

MEKANISME HUJAN HARIAN DI SUMATERA

Erma Yulhastin

Peneliti Pusat Pemanfaatan Sains Atmosfer dan Iklim, LAPAN
e-mail: erma@bdg.lapan.go.id; erma.yulihastin@gmail.com

RINGKASAN

Makalah ini mengulas hasil penelitian mengenai mekanisme terjadinya curah hujan harian di Sumatera yang telah dilakukan oleh Mori et.al. 2004 dan Sakura et.al. 2005. Penjelasan mengenai mekanisme curah hujan harian dipaparkan dalam bentuk skema. Skema mekanisme curah hujan harian tersebut dibuat dari penelitian spesifik curah hujan di Sumatera menggunakan data curah hujan dari satelit *Tropical Rainfall Measuring Mission* (TRMM) dan data awan satelit *Geostationary Meteorological Satellite* (GMS). Hasil penelitian menunjukkan, puncak curah hujan mengalami migrasi dari lautan menuju daratan yang berkaitan dengan angin darat dan angin laut (*land-sea breeze*). Pada siang hingga malam hari terjadi angin laut, sehingga terbentuk konveksi dan hujan di atas wilayah pesisir yang selanjutnya bermigrasi menuju wilayah pegunungan dan dataran rendah. Sebaliknya, pada malam hingga pagi hari terjadi angin darat yang berpengaruh menggerakkan kembali awan-awan konvektif di atas daratan menuju lautan. Adapun karakteristik hujan harian di pesisir merupakan hujan dini hari (*early morning rain*), di daratan merupakan hujan sore hari (*evening rain*), dan di lautan merupakan hujan pagi hari (*morning rain*). Lebih dari 70 persen hujan yang terjadi di atas Sumatera adalah merupakan hujan konvektif. Hujan konvektif terbesar terjadi di daratan sedangkan terkecil di lautan. Variasi hujan di atas lautan sangat kecil atau cenderung tetap.

1 PENDAHULUAN

Penelitian mengenai variasi presipitasi harian di Bumi dilakukan pertama kali pada awal abad ke-20 oleh Hann (Yang and Smith, 2006). Secara umum, Hann mencatat, karakteristik hujan harian di lautan adalah hujan malam hari hingga dini hari (*late evening - early morning*) (Kraus 1963, Anderson 1970, Gray Jacobson 1977, Jordon 1980, Albright et al. 1985, Randall et al. 1991, Imaoka and Spencer 2000 dalam Yang and Smith, 2006). Sedangkan hujan harian di atas daratan pada umumnya merupakan hujan yang berlangsung pada siang hingga sore hari (*mid to late afternoon*) (Ray 1928, Cook 1939, Kousky 1980, Hamilton 1981, Garreaud and Wallace 1997 dalam Yang and Smith, 2006).

Penelitian mengenai mekanisme hujan harian di Benua Maritim Indonesia, dan secara spesifik di Sumatera digambarkan dengan sangat baik oleh Mori et al. (2004) dalam suatu skema mekanisme hujan harian. Tujuan penelitian yang dilakukan oleh Mori et al. (2004) adalah untuk mengetahui karakteristik hujan harian di Sumatera, menjelaskan bagaimana proses terjadinya hujan harian tersebut, dan penemuan penting lainnya yaitu terbentuknya pola migrasi puncak curah hujan dari lautan menuju daratan serta sebaliknya yang dikaitkan dengan proses terjadinya angin darat dan angin laut. Tujuan makalah ulasan ini adalah membahas hasil penelitian Mori et al. (2004) mengenai hujan harian di Sumatera secara spesifik dan secara umum ingin memahami

mekanisme curah hujan harian di daratan, pesisir, dan lautan. Ulasan terhadap penelitian Mori et al (2004) mengenai hujan harian di Sumatera juga dibandingkan dengan hasil penelitian Imaoka dan Spencer (2000).

2 DATA DAN METODOLOGI

Data yang digunakan oleh Mori et.al. (2004) dan Sakura et. al (2005) dalam penelitian untuk menentukan mekanisme curah hujan harian di Sumatera adalah data curah hujan tiap jam dari satelit TRMM tipe 2A25 dengan resolusi spasial $0.5^\circ \times 0.5^\circ$ dari tahun 1998 sampai 2000.

Selain data curah hujan, digunakan pula data parameter atmosfer hasil pengukuran rawinsonde yang secara operasional dilakukan oleh BMKG di stasiun meteorologi Tabing, Sumatera Barat dan stasiun meteorologi Bandara Cengkareng, Jakarta. Peluncuran rawinsonde dilakukan selama 1-28 November 2001 di stasiun Tabing, dan 12-18 November 2001 di stasiun GAW Kototabang, setiap pukul 07.00 WIB.

Selain itu, digunakan pula data curah hujan tiap tiga jam dari *Automatic Weather Station* (AWS) BMKG yang berlokasi di Kototabang dan Tabing. Data curah hujan Kototabang tersedia sejak Agustus 1999 hingga 2001. Sementara data curah hujan di Tabing tersedia pada 12-18 November 2001.

Selain itu, digunakan pula data awan dari satelit GMS. Data awan tersebut meliputi data temperatur minimum puncak awan (*Blackbody brightness temperature*, T_{BB}) dengan menggunakan channel sensor IR1. Periode data awan yang digunakan dalam penelitian adalah November 2001 tiap satu jam, dengan resolusi spasial 0.05° .

Selain data pengamatan dari satelit dan observasi permukaan, digunakan pula data reanalisis dari *National Center for Environmental Prediction* (NCEP/NCAR) yang merata-ratakan data selama November 2001. Data reanalisis digunakan untuk menganalisis spasial yang luas (sekitar 1000 km), dengan resolusi spasial 2.5° . Parameter data meteorologi yang digunakan dari NCEP/NCAR adalah data *Outgoing Longwave Radiation* (OLR).

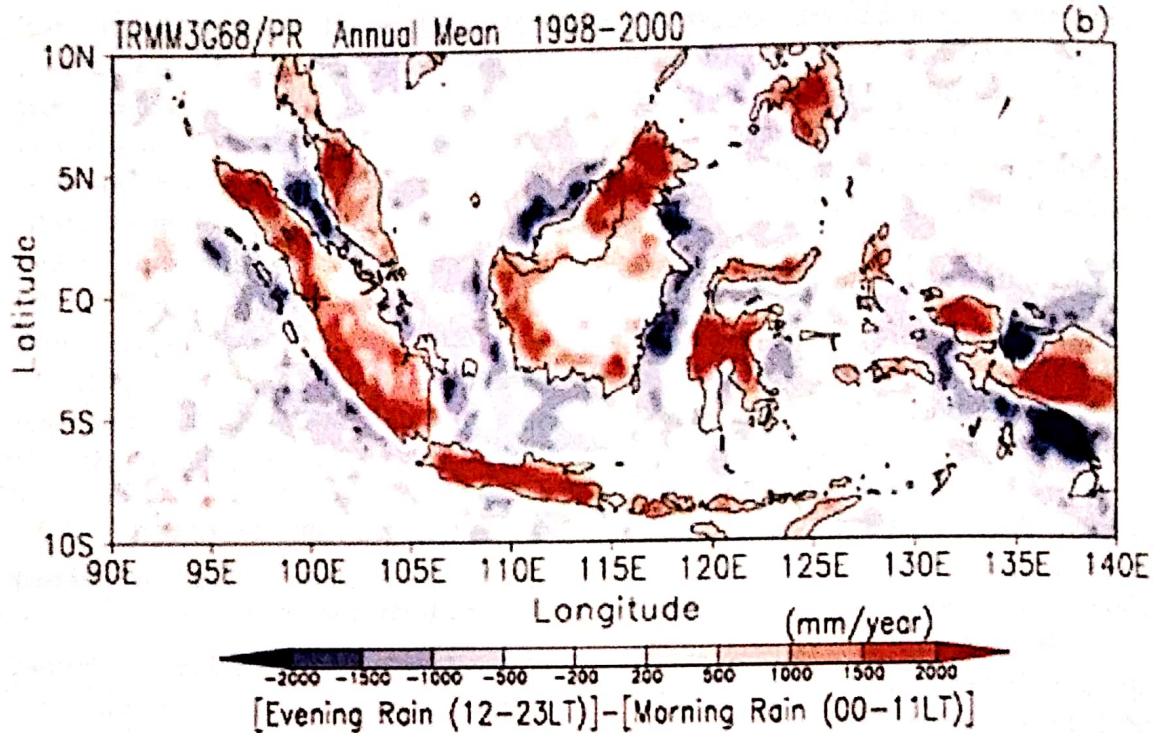
3 HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Karakteristik Hujan di Benua Maritim Indonesia

Berdasarkan Gambar 3-1 terlihat bahwa karakteristik hujan harian yang turun di atas daratan merupakan hujan malam hari (*evening rain*). Hujan malam hari yang dimaksud dalam penelitian Mori et al. (2004) adalah hujan yang turun dari pukul 12.00 hingga 23.00 waktu setempat. Sementara hujan pagi hari (*morning rain*) merupakan hujan yang turun dari pukul 24.00 hingga 11.00 waktu setempat.

Pada Gambar 3-1 tampak bahwa sebagian besar daratan di Benua Maritim Indonesia (Sumatera, Jawa, Kalimantan, Sulawesi, Halmahera, Maluku, Papua, NTB, NTT) memiliki nilai curah hujan positif yang diperoleh dari selisih antara hujan sore dan hujan pagi. Positif ditampilkan dengan gradasi warna merah menunjukkan hujan sore.

Sebaliknya, hujan yang turun di atas lautan didominasi oleh hujan pagi. Hal ini terlihat dari nilai negatif curah hujan di atas area lautan yang mengelilingi Pulau Sumatera, Kalimantan, Sulawesi, Papua.



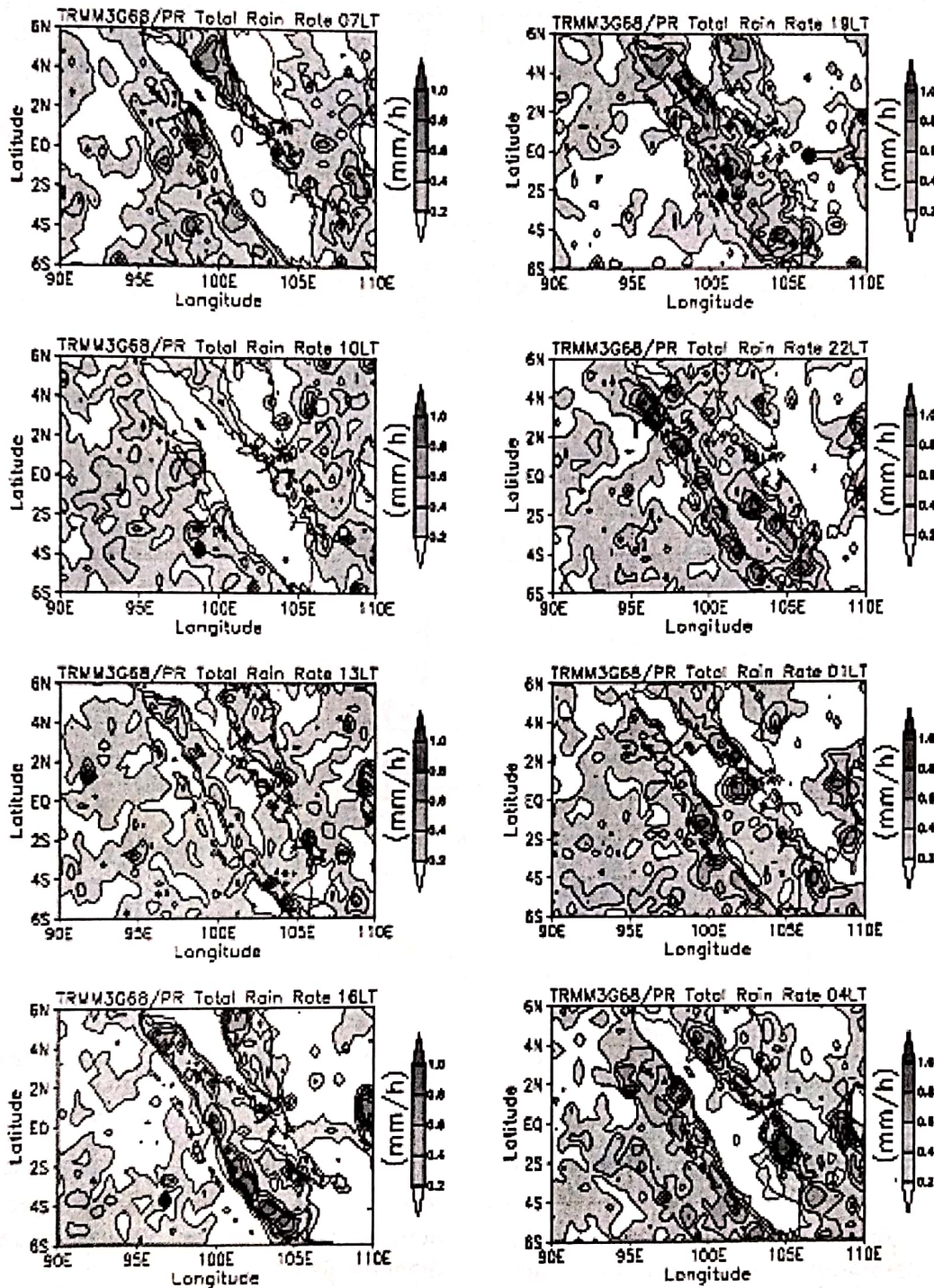
Gambar 3-1: Karakteristik hujan harian di Benua Maritim Indonesia berdasarkan data curah hujan TRMM rata-rata tahunan 1998-2000 (Mori et al., 2004)

3.2 Karakteristik Hujan Harian di Sumatera

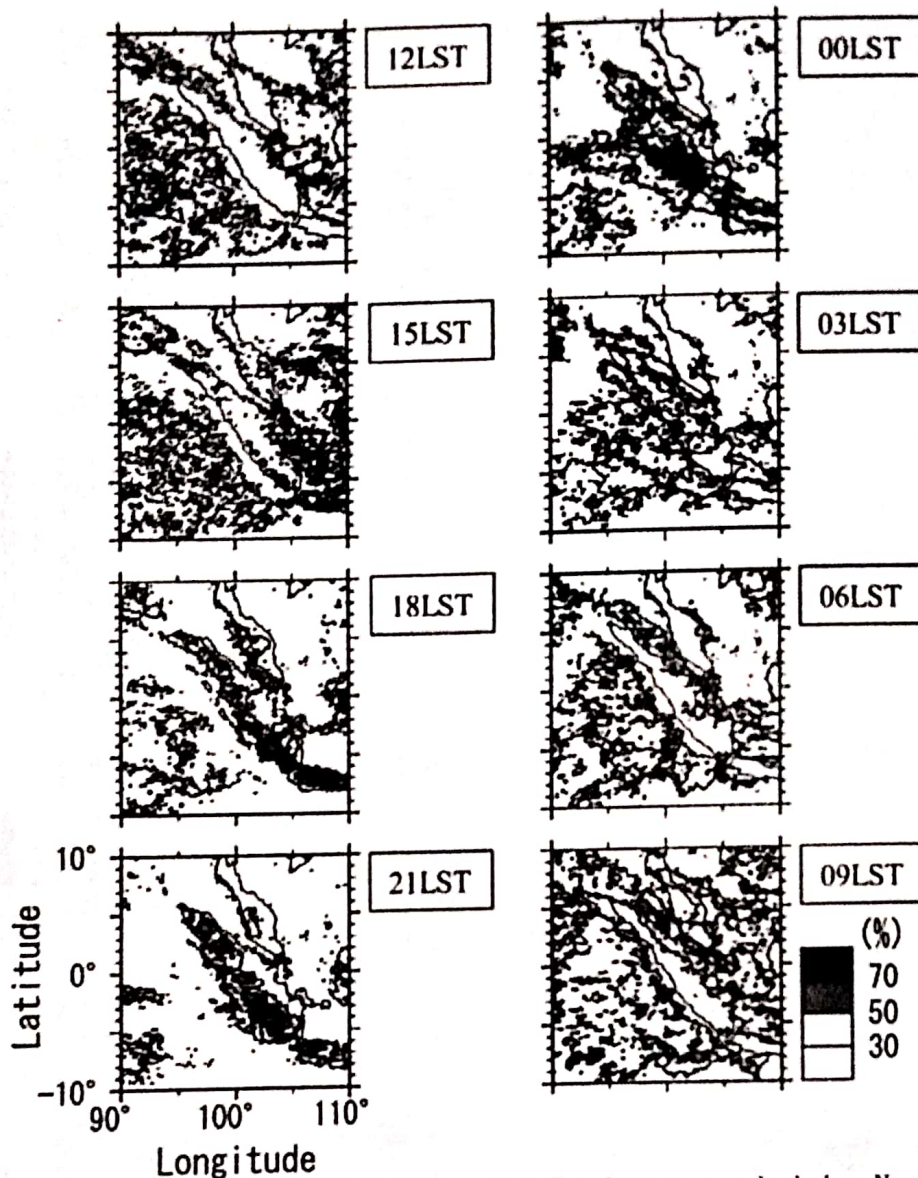
Secara spesifik, penelitian terhadap akumulasi curah hujan harian di Pulau Sumatera menunjukkan bahwa hujan mulai banyak terjadi pada pukul 13.00-01.00 WIB. Di mana curah hujan maksimum terjadi pada pukul 19.00 WIB. Sementara pukul 04.00-10.00 WIB, sebagian besar Sumatera tidak mengalami hujan. Hal ini seperti dinyatakan oleh Gambar 3-2. Tampak pula, hujan pada pukul 13.00 WIB terjadi secara tiba-tiba dan hampir merata di atas Pulau Sumatera kecuali sebagian kecil Sumatera bagian tengah.

Bagaimana proses pembentukan awan-awan konvektif sehingga menimbulkan banyak hujan pada sore hari di atas Sumatera? Hal ini dijelaskan oleh Sakurai et al. (2005) pada Gambar 3-3

dengan menggunakan data awan dari satelit GMS. Pada siang hari, tepat pada pukul 12.00 WIB, awan-awan konvektif mulai terbentuk di sepanjang pesisir timur Sumatera. Pada sore hari, pukul 15.00 WIB, awan konvektif di pesisir timur bagian selatan terakumulasi semakin banyak, bersamaan dengan terbentuknya awan-awan konvektif di pesisir barat Sumatera. Menjelang malam hari, pukul 18.00 WIB, awan konvektif di pesisir barat Sumatera mulai terbentuk semakin banyak dan tersebar merata melingkupi Sumatera hingga dini hari menjelang yaitu pada pukul 03.00 WIB. Selanjutnya, hingga pukul 09.00 WIB, awan masih berada di atas pesisir timur Sumatera, sementara pesisir barat sudah relatif bersih dari awan.



Gambar 3-2: Karakteristik hujan harian di Pulau Sumatera selama periode tiga tahun 1998-2000 (Mori et al., 2004)



Gambar 3-3: Karakteristik curah hujan harian di Pulau Sumatera pada bulan November 2001 (Sakurai et al., 2005)

3.3 Karakteristik Hujan Harian di Daratan

Karakteristik hujan harian di atas daratan Sumatera ditunjukkan oleh Gambar 3-4. Karakteristik hujan harian adalah hujan siang hingga malam hari (*mid afternoon to evening rain*) (pukul 12.00-21.00 WIB), dengan maksimum hujan terjadi pada sekitar pukul 18.00 WIB. Adapun tipe hujan yang paling banyak berkontribusi adalah hujan konvektif yang pada saat maksimum mencapai 0.6 mm/jam sementara tipe hujan stratiform hanya sekitar 0.1 mm/

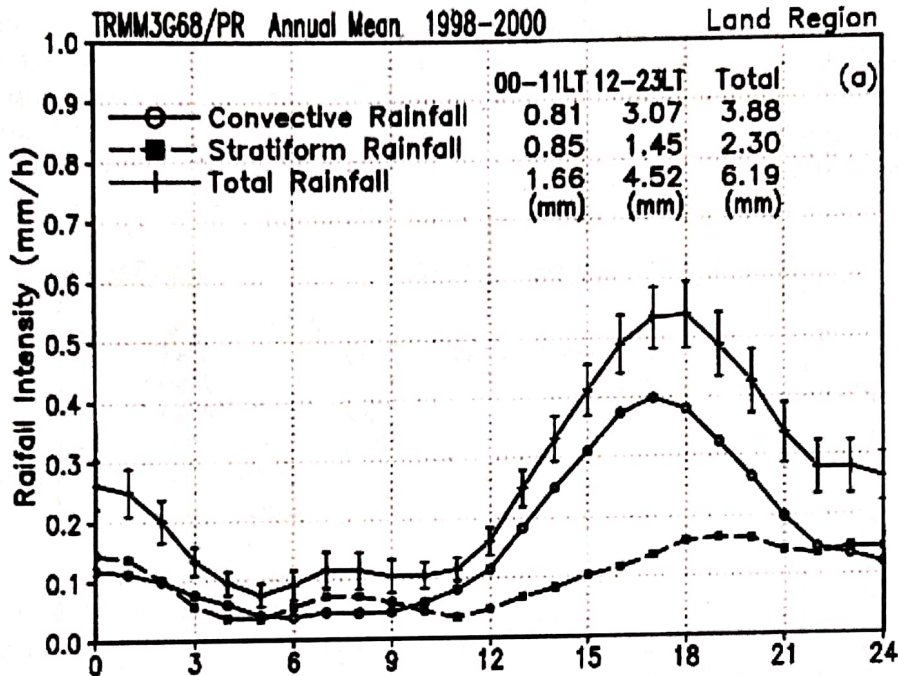
jam. Dengan demikian, hujan konvektif telah berkontribusi membentuk hujan di atas daratan 6 kali lebih banyak dibandingkan hujan stratiform.

3.4 Karakteristik Hujan Harian di Pesisir

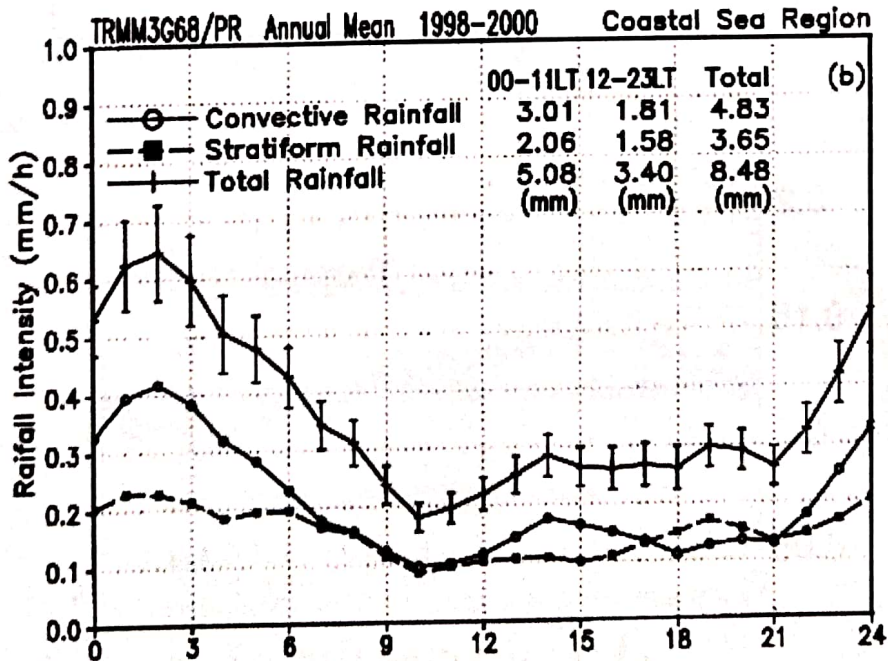
Sementara itu, karakteristik hujan harian di atas wilayah pesisir Sumatera ditunjukkan oleh Gambar 3-5 di mana hujan harian paling banyak terjadi pada malam hingga pagi hari (*evening to morning rain*) (pukul 21.00-09.00 WIB), dengan maksimum hujan terjadi pada

sekitar pukul 03.00 WIB dini hari. Sama dengan hujan di daratan, tipe hujan yang paling banyak berkontribusi adalah hujan konvektif. Bedanya, di wilayah pesisir, hujan konvektif yang pada saat maksimum telah berkontribusi hanya 3

kali lebih banyak dibandingkan hujan stratiform. Hal ini diperlihatkan pada Gambar 3-5, hujan konvektif mencapai 0.6 mm/jam sementara hujan stratiform 0.2 mm/jam.



Gambar 3-4: Karakteristik curah hujan harian di daratan Sumatera selama tiga tahun (Mori et al., 2004)



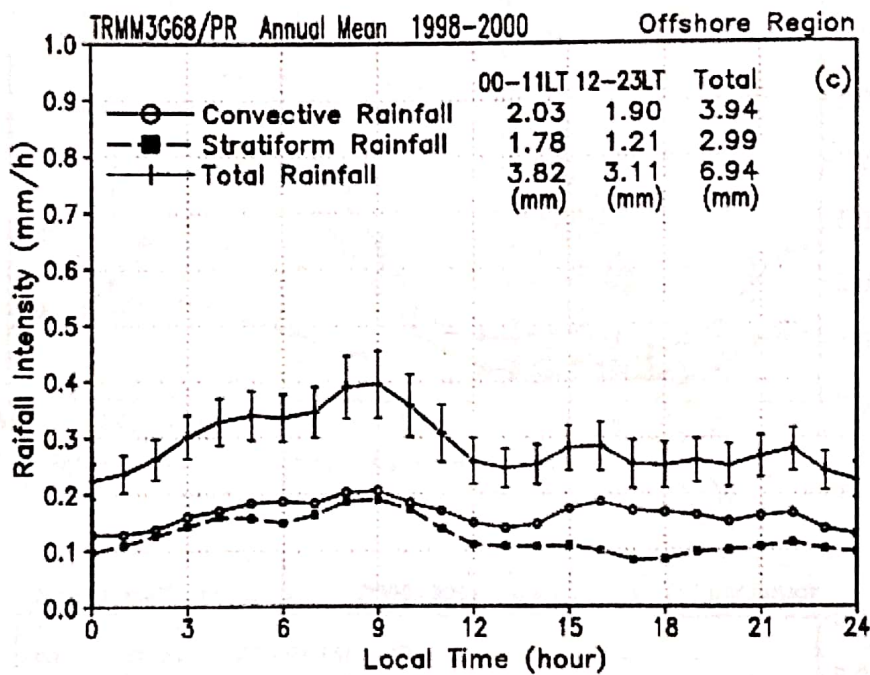
Gambar 3-5: Karakteristik curah hujan harian di pesisir Sumatera selama tiga tahun (Mori et al., 2004)

3.5 Karakteristik Hujan Harian di Lautan

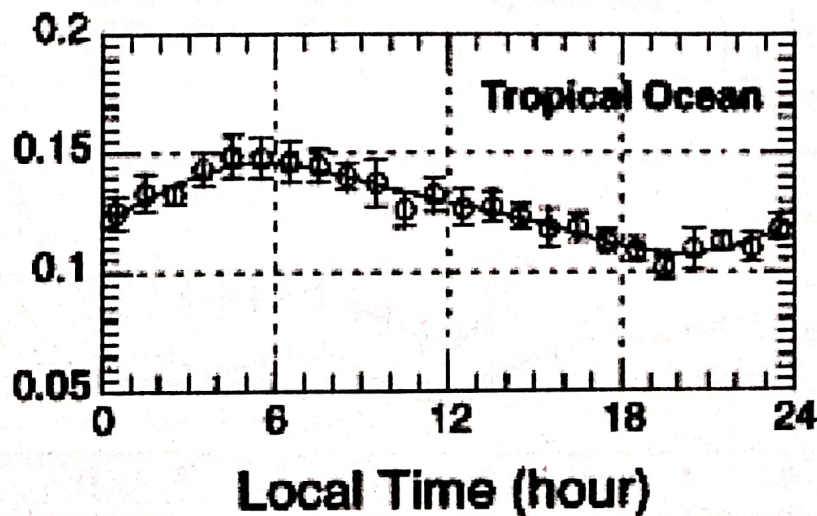
Adapun karakteristik hujan harian di atas lautan Samudera Hindia dekat Sumatera ditunjukkan oleh Gambar 3-6. Hujan harian di atas lautan cenderung turun lebih menetap (*steady*), dengan variasi yang tidak sebesar hujan harian di darat dan pesisir. Meskipun demikian, Gambar 3-6 menunjukkan, hujan maksimum terjadi pada pukul 09.00 WIB sehingga tergolong hujan pagi hari di mana hujan konvektif turun yang pada

saat maksimum telah berkontribusi hanya 2 kali lebih banyak dibandingkan hujan stratiform. Sebagaimana pada Gambar 3-6, hujan konvektif mencapai 0.4 mm/jam sementara hujan stratiform 0.2 mm/jam.

Karakteristik hujan pagi hari di lautan tersebut mendukung penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Imaoka and Spencer (2000) yang menunjukkan bahwa puncak hujan di lautan tropis (30 °LS-30 °LU) terjadi pada pukul 06.00 WIB.



Gambar 3-6: Karakteristik curah hujan harian di lepas pantai Sumatera (Samudera Hindia) selama tiga tahun



Gambar 3-7: Karakteristik curah hujan harian di lautan tropis menggunakan data TRMM 1998-2000 (Imaoka and Spencer, 2000)

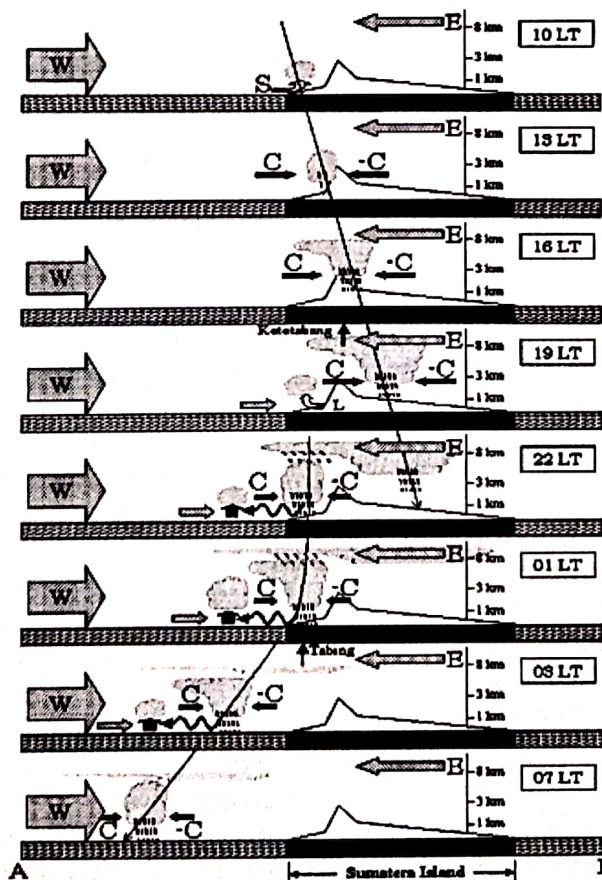
3.6 Mekanisme Hujan Harian di Sumatera

Dengan memperhatikan hasil-hasil penelitian mengenai curah hujan, awan, dan angin yang diantaranya telah ditampilkan dalam makalah ini melalui Gambar 3-1, 3-2, 3-4, 3-5, dan 3-6, maka Mori et al. (2004) membuat skema untuk menjelaskan bagaimana mekanisme hujan harian yang terjadi di atas pulau Sumatera. Melalui Gambar 3-8, dipaparkan bahwa pada pagi hari (pukul 10.00 WIB), terbentuk aliran massa udara lokal di permukaan (ketinggian <1 km) dari timur (lautan) menuju (barat) pesisir Sumatera. Selain angin lokal tersebut, terbentuk pula angin laut (angin barat) yang seragam dari permukaan hingga ketinggian kurang dari 8 km.

Pada saat yang bersamaan, di level permukaan, dalam skala regional terdapat angin timur yang merupakan aliran massa udara equatorial yang bertiup pada ketinggian lebih dari 8 km. Pada pukul 13.00 WIB, pertemuan

angin barat dan angin timur tersebut memulai proses konveksi dan membentuk awan konvektif di atas wilayah pegunungan di sepanjang pesisir barat. Pada saat itu hujan sudah mulai turun di atas daratan di kaki gunung. Selanjutnya pada sore hari, pukul 16.00 WIB, awan konvektif semakin tinggi dan menyebar di atas pegunungan sehingga menimbulkan hujan yang lebih lebat di atas wilayah pegunungan.

Pada malam hari, awan-awan konvektif dari pegunungan turun menuju daratan yang lebih rendah ke arah timur, dan menurunkan hujan yang tak kalah lebat dan luas di atas dataran rendah. Menjelang tengah malam, pukul 22.00 WIB, karena pengaruh dari angin darat, awan-awan konvektif berarak lagi menuju ke barat dan menimbulkan hujan deras di wilayah pesisir. Hujan di atas pesisir turun hingga menjelang dini hari yaitu pukul 01.00 WIB. Sementara pada dini hari (03.00 WIB) hingga pagi hari (07.00 WIB) hujan banyak terjadi di atas lautan.



Gambar 3-8: Skema mekanisme curah hujan harian di Sumatera

4 PENUTUP

Dari skema mekanisme hujan harian yang dipaparkan oleh Mori dan Sakurai, maka dapat disimpulkan (i) Mekanisme hujan harian di Sumatera menunjukkan bahwa dalam skala regional, puncak curah hujan mengalami migrasi dari lautan menuju daratan yang berkaitan dengan angin darat dan angin laut (*land-sea breeze*), (ii) Karakteristik hujan harian di pesisir merupakan hujan dini hari (*evening to early morning rain*) dengan maksimum hujan pukul 03.00 WIB, di daratan merupakan hujan sore hari (*mid afternoon to evening rain*) dengan maksimum hujan pukul 18.00 WIB, dan di lautan merupakan hujan pagi hari (*morning rain*) dengan maksimum hujan pukul 09.00 WIB, dan (iii) Lebih dari 70 persen hujan yang terjadi di atas Sumatera adalah jenis hujan konvektif.

DAFTAR RUJUKAN

Imaoka K. and Spencer R.W., 2000. *Diurnal Variation of Precipitation over the Tropical Oceans Observed*

by TRMM/TMI Combined with SSM/I in Journal of Climate, Vol.13, 4149-4158.

Mori S., Hamada J., Tauhid Y.I., Yamanaka M.D., Okamoto N., Murata F., Sakurai N., Hashiguchi H., Sribimiwati T., 2004. *Diurnal Land-Sea Rainfall Peak Migration over Sumatera Island, Indonesia Maritime Continent, Observed by TRMM Satellite and Intensive Rawinsonde Soundings in Monthly Weather Review*, Vol. 132, 2031-2039.

Sakurai N., Murata F., Yamanaka M.D., Hamada S.M.J., Hashiguchi H., Tauhid Y.I., Sribimawati T., 2005. *Diurnal Cycle of Cloud System Migration over Sumatera Island in Journal of the Meteorological of Japan*, Vol. 83, No.5, 835-850.

Yang S. and Smith E.A., 2006. *Mechanism for Diurnal Variability of Global Tropical Rainfall Observed from TRMM in Journal of Climate*, Vol. 19, 5190-5225.