

## KONTRIBUSI KOMPLEKS KONVEKTIF SKALA MESO TERHADAP CURAH HUJAN DI SUMATERA (STUDI KASUS 16- 17 AGUSTUS 2005 DAN 27-28 OKTOBER 2007)

Trismidianto

Bidang Pemodelan Atmosfer, Pusat Sains dan Teknologi Atmosfer,  
Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional.

midigade@yahoo.com

### Abstract

*Identification of Mesoscale Convective Complex (MCC) was conducted using infra-red imagery (IRI) data of the Multi-functional Transport Satellite (MTSAT) to create an algorithm for use in detecting MCC of the image IRI data constructed by combines criteria of cloud coverage, eccentricity, and cloud lifetime. Where in this study, has been identified MCC located in the Indian Ocean and conducted two case studies, namely 16-17 August 2005 and October 27 to 28, 2007, of the two cases can be seen that MCC induce convective activity around it, causing significant rainfall in some areas of Sumatra. Of these studies concluded that MCC have an influence on convective activity in the surrounding area are causing significant rainfall over the area around MCC.*

**Key word:** Convective Activity, MCC, Rainfall

### Abstrak

Identifikasi Kompleks Konvektif Skala Meso (KKSM) atau yang biasa disebut *Mesoscale Convective Complexes* (MCC) dilakukan menggunakan data citra *infra-red* (IR1) dari *Multi-functional Transport SATellite* (MTSAT) dengan membuat algoritma untuk digunakan dalam mendeteksi KKSM dari data citra IRI yang dibangun dengan menggabungkan beberapa kriteria dari luasan tutupan awan, tingkat kelonjongan dan lama masa hidupnya. Pada kajian ini, telah diidentifikasi KKSM yang berada di Samudera Hindia dan dilakukan dua studi kasus yaitu tanggal 16-17 Agustus 2005 dan 27-28 Oktober 2007, dari kedua kasus tersebut terlihat bahwa KKSM menginduksi aktivitas konvektif disekitarnya sehingga menyebabkan curah hujan yang cukup signifikan di beberapa wilayah Sumatera. Dari kajian tersebut disimpulkan bahwa KKSM mempunyai pengaruh terhadap aktivitas konvektif di atas wilayah sekitarnya yang menyebabkan curah hujan yang cukup signifikan di atas wilayah di sekitar KKSM.

**Kata Kunci:** Aktivitas Konvektif, Curah Hujan, KKSM.

### 1. PENDAHULUAN

Kompleks Konvektif Skala Meso (KKSM) atau *Mesoscale Convective Complexes* (MCC) adalah subklas terbesar dari Sistem Konvektif Skala Meso (SKSM) atau *Mesoscale Convective System* (MCS) (Durkee dan Mote, 2009) dengan karakteristik Selimut Awan (SA) yang luasnya  $\geq 100.000 \text{ km}^2$ , Inti Awan (IA) dingin yang luasnya  $\geq 50.000 \text{ km}^2$  dan masa hidup yang lamanya  $\geq 6$

jam serta eksentrisitas  $\geq 0.7$ . (Maddox,1980). Fenomena KKSM ini telah banyak dikaji para peneliti dalam kurun waktu lebih dari tiga dekade, (Maddox, 1980; Miller dan Fritsch, 1991; Laing dan Fritsch, 1993a; Laing dan Fritsch, 1993b; Velasco dan Fritsch, 1987; Durkee dan Mote, 2009).

Kompleks Konvektif Skala Meso (KKSM) atau *Mesoscale Convective Complexes* (MCC) merupakan populasi SKSM yang hidup terbesar dan terpanjang. Laing dan Fritsch (1997) dalam penelitiannya tentang KKSM menemukan beberapa hal antara lain; (1) kebanyakan KKSM di benua, (2) cenderung terbentuk pada zona gradien diantara Outgoing Longwave Radiation (OLR) maksimum dan minimum maxima (normalnya tidak terjadi pada daerah yang sering hujan) dan (3) cenderung terjadi di daerah lee (relatif terhadap aliran level menengah utama) dari elevasi daerah.

Hasil penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa fenomena ini dapat menghasilkan cuaca buruk dan hujan yang terus menerus (Maddox, 1980; Fritsch dkk., 1986; McAnelly dan Cotton, 1989). Hujan seperti ini diketahui telah menyebabkan bencana banjir di berbagai tempat seperti: Asia Timur (Ninomiya dkk,1981; Chen dan Li, 1995), Amerika Selatan Subtropis (Durkee dan Mote, 2009) dan Amerika Serikat (Maddox,1981). Menurut Yuan dan Houze (2010) dan Yuan dan Houze (2011) serta diperkuat oleh Ismanto (2011), Benua Maritim merupakan area munculnya SKSM besar yang terpisah-pisah (individu) ataupun yang saling terkoneksi (termasuk didalamnya adalah KKSM). Oleh karena itu, penelitian ini akan memperlihatkan studi kasus tentang kontribusi KKSM di Samudera Hindia terhadap curah hujan di Sumatera, namun dikarenakan tidak memungkinkan memperlihatkan seluruh kejadian KKSM, maka pada penelitian ini, dikaji dua studi kasus yang dapat menunjukkan adanya pengaruh yang signifikan dari KKSM terhadap curah hujan disekitarnya.

## 2. DATA DAN METODE

Untuk mengidentifikasi KKSM dan aktivitas konvektif maka dipergunakan data *temperatur black body (tbb)*, data tbb ini diturunkan dari data citra inframerah yang merupakan hasil citra satelit *Geostationary Meteorological Satellite* (GMS), *Geostationary Operational Environmental Satellite* (GOES) dan *Multi-functional Transport SATellite* (MTSAT). Data curah hujan yang berupa estimasi diperoleh dari *Tropical Rainfall Measuring Mission* (TRMM) 3B42 v6 yang memiliki resolusi  $0,25^\circ \times 0,25^\circ$  dengan parameter *precipitation rate* (mm/jam) diperoleh dari (<http://trmm.gsfc.nasa.gov/>). Dan data angin permukaan *Cross-Calibrated Multi-Platform* (CCMP) dipergunakan untuk melihat pengaruh KKSM terhadap angin permukaan dan menganalisis aktivitas konvektif, data CCMP merupakan penggabungan antara data angin permukaan yang diturunkan sumber konvensional (pengamatan kapal) dan *in situ* (*buoys*) dan beberapa satelit ke dalam analisis

global yang mendekati konsisten dengan resolusi 25 km setiap 6 jam-an, sehingga data angin permukaan menjadi lengkap secara global di seluruh wilayah bumi.

Studi ini dimulai dengan terlebih dahulu mengidentifikasi dan mendokumentasikan KKSM di Samudera Hindia menggunakan data citra infra merah (IR) MTSAT dengan mengidentifikasi seluruh awan yang menembus di atas lapisan 450 mb (bagian tengah troposfer), sekitar ketinggian 6 - 9 km dari permukaan bumi, kemudian membuat algoritma pemrograman menggunakan Matlab berdasarkan karakteristik KKSM yang ditentukan oleh Maddox (1980) dengan *threshold* suhu -33°C sekitar 241 K sebagai selimut awan yang mewakili area stratus dan inti awan digunakan -53°C sekitar 221 K sebagai area konvektif, batas suhu ini digunakan untuk menentukan sistem KKSM. Dalam kriteria KKSM menurut Maddox (1980) harus mempunyai Eksentrisitas  $\geq 0,7$ . Pengaruh atau keterkaitan antara KKSM di wilayah Samudera Hindia dengan curah hujan di Sumatera dikaji dengan analisis spasial dan temporal di wilayah Samudera Hindia dan sekitarnya pada saat kejadian KKSM. Dalam kajian ini digunakan dua studi kasus.

Untuk mengetahui derajat aktivitas konveksi di tiap titik grid pengamatan, digunakan parameter indek konvektif ( $I_c$ ) yang dinyatakan dalam persamaan berikut :

$$I_c = 255 - T_{BB}; \quad \text{untuk } T_{BB} < 255 \text{ K}$$

$$I_c = 0; \quad \text{untuk } T_{BB} \geq 255 \text{ K}$$

(Takahashi dkk (2008) dan Matsumoto, J. dan Murakami, T. (2002))

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

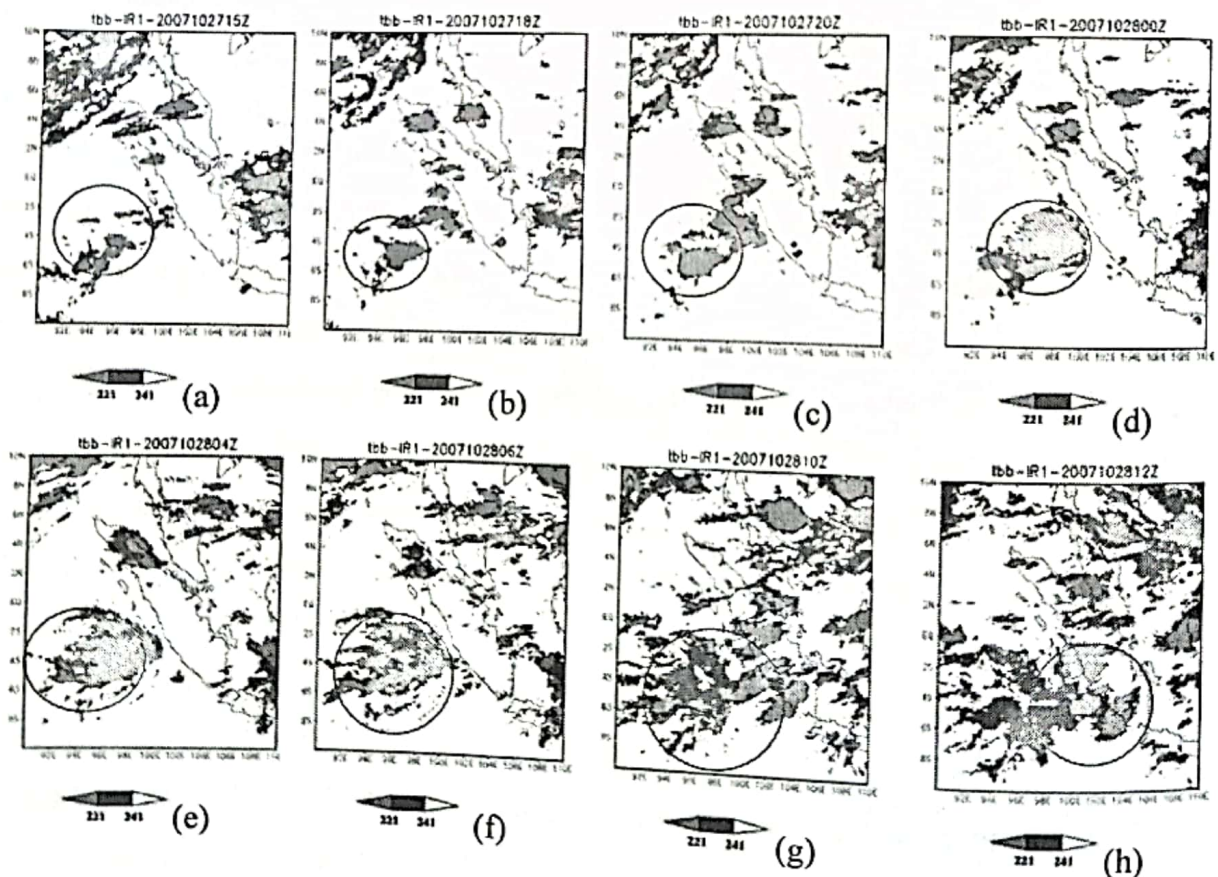
Untuk mengkaji apakah KKSM yang teridentifikasi mempunyai pengaruh terhadap curah hujan pada wilayah sekitarnya, maka dilakukan analisis pada beberapa studi kasus, studi kasus dipilih dari hasil pengolahan data satelit kanal IR1. Pemilihan waktu diambil dengan mencari keadaan saat terjadinya KKSM dan yang dapat menggambarkan kontribusi KKSM terhadap kondisi atmosfer disekitarnya. Dalam penelitian ini dilakukan analisis pada dua studi kasus yaitu:

#### 3.1. Studi Kasus 27-28 Oktober 2007

Pada kasus pertama pada tanggal 27-28 Oktober 2007, evolusi pertumbuhan KKSM dari fase awal sampai fase penuh pada kasus ini diperlihatkan pada gambar 3.1.1. KKSM pertama muncul sebagai kumpulan awan-awan skala kecil saat pukul 15.00 UTC tanggal 27 Oktober 2007 pada garis bujur 93°BT -98°BT dan garis lintang 4°S -8°S (Gambar 4.1.1.a), kemudian berkembang menjadi KKSM fase awal (inisiasi) sekitar pukul 18.00 UTC tanggal 27 Oktober 2007 pada bujur 94°BT - 98°BT dan garis lintang 4°S -6°S (Gambar 3.1.1.b).

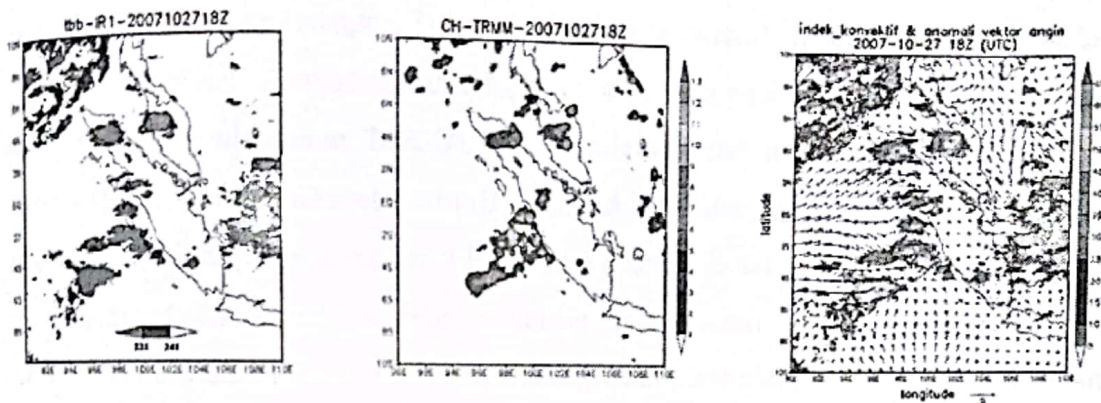
Secara luasan KKSM ini mencapai keadaan maksimum saat pukul 00.00 UTC tanggal 28 Oktober 2007 pada garis bujur  $94^{\circ}\text{BT}$  -  $102^{\circ}\text{BT}$  dan  $2^{\circ}\text{S}$  -  $6^{\circ}\text{S}$  (Gambar 4.1.1.d), dan pada fase maksimum ini, terlihat inti awan menjadi lebih besar. KKSM mencapai fase purnya setelah pukul 06.00 UTC tanggal 28 Oktober 2007 (Gambar 4.1.1.f), pada fase ini, terlihat inti awannya pecah dan kembali membentuk awan-awan skala kecil dan selimut awannya membesar. Kasus ini menarik dilakukan karena evolusi pertumbuhan KKSM dari fase awal sampai fase purnya pada kasus ini terlihat jelas dan konsisten dengan hasil penelitian Cotton, dkk (1989) dan Maddox (1980) yang menyatakan bahwa pada fase awal terlihat adanya awan-awan skala kecil dan pada fase maksimum, awan-awan skala kecil tersebut menjadi inti awan skala besar dan maksimum, lalu pada fase purnya, inti awannya pecah dan kembali membentuk awan-awan skala kecil dan selimut awannya membesar.

Hal lain yang juga membuat kasus ini menarik adalah adanya perpindahan awan-awan yang merupakan pecahan KKSM pada saat fase purnya dari lautan (Samudera Hindia) menuju daratan Sumatera dimulai dari fase purnya pukul 06.00 UTC tanggal 28 Oktober 2007 sampai pukul 12.00 UTC tanggal 28 Oktober 2007 (Gambar 4.1.1.f, Gambar 3.1.1.g, dan Gambar 3.1.1.h).

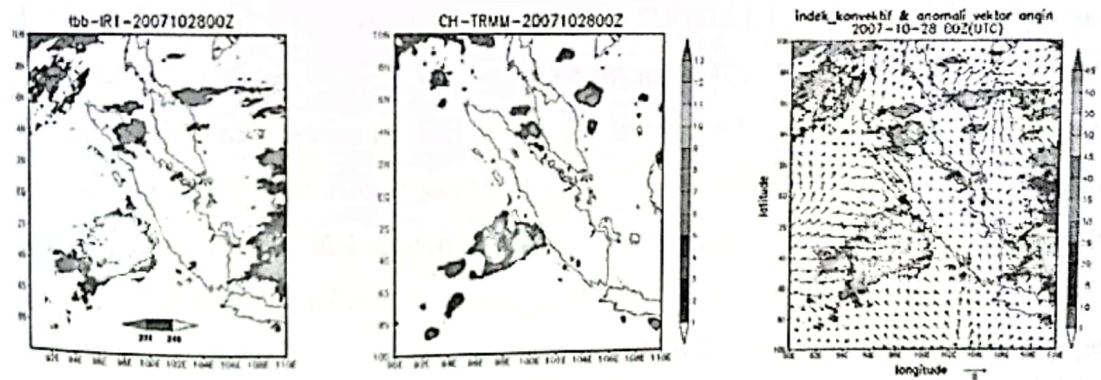


**Gambar 3.1.1** Citra satelit IR1 yang menggambarkan evolusi dari KKSM yang ada di Samudera Hindia, dari mulai fase awal sampai fase purnya. Lingkaran merah menunjukkan awan-awan yang mengalami evolusi pertumbuhan KKSM.

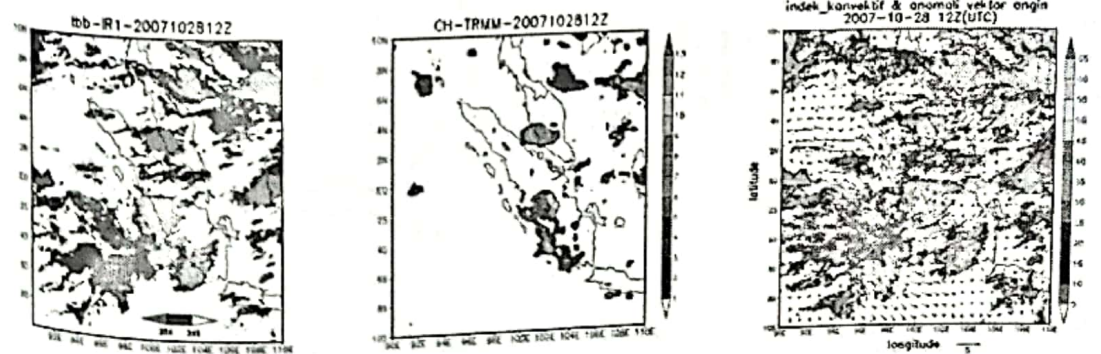
Adanya perpindahan awan-awan ini membuat suatu pertanyaan, apakah KKSM menginduksi awan-awan konvektif disekitarnya sehingga berkontribusi terhadap curah hujan disekitarnya. Oleh karena itu, dilakukan analisis korelasi spasial terhadap curah hujan menggunakan data TRMM 3B42, seperti terlihat pada Gambar 3.1.2.



**3.1.2.a Fase Awal KKSM**



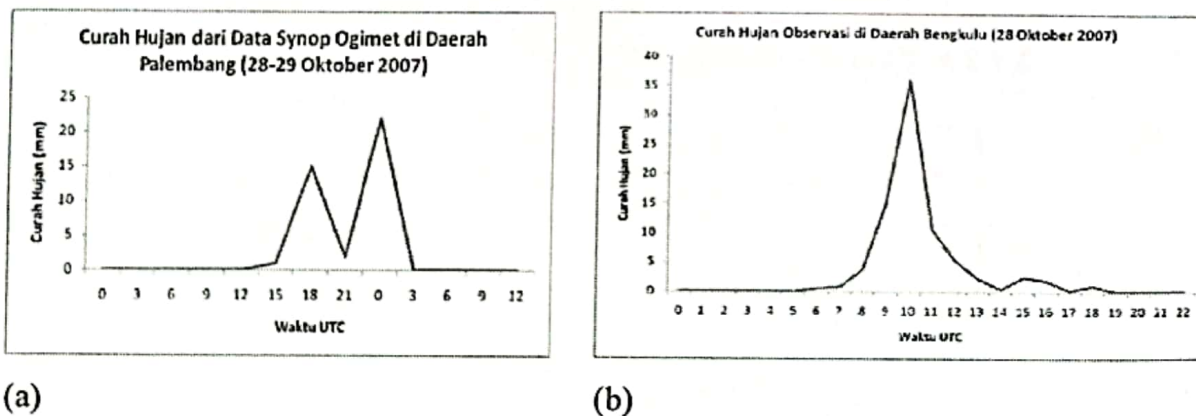
**3.1.2.b Fase Maksimum KKSM**



**4.1.2.c Fase Puncak KKSM**

**Gambar 3.1.2.** a,b dan c. (kiri) KKSM dari data TBB IR1 MTSAT berturutan untuk Fase awal, maksimum dan puncak, (tengah) Estimasi curah hujan dari data TRMM pada saat fase-fase KKSM tersebut dan (kanan) Indeks konvektif dan anomali vektor angin pada saat terjadinya fase-fase KKSM tersebut.

Dari gambar 3.1.2. secara spasial terlihat bahwa KKSM mempengaruhi aktivitas konvektif disekitarnya sehingga berkontribusi terhadap curah hujan di atas wilayah Sumatera terutama pada saat KKSM fase penuh, hujan di atas beberapa wilayah Sumatera terjadi cukup signifikan pukul 12.00 UTC sejak fase penuh dari KKSM bahkan ada beberapa daerah yang mengalami curah hujan cukup tinggi mencapai 10 – 13 mm/jam seperti terlihat pada gambar 3.1.2.c (tengah). Pada fase awal dan fase maksimum belum terlihat adanya aktivitas konvektif yang cukup signifikan di atas wilayah Sumatera, begitu juga halnya dengan curah hujan, belum adanya kejadian hujan yang cukup signifikan pada saat fase awal dan fase maksimum dari KKSM, namun hujan yang cukup tinggi terjadi di atas lautan, tempat terjadinya KKSM tersebut. Berdasarkan Gambar 3.1.2.a (kanan), Gambar 3.1.2.b (kanan), dan Gambar 3.1.2.c (kanan) menunjukkan indek konvektif dan anomali vektor angin pada fase awal dari KKSM dimana adanya konvergensi angin dari arah barat, selatan dan utara yang membawa awan-awan skala kecil menuju area sekitar  $98^{\circ}\text{BT}$ - $102^{\circ}\text{BT}$  dan  $2^{\circ}\text{S}$ - $4^{\circ}\text{S}$ , konvergensi ini berlangsung sehingga membentuk awan konvektif dengan skala besar pada area  $94^{\circ}\text{BT}$ - $102^{\circ}\text{BT}$  dan  $1^{\circ}\text{S}$  - $6^{\circ}\text{S}$ . Pada pukul 12.00 UTC, seperti terlihat pada gambar 4.1.2.c (kanan) terlihat adanya konveksi baru disekitar KKSM dan juga terlihat pergerakan angin yang membawa awan-awan konveksi baru tersebut menuju ke daratan Sumatera. Hal ini menyatakan bahwa KKSM menginduksi awan-awan konvektif disekitarnya sehingga menyebabkan curah hujan yang cukup tinggi di beberapa wilayah Sumatera terutama pada saat fase penuh KKSM. Berdasarkan data observasi, terlihat juga bahwa adanya kenaikan curah hujan yang cukup tajam di daerah Palembang dan Bengkulu seperti terlihat pada Gambar 3.1.3.



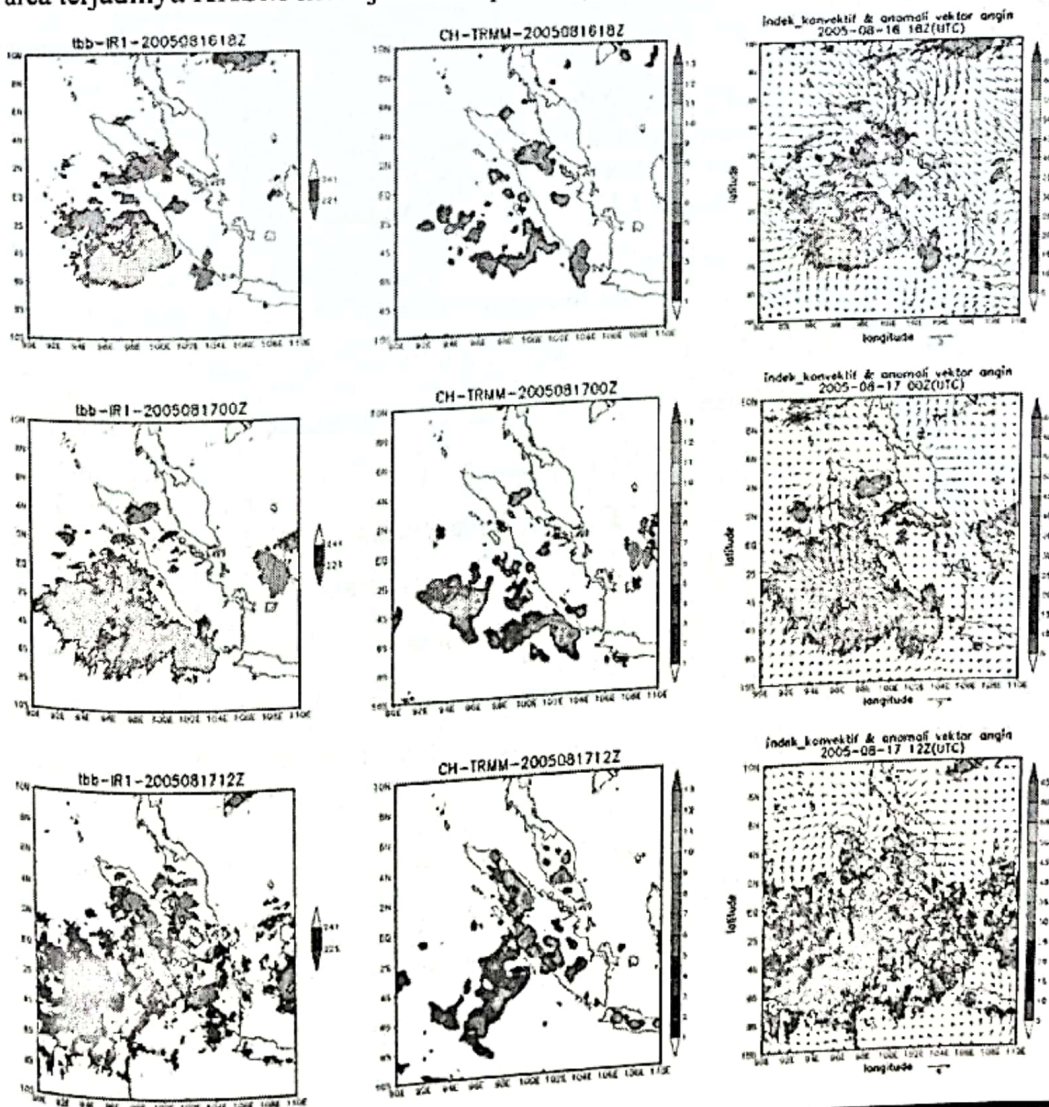
**Gambar 3.1.3.** Curah hujan di daerah Palembang (a) dan Bengkulu (b) pada saat terjadinya KKSM pada tanggal 27-28 Oktober 2007.

### 3.2 Studi Kasus 16-17 Agustus 2005

Pada kasus kedua pada tanggal 16 – 17 Agustus 2005 seperti terlihat pada Gambar 4.2.1 menunjukkan bagaimana KKSM mempengaruhi aktivitas konvektif disekitarnya dan mempengaruhi curah hujan di atas Sumatera. Gambar 3.2.1 a) menunjukkan bahwa pada fase awal

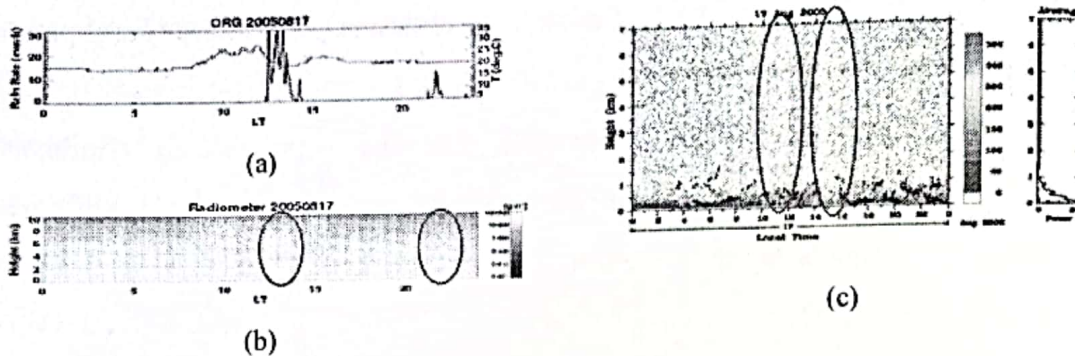
KKSM pada tanggal 16 Agustus 2005 pukul 18.00 UTC terlihat adanya awan-awan skala kecil yang mempunyai suhu tbb di bawah 221 K, dan terjadinya curah hujan cukup tinggi di bawah awan-awan tersebut, namun belum adanya curah hujan yang signifikan di atas wilayah Sumatera, berdasarkan anomali vektor angin permukaan dengan indeks konvektif, terlihat adanya konvergensi angin yang mengumpul pada area tersebut. Konvergensi angin pada saat fase awal terjadi terus menerus sampai membentuk KKSM fase maksimum pada pukul 00.00 UTC, curah hujan cukup tinggi terjadi di area KKSM tersebut, namun belum juga adanya curah hujan yang signifikan di atas wilayah Sumatera (Gambar 3.2.1.b).

Pada fase purnya pukul 12.00 UTC sudah terlihat adanya curah hujan yang cukup tinggi pada beberapa wilayah Sumatera yang merupakan pengaruh dari KKSM (Gambar 3.2.1.c (tengah)), hal ini dapat dibuktikan berdasarkan analisis indeks konvektif dan angin permukaan (Gambar 3.2.1.c(kanan)), dimana terlihat adanya divergensi angin yang membawa awan-awan konvektif dari area terjadinya KKSM menuju beberapa wilayah Sumatera.



**Gambar 3.2.1** (atas) tbb, estimasi curah hujan dan komposit indeks konvektif dengan anomali vektor angin permukaan pada saat fase awal KKSM tanggal 16-17 Agustus 2005, (tengah) pada saat fase maksimum KKSM tanggal 16-17 Agustus 2005, (bawah) pada saat fase punah KKSM tanggal 16-17 Agustus 2005.

Gambar 3.2.2 menunjukkan adanya kontribusi KKSM terhadap curah hujan di daerah Kototabang-Sumatera Barat, sejak pukul 06.00 UTC atau 13.00 *Local Time* (LT), hal ini terlihat dari data ORG dan ceilometer. KKSM juga berpengaruh terhadap peningkatan kelembaban relative di daerah Kototabang-Sumatera Barat.



**Gambar 3.2.2** (a) data Optical Rain Gauge (ORG), (b) data radiometer, dan (c) data ceilometer, yang mengindikasikan adanya hujan (a dan c) dan adanya kenaikan kelembaban relative (b) di atas Kototabang – Sumatera Barat, pada saat terjadinya KKSM tanggal 17 Agustus 2005.

#### 4. KESIMPULAN

Dari kedua kasus, pada data TRMM dan anomali vektor angin. secara spasial terlihat bahwa KKSM mempengaruhi aktivitas konvektif disekitarnya sehingga berkontribusi terhadap curah hujan di atas wilayah Sumatera terutama pada saat KKSM fase punah, hujan di atas beberapa wilayah Sumatera terjadi cukup signifikan pukul 12.00 UTC sejak fase punah dari KKSM bahkan ada beberapa daerah yang mengalami curah hujan cukup tinggi mencapai 10 – 13 mm/jam. Pengaruhnya dapat dilihat juga berdasarkan data observasi, dimana terlihat adanya curah hujan yang meningkat tinggi pada daerah Bengkulu dan Palembang saat fase punah KKSM tgl 27-28 oktober 2007, serta terlihatnya curah hujan yang cukup tinggi dan meningkatnya kelembaban relatif secara signifikan di atas Kototabang saat fase punah KKSM tanggal 15-16 Agustus 2005. Pada fase awal dan fase maksimum belum terlihat adanya aktivitas konvektif yang cukup signifikan di atas wilayah Sumatera. Hal ini menyatakan bahwa KKSM menginduksi awan-awan konvektif disekitarnya sehingga menyebabkan curah hujan yang cukup tinggi di beberapa wilayah Sumatera terutama pada saat fase punah KKSM.



**UCAPAN TERIMA KASIH:** Diucapkan terimakasih pada Dr. Tri Wahyu Hadi yang telah bersedia menjadi tempat diskusi dalam penyelesaian paper ini.

## DAFTAR RUJUKAN

- Anderson, C. J. dan Arritt, R. W. (1998) : Mesoscale Convective Complexes and Persistent Elongated Convective Systems over the United state during 1992 and 1993. *Monthly weather Review.*, **126**, 578 – 599.
- Ashley, W. S. (2003) : A Distribution of Mesoscale Convective Complexes Rainfall in the United State. *Monthly weather Review*, **131**, 3003 – 301.
- Chen, Y. L dan Li, J. (1995) : Large-scale condition favorable for the development of heavy rainfall during TAMEX IOP 3. *Monthly weather Review*. **123**, 2978 - 3002.
- Cotton, W. R., Lin, M. S., McAnelly, R. L. dan Tremback, C. J. (1989) : A Composite Model of Mesoscale Convective Complexes. *Monthly weather Review*. **116**, 939 - 949.
- Durkee, J. D dan Mote, T. L (2009): The Contribution of Mesoscale Convective Complexes to Rainfall across, Subtropical South America. *Journal of Climate.*, vol 22.
- Fritsch, J. M., Kane, R. J. dan Chelius, C. R. (1986) : The Contribution of Mesoscale Convective Weather System to the Warm Season Precipitation in the United States. *Journal of Climate.*, **25**, 1333 - 1345.
- Houze, R. A. Jr. (2004) : Mesoscale Convective System, *Review of Geophysics, American Geophysical Union*, 43 pp.
- Houze, R. A. Jr. (2011): Orographic Effect on Precipitating Clouds, *Review of Geophysics, American Geophysical Union*, 47 pp.
- Ismanto, H. (2011): Karakteristik Kompleks Konvektif Skala Meso di Benua Maritim, Tesis Magister, FITB, ITB.
- Laing, A. G. dan Fritsch, J. M. (1997) : The Global Population of Mesoscale Convective Complexes. *Q. Journal of Meteorological Society.* , **123**, 389-405.
- Matsumoto, J. dan Murakami, T. (2002) : Seasonal Migration of Monsoons Between the Northern and Southern Hemisphere as Revealed from Equatorially Symmetric and Asymmetric OLR Data, *Journal of the Meteorological Society of Japan*, **80**, 419 – 437.
- McAnelly, R. L. dan Cotton, W. R. (1989) : The Precipitation life cycle of Mesoscale Convective Complexes over the Central United States. *Monthly Weather Review.*, **117**, 784 - 808.
- Maddox, R. A. (1980) : Mesoscale Convective Complexes, *Bulletin American Meteorology Society*. **61**, 1374 - 1387.
- Miller, D. dan Fritsch, J. M. (1991): Mesoscale Convective Complexes in Western Pacific Region. *Monthly Weather Review.*, **119**, 2978 – 2992.
- Ninomiya, K., Ikawa, M. dan Akiyama, T. (1981) : Long-lived medium scale cumulonimbus cluster in Asian Subtropical humid region. *Journal of Meteorological Society of Japan*, **59**, 564-577.
- Takahashi, C., Uyeda, H., Maki, M., Iwanami, K., Misumi, R. (2008) : Relationship among Structure, Development Processes, and Heating Profiles for Two Mesoscale Convective Systems in Inactive Phase of a Large-Scale Disturbance over Northern Australia during the Southern Summer in 1998-1999. *Journal of the Meteorological Society of Japan*, **86**, 81 – 117.
- Yuan, J dan Houze, R. A. Jr. (2010): Global Variability of Mesoscale Convective System Anvil Structure from A-Train Satellite Data. *Journal of Climate*, **23**, 5864-5888.