

AKTIVITAS KONVEKSI DI KOTOTABANG BERBASIS X-BAND METEOROLOGICAL RADAR

Ina Juaeni

*Bidang Pemodelan Atmosfer, Pusat Sains dan Teknologi Atmosfer, LAPAN
inajuaeni@yahoo.com, ina_j@bdg.lapan.go.id*

Abstract

Horizontal distribution of precipitation echo observed by X-band meteorological radar on the 2 km of height in campaigns periods ie November 2 until November 28, 2002 and November 10 to December 9, 2005 representative of wet month and April 10 to May 5 2004 as a dry period, show convection activity over Kototabang and surrounding areas that are within radar coverage (circle area on 30 km of diameter). On the wet month, November and December 2005, horizontal distribution of precipitation echo slightly enough with a maximum frequency of about 45 db (decibels). Cloud cover is observed from the distribution of precipitation echo varies from 2.5% to 90% compare to coverage of radar. Convective activity starts early morning and then reaches a maximum in the afternoon. Convective mass over Kototabang primarily from west, north west, east, north east and south east, sometimes come from the north or south direction. Convective activities produce rain with maximum rate of about 40 mm/hour based on ORG (Optical Rain Gauge). Strength of vertical convection observed by radar was very weak, both in wet and dry month. Frequency of vertical convection is about 0,05 % compare to total convective activity and produce light rain as measured by ORG.

Kata kunci: *Convective activities, cloud, rainfall, Kototabang*

Abstrak

Distribusi horisontal dari *precipitation echo* yang diamati oleh X-band meteorological radar pada ketinggian 2 km dalam periode *campaigns* pada bulan-bulan basah yaitu 2 sampai 28 November 2002 dan 10 November sampai 9 Desember 2005 serta bulan kering yaitu 10 April sampai 5 Mei 2004, memperlihatkan aktivitas konveksi di atas Kototabang dan area sekeliling yang berada dalam jangkauan radar (area berbentuk lingkaran dengan jari-jari 30 km). Pada bulan-bulan basah, yaitu November 2002 dan Desember 2005, distribusi horisontal *precipitation echo* cukup rapat dengan frekuensi maksimum sekitar 45 db (desibel). Tutupan awan yang diamati dari distribusi *precipitation echo* bervariasi dari 2,5 % sampai 90% terhadap luas total sesuai jangkauan radar. Aktivitas konveksi dimulai pagi hari dan kemudian mencapai maksimum pada sore hari. Massa konveksi yang berada di atas Kototabang pada umumnya berasal dari arah barat, barat laut, timur, timur laut dan tenggara, kadang-kadang berasal dari arah utara atau selatan Kototabang. Aktivitas konveksi tersebut menghasilkan hujan dengan laju maksimum sekitar 40 mm/jam berdasarkan ORG (Optical Rain Gauge). Kekuatan konveksi vertikal/lokal yang diamati dari *precipitation echo* sangat lemah, baik di musim hujan maupun musim kemarau. Frekuensi kejadian konveksi vertikal hanya sekitar 0,05 % dari seluruh aktivitas konveksi dan hanya menghasilkan hujan ringan berdasarkan ORG.

Kata kunci: *aktivitas konveksi, awan, curah hujan, Kototabang*

1. PENDAHULUAN

Dalam sains atmosfer, proses pembentukan awan dan hujan bukan proses yang sederhana. Sebagai contoh tinjau proses konveksi salah satu jenis proses pembentukan awan dan hujan. Pembentukan awan konveksi dimulai dari timbulnya diferensiasi panas/temperatur di permukaan bumi. Setelah diferensiasi mencapai nilai tertentu, gaya apung bekerja menaikkan massa udara permukaan ke lapisan atas. Pada ketinggian tertentu massa udara akan mengalami perubahan wujud dari gas/uap menjadi cair atau disebut proses kondensasi. Jika proses kondensasi berhasil membentuk awan, maka proses kejadian hujan masih tergantung kepada proses pertumbuhan butir-butir awan menjadi butir-butir hujan dan kondisi lingkungan sekitar awan tersebut. Proses pembentukan awan dan hujan jenis lain seperti orografis juga akan melalui proses-proses antara sebelum awan dan hujan terbentuk. Sejalan dengan uraian di atas, maka penelitian ini dilakukan agar dapat melengkapi penjelasan sebelumnya tentang mekanisme pembentukan awan dan hujan yang terjadi di Kototabang.

2. DATA DAN METODOLOGI

Aktivitas awan dan hujan di atas Kototabang dipantau dengan *precipitation echo* dari X-band meteorological radar pada 2 sampai 28 November 2002, 10 April sampai 5 Mei 2004 dan 10 November sampai 9 Desember 2005 sehingga diperoleh kondisi aktif dan kondisi tidak aktif, perpindahan dan pertumbuhan awan dan hujan. Data X-band meteorological radar yang digunakan adalah data pada ketinggian 2 km. Spesifikasi X-band radar adalah sebagai berikut: Frekuensi: 9,74 GHz, *Peak Power*: 40 kW (*Transmitter output*), Antena: mempunyai diameter 1,2 m, Kecepatan rotasi antena: 2 rpm, Jangkauan sampling: 0,25 sampai 31,5 km.



Gambar 1: *X-band meteorological radar* di SPD Kototabang

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Aktivitas konveksi dari X-band meteorological radar

Precipitation echo dari *X-band meteorological radar* memberikan informasi pertumbuhan dan perkembangan sel konveksi mulai dari tahap awal, tahap matang sampai tahap peluruhan, hal ini dimungkinkan karena resolusi waktu yang sangat tinggi sehingga data yang diberikan sangat detil. Informasi ini sangat berguna untuk memahami proses konveksi atau proses pertumbuhan awan dan hujan di atas Kototabang. Data *precipitation echo* ditampilkan dalam bentuk kontur yang sumbu-sumbunya adalah jarak arah lintang dan arah bujur terhadap Kototabang. Titik nol adalah letak stasiun EAR Kototabang. Dari hasil pengamatan terhadap plot *precipitation echo* tersebut tampak ada sel-sel konveksi yang selalu muncul disebelah barat, barat daya dan tenggara Kototabang. Ukuran selnya biasanya kurang dari 5 km x 5 km. Sel-sel ini bisa membesar jika bergabung dengan sel lain. Di atas Kototabang sendiri jarang sekali muncul sel konveksi vertikal, tetapi Kototabang seringkali ditutupi sel/awan yang datang dari arah sekitarnya. Hasil interpretasi terhadap *precipitation echo* dilakukan untuk seluruh data. Berdasarkan hasil interpretasi tersebut, kemudian ditentukan hari-hari aktif dan hari-hari cerah (Tabel 1). Terjadi 29 kali kondisi tidak aktif/cerah, atau 64 % dari seluruh periode pengamatan adalah hari aktif.

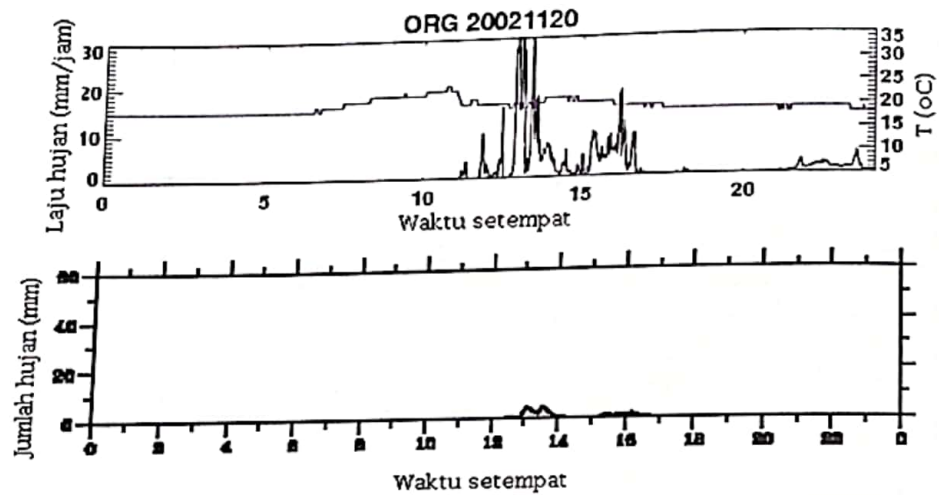
Tabel 1. Daftar hari cerah dan aktif

November 2002		April-Mei 2004		November – Desember 2005	
Tgl	Kategori	Tgl	Kategori	Tgl	Kategori
2	Tidak ada data	10	Aktif	24	Cerah
3	Cerah	11	Aktif	25	Cerah
4	Cerah	12	Tidak aktif/cerah	26	Cerah
5	Cerah	13	Aktif	27	Cerah
6	Aktif	15	Aktif	28	Cerah
7	Aktif	17	Aktif	29	Aktif
8	Aktif	18	Cerah	30	Aktif
9	Aktif	19	Aktif	1	Aktif
10	Aktif	20	Cerah	2	Aktif
11	Aktif	21	Cerah	3	Cerah
12	Cerah	22	Aktif	4	Cerah
13	Aktif	23	Aktif	5	Aktif
14	Cerah	24	Aktif	6	Cerah
15	Aktif	25	Cerah	7	Aktif
16	Aktif	26	Cerah	8	Aktif
17	Aktif	27	Cerah	9	Aktif
18	Aktif	28	Aktif	10	Aktif
19	Aktif	29	Aktif	11	Aktif
20	Aktif	30	Cerah	12	Kurang aktif
21	Aktif	1	Cerah	13	Kurang aktif
22	Aktif	2	Cerah	14	Aktif
23	Aktif	3	Cerah	15	Aktif
24	Aktif	4	Cerah	16	Cerah
25	Cerah			17	Cerah
26	Cerah di pagi hari (data hanya 00:03:59 sampai 07:08:04 LT)			18	Cerah
27	Tidak ada data			19	Cerah
28	Cerah (data hanya 11:03:59 LT sampai 23:50:44 LT)			20	Cerah
				21	Kurang aktif
				22	Cerah
				23	Cerah

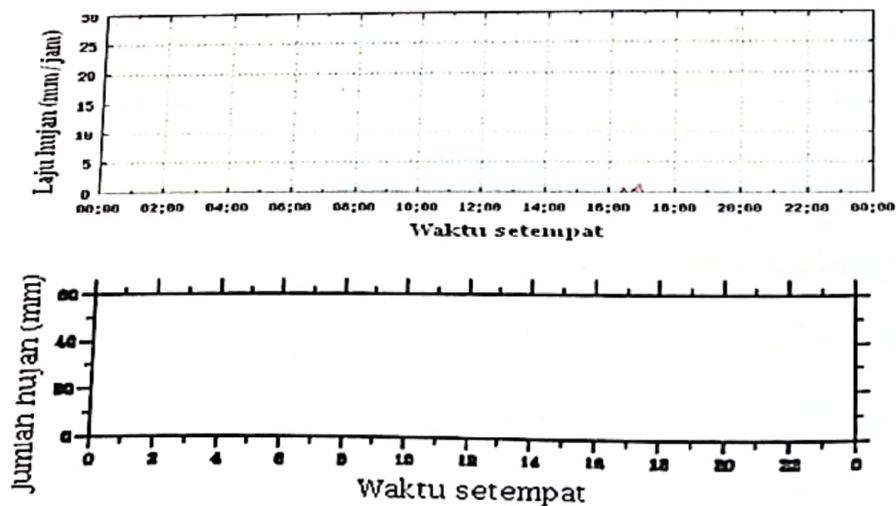
3.2 Konfirmasi aktifitas konveksi dengan laju hujan ORG dan curah hujan AWS

Hari aktif konveksi menunjukkan bahwa pada waktu itu terjadi aktifitas proses pembentukan awan dan hujan. Untuk menunjukkan apakah aktifitas konveksi tersebut mendatangkan hujan atau tidak, dikonfirmasi dengan data laju curah hujan dari ORG dan AWS. Konfirmasi aktifitas konveksi dengan data hujan dari ORG dilakukan oleh Shibagaki *et al.* (2005) untuk periode November 2002. Data AWS belum digunakan untuk konfirmasi ini. Untuk kasus hari aktif pada 20 November 2002 X-band radar

menunjukkan intensitas yang cukup tinggi dan ditunjukkan oleh ORG mempunyai laju hujan maksimum ~30 mm/jam. Akan tetapi data curah hujan dari AWS menunjukkan nilai curah hujan yang rendah (Gambar 2). Kasus lain yaitu pada 10 April 2004 menunjukkan bahwa hujan yang terdeteksi oleh ORG dengan laju maksimum 2,5 mm/jam (Gambar 3 atas) tidak menurunkan hujan sampai ke permukaan atau curah hujan nol (Gambar 3 bawah). Hal ini dikonfirmasi oleh data curah hujan dari AWS, yang menunjukkan nilai nol (Gambar 3).



Gambar 2: Laju hujan dari ORG (atas) dan curah hujan dari AWS (bawah) untuk 20 November 2002



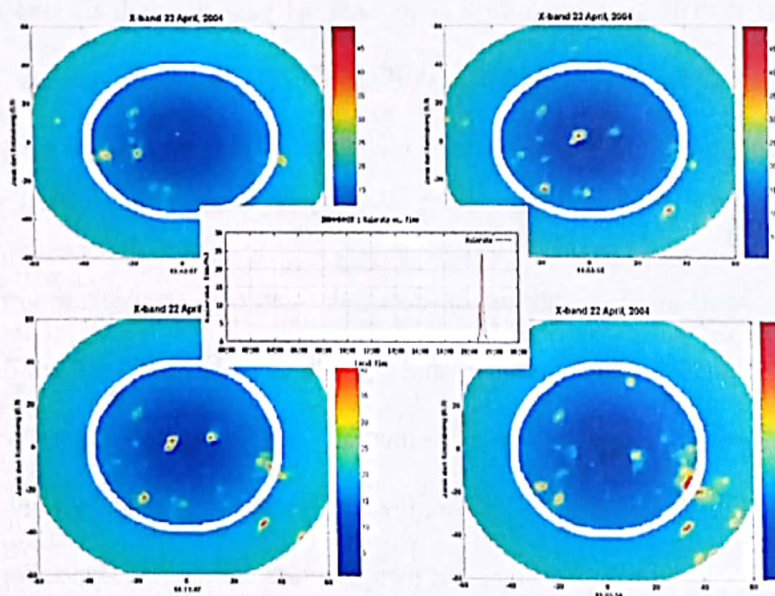
Gambar 3: Laju hujan dari ORG (atas) dan curah hujan dari AWS (bawah) untuk 10 April 2004

Sel-sel konveksi yang menurunkan hujan sampai ke permukaan umumnya adalah sel-sel konveksi yang berasal dari arah barat/barat laut/barat daya atau tenggara Kototabang yang berkembang dan bergabung dengan sel-sel konveksi atau awan-awan lain sehingga membentuk sebuah kluster yang besar > 30 km x 30 km atau dalam Shibaki *et al.* (2005) disebut M β CP (meso β scale convective precipitation). Kototabang sendiri bukan sumber aktifitas konveksi, tetapi jadi lokasi peluruhan awan-awan yang sangat besar. Proses peluruhan atau pelepasan tetes-tetes hujan menjadi hujan dapat diidentifikasi dari arah kecepatan angin vertikal. Angin vertikal mempunyai magnitude negatif atau terjadi downdraft. Hal ini dapat terlihat dengan jelas pada kasus aktif tanggal 20 November 2002. Sel konveksi yang berasal dari konveksi termal/vertikal sangat jarang terjadi. Salah satunya teramati pada tanggal 22 April 2004. Tampak dari distribusi *precipitation echo* ada sel yang tumbuh di atas Kototabang, namun tutupan awan yang diakibatkan aktifitas konveksi tersebut kecil hanya sekitar 5 km x 5 km dan laju hujan yang terdeteksi oleh ORG sebesar <25 m/jam (Gambar 3.3).

3.3 Pembahasan

Dari hasil analisis data angin, data radar dan data temperatur virtual (2002, 2004 dan 2005) terlihat bahwa hujan yang jatuh di Kototabang dihasilkan dari aktivitas konveksi di sekitar Kototabang, yang kemudian bersatu dengan sel-sel konveksi lain dan bergerak ke arah Kototabang. Hal ini juga dinyatakan oleh Alexander *et al.* (2006). Di atas Kototabang awan-awan tersebut mengalami tahap matang dan tahap peluruhan (Shibagaki *et al.*, 2005). Tahap matang ditandai dengan semakin tinggi frekuensi yang dicatat oleh radar sedangkan tahap peluruhan ditandai dengan downdraft dan turunnya hujan. Dari ORG laju curah hujan maksimum yang dihasilkan dari gabungan sel-sel konveksi tersebut lebih dari 30 mm/jam, tetapi tidak seluruhnya sampai ke permukaan. Hujan di Kototabang terjadi dengan waktu yang singkat tetapi dengan frekuensi yang

relatif cukup tinggi, jadi sesuai uraian di atas dapat disimpulkan bahwa hujan di atas Kototabang berasal dari awan konveksi bukan awan siklonis. Awan orografis mungkin ada kontribusinya dalam mekanisme pembentukan awan dan hujan di atas Kototabang, tetapi itu harus dibuktikan dengan data radar yang mengukur distribusi precipitation echo dari permukaan dan dengan memperluas jangkauan horisontal radar tersebut seperti yang dilakukan oleh Sakurai *et al.* (2009). Di daratan tropis awan-awan konveksi lebih banyak ditemui dibandingkan awan-awan stratiform, dan bentuk permukaan yang beragam menjadikan proses konveksi juga menjadi sangat berbeda antara satu lokasi dengan lokasi lainnya (Houze, 2004). Dalam penelitian ini juga ditemukan hubungan reflektivitas dengan kejadian hujan yaitu jika reflektivitas radar cukup tinggi (>40 dB) maka terjadi hujan. Hal serupa disampaikan juga oleh Zeng *et al.* (2001) dengan klasifikasi yang lebih detail.



Gambar 4: Aktifitas konveksi vertikal di atas Kototabang pada 22 April 2004 dipantau dengan X-band meteorological radar dan laju hujan dari ORG (gambar tengah)

4. KESIMPULAN

Hujan yang jatuh di Kototabang dihasilkan dari aktivitas konveksi skala meso di sebelah barat/barat laut/barat daya atau tenggara Kototabang. Awan-awan yang terbentuk akibat konveksi vertikal di tempat lain tersebut bergerak ke arah Kototabang dan mengalami tahap peluruhan di Kototabang. Sel-sel konveksi ini menurunkan hujan lebat dengan laju maksimum lebih dari 30 mm/jam berdasarkan ORG.

Konveksi vertikal yang terjadi sangat lemah dan tidak menghasilkan hujan berdasarkan AWS atau menghasilkan hujan dengan laju sangat rendah (< 5 mm/jam) berdasarkan ORG.

Curah hujan yang terukur/tercatat oleh ORG mempunyai perbedaan dengan curah hujan yang terukur di permukaan (AWS).

DAFTAR PUSTAKA

- Alexander, S.; Tsuda, T.; Furumoto, J.; Shimomai, T.; Kozu, T; and Kawashima, M.;
2006: A Statistical Overview of Convection During the First CPEA Campaign,
Journal of the Meteorological Society of Japan, Vol. 84A, pp. 57-93.
- Houze, R. A.; 2004 : Mesoscale Convective Systems, American Geophysical Union,
Geophysics, 42.
- Shibagaki, Y.; Toyoshi Shimomai; Toshiaki Kozu; Shuichi Mori; Yasushi Fujiyoshi,
Hiroyuki Hashiguchi ; Masayuki K. Yamamoto, Shoichiro Fukao; Manbu
Yamanaka; 2005: Multiscale Aspects of Convective Systems Associated with an
Intraseasonal Oscillation over the Indonesian Maritime Continent, *Monthly
Weather Review*, Vol. 134.
- Sakurai, N.; Masayuki K. ; Yasushi F.; Hiroyuki H.; Toyoshi S.; Shuichi M.; Hamada
J.; Fumie M.; Manabu D. Yamanaka; Yudi Iman Tauhid; Tien S. and Budi S.;
-

2009: Internal Structures of Migratory Cloud Systems with Diurnal Cycle over Sumatera Island during CPEA-I Campaign, *J.Meteor.Soc.Japan*, Vol. 87, 157-170.

Zeng, Z; , Sandra E. Yuter, and Robert A. Houze Jr.; 2001: Microphysics of the Rapid Development of Heavy Convective Precipitation, American Meteorological Society, *Monthly Weather Review*, Vol. 129.