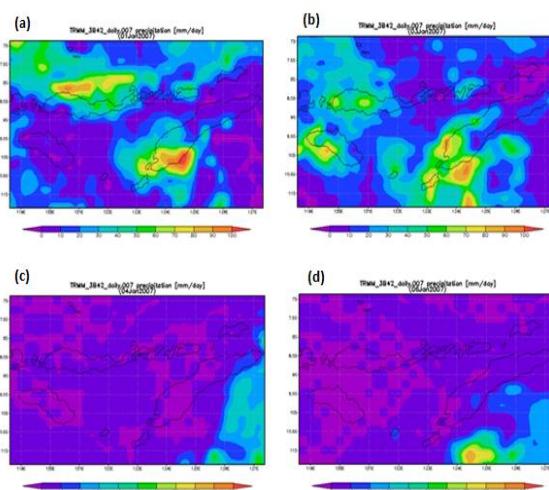
Gambar 8. Moisture Transport pada (a) 2 hari sebelum, (b) saat kejadian 3 Januari 2007, (c) 1 hari sesudahnya, (d) 3 hari sesudah.

Berdasarkan gambar di atas, 2 hari sebelum dan pada saat kejadian *southerly surge* tanggal 3 Januari 2007, wilayah Nusa Tenggara Timur masih cenderung basah karena mendapat pasokan uap air dari Belahan Bumi Utara. Namun pada 1 hari dan 3 hari hari sesudahnya, wilayah Nusa Tenggara Timur menjadi cenderung kering karena desakan *southerly surge* menggeser *Intertropical Convergence Zone (ITCZ)* ke utara dan adanya *Borneo Vortex* di pantai Barat Kalimantan sehingga pasokan uap air dari Belahan Bumi Utara tidak dapat mencapai wilayah Nusa Tenggara Timur. Sedangkan massa udara yang masuk ke wilayah Nusa Tenggara Timur berasal dari pantai barat Australia yang membawa massa udara kering.



Gambar 9. *Moisture Transport* pada (a) 2 hari sebelum, (b) saat kejadian 11 Januari 2007, (c) 1 hari sesudah, (d) 3 hari sesudah

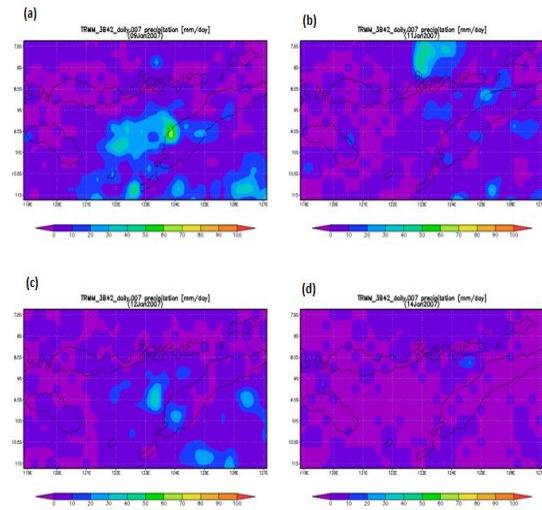
Sedangkan pada kejadian *southerly surge* tanggal 11 Januari 2007, sejak 2 hari sebelum kejadian *southerly surge* sampai 3 hari sesudahnya, transpor kelembaban berasal dari Belahan Bumi Selatan, sehingga wilayah Nusa Tenggara Timur tidak mendapat pasokan uap air dari Belahan Bumi Utara yang tertahan oleh *Intertropical Convergence Zone* (ITCZ) di utara dan *Borneo Vortex*. Akibat dari pergeseran *Intertropical Convergence Zone* (ITCZ) dan aktifitas konveksi yang terhambat di daerah penjalaran *southerly surge*, wilayah Nusa Tenggara Timur mengalami penurunan curah hujan yg cukup drastis, seperti yang terlihat pada gambar 10 di bawah ini



Gambar 10. *Distribusi Curah Hujan* pada (a) 2 hari sebelum, (b) saat kejadian tanggal 3 Januari 2007, (c) 1 hari sesudah dan (d) 3 hari sesudah.

Pada 2 hari sebelum *southerly surge* dan saat kejadian *surge*, curah hujan di

wilayah Nusa Tenggara Timur masih cukup besar dan mencapai lebih dari 100 mm. Namun pada hari pertama setelah *southerly surge* barulah terlihat dampaknya terhadap penurunan curah hujan di wilayah Nusa Tenggara Timur. Pada hari ketiga sesudah *southerly surge*, curah hujan di wilayah Nusa Tenggara Timur semakin menurun.



Gambar 11. *Distribusi Curah Hujan* pada (a) 2 hari sebelum, (b) saat kejadian 11 Januari 2007, (c) 1 hari sesudah dan (d) 3 hari sesudah

Pada kejadian *southerly surge* tanggal 11 Januari 2007, wilayah Nusa Tenggara Timur masih cenderung kering karena pengaruh kejadian *southerly surge* sebelumnya. Namun kejadian *southerly surge* yang beruntun ini membuat curah hujan di wilayah Nusa Tenggara Timur semakin menurun. Penurunan curah hujan baru terlihat satu hari setelah kejadian *southerly surge* dan terus bertahan beberapa hari menunjukkan bahwa dampak *southerly surge* terhadap penurunan curah hujan di Nusa Tenggara Timur memerlukan waktu lebih dari satu hari.

Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa:

- Aktivitas *southerly surge* menyebabkan perbedaan pola angin pada bulan Januari 2007 jika dibandingkan dengan rata-ratanya.
- Aktivitas *southerly surge* pada bulan Januari 2007 menggeser posisi *Intertropical Convergence Zone* (ITCZ) ke arah utara sehingga menghambat *cross equatorial moisture transport* dari Belahan Bumi Utara ke Belahan Bumi Selatan untuk masuk ke wilayah Nusa Tenggara Timur.

- Kejadian *southerly surge* menyebabkan penurunan curah hujan di wilayah Nusa Tenggara Timur. Namun dampak aktivitas *southerly surge* terhadap penurunan curah hujan memerlukan *time lag* satu sampai dua hari.

Daftar Pustaka

- Aldrian, E., Susanto, R.D., 2003. Identification of Three Dominant Rainfall Regions Within Indonesia and Their Relationship to Sea Surface Temperature. *Int. J. Climatology*. 23: 1435-1452.
- Amelia, Y., 2010. Kajian Variasi Pola Curah Hujan Januari di Wilayah Monsun Asia-Australia dan Keterkaitannya dengan Fenomena Southerly Surge,: Tugas Akhir Program Studi Meteorologi ITB.
- Chang, C.P., arr, P.A., dan J. McBride., 2004: Maritime Contient Monsoon. *East Asian Monsoon*. World Scientific, in press.
- Davidson, N.E., J.L. McBride., B. J. McAvaney, 1983. The Onset of The Australian Monsoon During Winter Monex: Synoptic Aspects. *Monthly Weather Review*. Vol. 111.496-516.
- Fukutomi, Y., dan Yasunari, T., 2005. Southerly Surges on Submonthly Time Scales over the Eastern Indian Ocean during the Southern Hemisphere Winter. *Monthly Weather Review*, 133;1637-1629.45
- Hermawanto, A. 2011. Kajian Periode Break Saat Berlangsungnya Monsun Asia Musim Dingin Di Wilayah Indonesia, Tesis Institut Teknologi Bandung, Bandung
- Kajikawa Y., Bin Wang and Jing Yang. 2009. A Multi-time Scale Australian Monsoon Index. *International Journal of Climatology*. DOI : 10.1002/joc.1955
- Prawiwardoyo, S. 1996. *Meteorologi*. Penerbit ITB.
- Ramage, C. S.,1971. *Monsoon Meteorology*. *International Geophysics Series*. Vol. 15. Academic Press
- Ratag, Mezak A., 2008. *Dasar-dasar Fisika Monsun*. Jakarta: Badan Meteorologi dan Geofisika.
- Suppiah, Wu. 1998: Surges, cross-equatorial flows and their links with the Australian Summer Monsoon Circulation and Rainfall. *Australian Meteorological Magazine* 47:2
- Taryono, 2012. Kajian Aktifitas Cold Surge dan Souterly Surge Saat Monsun Asia Musim Dingin di Wilayah Jawa, Tesis Institut Teknologi Bandung, Bandung
- Tjasyono, Bayong H.K., dan Woro, Sri B.H., 2008. *Meteorologi Indonesia 2: Awan dan Hujan Monsun*. Jakarta: Penerbit Badan Meteorologi dan Geofisika
- Webster, P.J. and Fasullo, J. 2003 : *Monsoon/ Dynamical Theory*. *Encyclopedia of Atmospheric Science*. Elsevier Science, 1370-1386.