

VARIASI KANDUNGAN UAP AIR DI ATAS KOTOTABANG, SUMATERA BARAT HASIL ANALISIS DATA *RADIO ACOUSTIC SOUNDING SYSTEM (RASS)* SELAMA KEGIATAN CPEA-CAMPAIGN 2004

Eddy Hermawan*¹ dan Fikri Muhammad Abdul Wahab**

*¹ Peneliti Pusat Pemanfa.it.in Sains Atmosfer dan 1- lim LAP AN- Bandung

**> Peneliti Departemen Geonika dan Meieorologt IPB

E-mail: eddy@bdg.lapan.go.id

ABSTRACT

As we know since June 2001, the *National Institute of Aeronautics and Space* (LAPAN) and *Research Institute for Sustainable Humanosphere* (RISH) of Kyoto University, Japan has already started to make a joint research at LAPAN-Kototabang under the *Coupling Processes Equatorial Atmosphere* (CPEA) project. There are many research activities have already been done by both institutes. One of them is the estimation of *Total Precipitable Water* (TPW) in the lower troposphere at Kototabang, West Sumatera (0.20° S; 100.32° E) during the CPEA I Campaign started from April 10 to May 9, 2004 using many instruments. The main purpose of this paper is we would like to show how the TPW parameter can be estimated from the *Radio Acoustic Sounding System* (RASS) and radiometer and their correlation with the surface rainfall data. We applied the Weisner (1970) technique when we estimated the TPW with specific humidity and air density taken from RASS and radiometer, respectively. Then, we analyzed the *Cross-Correlation Function* (CCF) when we compared the TPW and *Optical Rain Gauge* (ORG) data. In the same time, we analyzed the *Boundary Layer Radar* (BLR) data also to investigate the updraft and downdraft air mass activities from surface up to 5 km. We can see here the consistency of BLR, RASS and radiometer data when we investigated the vertical profile of water vapor over Kototabang. We found also a time variation of TPW, especially on April 24 and May 5, 2005 are about 0.43 and 0.35, respectively. Although both values look small relatively, but they are enough significant statistically.

ABSTRAK

Sebagaimana diketahui sejak Juni 2001 Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN) dan *Research Institute for Sustainable Humanosphere* (RISH), Universitas Kyoto, Jepang telah memulai melakukan kegiatan riset bersama di Stasiun Pengamat Dirgantara (SPD) LAPAN Kototabang, Sumatera Barat yang tertuang dalam proyek *Coupling Processes Equatorial Atmosphere*

(CPEA). Banyak hasil yang telah dicapai kedua belah pihak, satu diantaranya adalah estimasi kandungan uap air dalam suatu *single* kolom vertikal udara yang dikenal dengan istilah *Total Precipitable Water* (TPW) di lapisan troposfer bawah Kototabang, Sumatera Barat (0.20° LS; 100.32° BT) hasil analisis berbagai instrumen yang ada di sana saat kegiatan CPEA pertama berlangsung, tepatnya mulai tanggal 10 April hingga 9 Mei 2004. Tujuan utama penulisan makalah ini adalah ingin menunjukkan bagaimana besaran TPW dapat diduga dengan berdasarkan hasil penurunan data *Radio Acoustic Sounding System* (RASS) dan data radiometer dan korelasinya dengan curah hujan aktual di permukaan. Metode yang digunakan adalah metode Weisner (1970) ketika mengestimasi besaran TPW dengan kelembaban spesifik dan kerapatan uap air yang masing-masing kami peroleh dari data *Radio Acoustic Sounding System* (RASS) dan radiometer. Kemudian kami menganalisis uji korelasi silang [*Cross-Correlation Function*, CCF) saat membandingkan besaran TPW dengan data curah hujan yang didapat dari *Optical Rain Gauge* (ORG). Pada waktu yang sama kami juga menganalisis data *Boundary Layer Radar* (BLR) dalam mengkaji aktivitas penaikan dan penurunan massa udara mulai dari lapisan permukaan hingga lapisan sekitar 5 km. Hasilnya menunjukkan adanya konsistensi antara data BLR, RASS dan radiometer dalam menganalisis profil vertikal kandungan uap air di atas Kototabang. Kami juga menemukan adanya variasi besaran TPW terhadap waktu hasil analisis data RASS dan radiometer terutama pada tanggal 24 April dan 5 Mei 2004 dengan nilai CCF masing-masing sebesar 0.43 dan 0.35. Walaupun nilai ini kecil, namun secara statistik, hal ini cukup signifikan.

Kata kunci: *RASS, TPW, Radiometer dan BLR*

1 PENDAHULUAN

Atmosfer bumi merupakan selubung gas yang menyelubungi permukaan padat dan cair pada bumi. Selubung tersebut membentang ke atas sampai ratusan kilometer sampai bertemu dengan suatu medium antar planet yang berkepadatan rendah dalam tata surya. Menurut Trewartha dan Horn (1980) 75 % dari massa atmosfer yang terdapat pada lapisan troposfer dan lapisan ini merupakan tempat terjadinya awan, hujan dan konveksi udara.

Selain udara kering, atmosfer mengandung gas yang berubah perilakunya, yaitu uap air yang memegang peranan penting dalam proses-proses yang terjadi di atmosfer, seperti penyerapan bahang, proses pembentukan awan, presipitasi dan menentukan parameter-parameter lainnya. Uap air merupakan salah satu mata rantai siklus air yang berhubungan dengan proses-proses penting di atmosfer. Uap air ini diperlukan untuk proses terjadinya kondensasi di atmosfer. Udara yang mengandung uap air dan uap air disebut udara basah (*moist air*). Adapun Philander (1990) dalam Setyadipratikto (1999) mengemukakan bahwa atmosfer di Indonesia mengandung

jumlah uap air yang besar/uap air sangat terkon sen tarsi di atmosfer bagian bawah. Kandungan uap air di atmosfer dapat diperlihatkan dalam berbagai cara yakni tekanan uap, digunakan untuk menyatukan kandungan uap air; kelembaban merupakan istilah umum termasuk air dalam fase cair di dalam tanah atau atmosfer (awan/presipitasi); istilah-istilah tersebut dipakai untuk menunjukkan uap air di dalam atmosfer.

Sementara itu, sumber utama air di bumi adalah hujan yang merupakan hasil dari rangkaian proses-proses yang telah terjadi sebelumnya, dimulai dengan terjadinya evaporasi dari permukaan selanjutnya terjadi proses kondensasi dari udara yang mengandung uap air karena terjadi pendinginan hingga pada suatu titik yang disebut *level* kondensasi.

Hal yang harus dipahami adalah tidak semua awan yang terbentuk akan jatuh sebagai hujan. Beberapa bagian dari awan yang terbentuk akan hilang karena *terevaporasi* kembali ke atmosfer. Adalah sangat penting untuk mengetahui jumlah air yang seharusnya jatuh sebagai hujan sehingga memungkinkan untuk dapat memprediksi jumlah hujan yang akan jatuh sebelum kejadian hujan berlangsung.

Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis lebih dalam tentang variasi kadar uap air di atmosfer knususnya pada lapisan troposfer serta proses-proses pembentukannya di atmosfer yang merupakan suatu rangkaian kejadian yang saling berkaitan sehingga diketahui perubahan kadar uap air di atas Kototabang, Bukittinggi, Sumatera Barat terutama saat kejadian hujan.

2 DATA DAN METODOLOGI

2.1 Data

Adapun data yang digunakan dalam penelitian ini, adalah

- a. Data dari *Radio Acoustic Sounding System* (RASS) berupa data kelembaban spesifik, dengan resolusi pengukuran dan waktu pengamatan masing-masing 150 meter dan 10 menit.
- b. Data angin dari *Boundary Layer Radar* (BLR) dalam bentuk binary berupa arah angin yang menunjukkan pola kenaikan dan penurunan massa udara dengan resolusi pengukuran dan waktu pengamatan masing-masing 150 meter dan 10 menit.
- c. Data dari penakax curah hujan *Optical Rain Gauge [ORG]* untuk validasi berupa nilai curah hujan rata-rata aktual di lapangan. Dengan resolusi pengamatan tiap 1 menit dan resolusi pengukurannya hingga 0.001 mm.

Instrumen tersebut berada di Stasiun Pengamat Dirgantara (SPD) Kototabang, Bukittinggi, Sumatera Barat (0,20°LS,100,32°BT) dengan periode 10 April - 9 Mei 2004 saat kegiatan CPEA [*Coupling Processes Equatorial Atmosphere*) *Campaign* pertama berlangsung.

2.2 Metodologi

Metodologi penelitian ini dibagi dalam beberapa tahap dengan urutan sebagai berikut.

2.2.1 Identifikasi kejadian hujan berdasarkan pengangkatan massa udara

Untuk mengidentifikasi kejadian hujan, data BLR *di-set* pada ketinggian 1-5 km, hal ini dilakukan agar diperoleh analisis yang lebih akurat terhadap kejadian cuaca di lapisan troposfer bawah, sedangkan selang waktu pengamatan BLR *di-set* untuk setiap 30 menit pada setiap ketinggian 1 km. Pengolahan data BLR dalam bentuk binary dilakukan dengan menggunakan satu perangkat komputer *SUN Microsystem* dengan *software XY-Graph* yang terdapat di Bidang Pemodelan Iklim LAPAN-Bandung menggunakan program *windrow*, yang di set pada ketinggian 1-5 km, $Ah = 1$ km dan $At = 30, 60$ dan 120 menit, hasilnya berupa gambar vektor angin terhadap ketinggian dan terhadap waktu, yaitu untuk arah : *zonal, meridional, vertical, dan horizontal*.

2.2.2 Identifikasi parameter kelembaban

Untuk mengetahui nilai-nilai dari kelembaban pada lapisan troposfer, maka digunakan data kelembaban spesifik dari RASS yang dibandingkan dengan data kerapatan uap air yang diperoleh dari Radiometer. Data RASS yang tersedia mulai dari ketinggian 1.5-7.5 km, sedangkan data Radiometer mulai dari ketinggian 0-10 km dengan resolusi pengamatan masing-masing tiap 10 menit. Kedua data tersebut kemudian *di-smoothing* tiap 1 jam serta dibuatkan profil vertikalnya selama periode 10 April - 9 Mei 2004 dengan selang ketinggian 1-6 km.

2.2.3 Estimasi TPW

TPW didefinisikan sebagai jumlah kandungan uap air dalam suatu kolom vertikal udara, jika seluruh uap air dalam kolom tersebut mengalami kondensasi yang dapat diendapkan sekaligus diturunkan sebagai hujan (Weisner, 1970), dalam mm atau inci, meskipun tidak ada proses alam yang dapat mengubah seluruh kadar lengas lapisan tersebut menjadi hujan.

Selanjutnya jumlah air yang dapat diubah menjadi hujan di dalam suatu gumpalan udara pada ketinggian yang memadai dihitung dengan penambahan tekanan atau ketinggian dari permukaan dan pengamatan temperatur, kelembaban dan tekanan udara di atasnya. Rumus yang sering dipakai menghitung W dalam millimeter, adalah

$$w = \sum_{i=1}^N g, 4P / \quad (2-i)$$

Dengan tekanan Api merupakan selisih nilai tekanan pada ketinggian z dan $(z+dz)$ yang dinyatakan dalam milibar serta q_i merupakan nilai rerata q (rata-rata kelembaban spesifik) antara tekanan p_2 dan $(p_z - dz.)$ yang dinyatakan

dalam gram per kilogram, adapun kelembaban spesifik dapat dinyatakan dengan persamaan (2-2)

$$q = 622 \frac{e}{p - 0.37e} \approx 622 \frac{e}{p} \quad (2-2)$$

Untuk mengestimasi nilai kandungan air dari data RASS menggunakan formula :

$$W = \int_{z=z_i}^{z=z_i+dz} \rho_v dz = \int_{z=z_i}^{z=z_i+dz} q \rho dz = - \frac{1}{g} \int_{p=p(z_i)}^{p=p(z_i+dz)} q dp \quad (2-3)$$

dengan

W adalah *precipitable water* (mm)

z_i adalah ketinggian di i (m)

p_{zi} adalah tekanan di ketinggian z_i (mb)

ρ adalah kerapatan uap air (kg/m³)

q adalah kelembaban spesifik antara lapisan $p(z)$ dan $p(z_i + dz)$ (g/kg)

karena yang tersedia data berupa q , T_v dan Height menggunakan persamaan (2-4)

$$W = \frac{1}{g} \int_{z=p_2}^{z=p_1-dp} q dp \quad (2-4)$$

untuk menyelesaikan integrasi di atas digunakan teknik nilai rata-rata integral.

Menurut Weisner (1970) TPW dihitung setiap ketinggian permukaan isobarik. Untuk Menentukan ketinggian permukaan isobarik untuk setiap lapisan atmosfer berdasarkan *Geopotential height* dengan persamaan hypsometrik sebagai berikut.

$$z_2 - z_1 = dz = \frac{R_d}{g_0} \bar{T}_v \ln \frac{P_1}{P_2} \quad (2-5)$$

Atau

$$p_n = p_0 \exp \left[(z_2 - z_1) \times \frac{g_0}{R_d \bar{T}_v} \right] \quad (2-6)$$

dengan

$$T_v = T (1 + 0.608 r) \quad (2-7)$$

\bar{T}_v = rerata suhu virtual pada dua ketinggian

$R_d = 287 \text{ J/Kg/}^\circ\text{K}$

$g_0 = 9.806 \text{ m/s}^2$

2.2.4 Estimasi hubungan antara TPW dengan curah hujan

Untuk mengetahui besar nilai TPW yang dapat diendapkan sekaligus diturunkan sebagai hujan maka nilai TPW yang diperoleh tiap hari dibandingkan dengan hasil perhitungan curah hujan rata-rata aktual di lapangan di atas Kototabang hasil pengamatan ORG. Hubungan TPW dengan ORG ini diukur berdasarkan korelasi yang menunjukkan keeratan di antara ke dua data tersebut. Korelasi dilakukan secara silang {*Cross Correlation Function (CCF)*} untuk menentukan *lag* yang memiliki korelasi yang tertinggi terhadap curah hujan. Korelasi ditunjukkan oleh nilai koefisien korelasinya, yakni terletak antara -1 dan +1. Yang menjadi peubah input adalah TPW dan yang menjadi peubah respon adalah CH.

Formula perhitungan korelasi silang :

$$r_{xy}(k) = \frac{C_{xy}(k)}{\sqrt{C_{xx}(0)C_{yy}(0)}} = \frac{C_{xy}}{S_x S_y} \quad (2-8)$$

dengan:

$r_{xy}(k)$ adalah korelasi silang antara deret x dan deret y pada *lag* ke- k

$$C_{xy}(k) = \frac{1}{n-k} \sum_{t=1}^{n-k} (X_t - \bar{x})(Y_{t+k} - \bar{y}) \quad (2-9)$$

(kovarian antara deret x dan y pada *lag* ke- k)

$$C_{xx}(0) = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (X_t - \bar{x})^2 \quad (2-10)$$

(standar deviasi deret x)

$$C_{yy}(0) = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (Y_t - \bar{y})^2 \quad (2-11)$$

(standar deviasi deret y)

Untuk menguji nilai korelasi silang di atas dengan tingkat kepercayaan 95% dilakukan pendekatan perhitungan kesalahan baku dengan rumus :

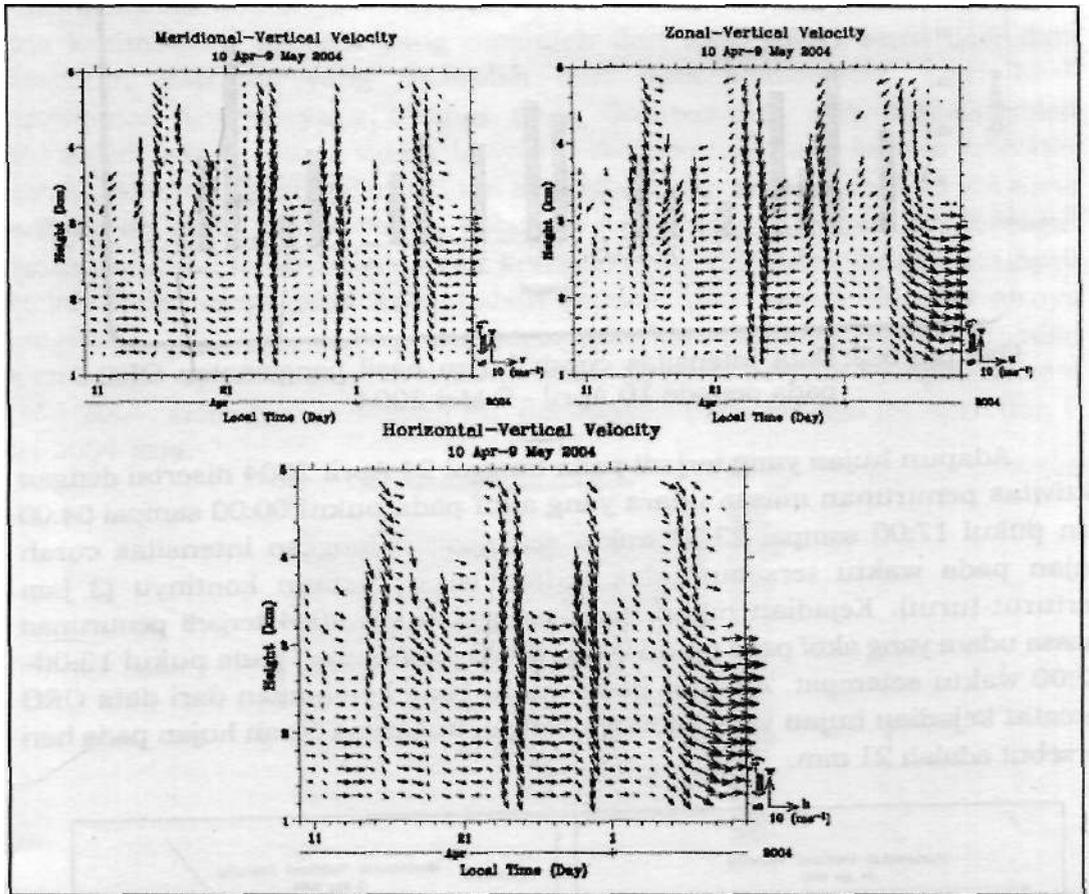
$$S(r_{xy}(k)) = \sqrt{\frac{1}{n-k}} \quad (2-12)$$

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Identifikasi Kejadian Hujan Berdasarkan Aktivitas Massa Udara

Untuk mengidentifikasi kejadian hujan, data BLR di-set pada ketinggian 1-6 km. Hal ini dilakukan agar diperoleh analisis yang lebih akurat terhadap kejadian cuaca di lapisan troposfer bawah, sedangkan

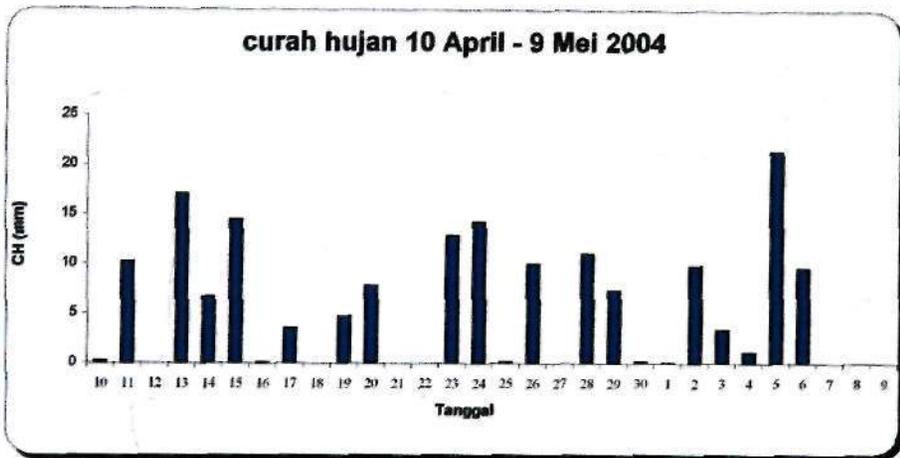
selang waktu pengamatan BLR di-set untuk setiap 30 menit pada setiap ketinggian 1 km.



Gambar 3-1: Profil aktivitas angin periode 10 April - 5 Mei 2004 hasil pengamatan BLR

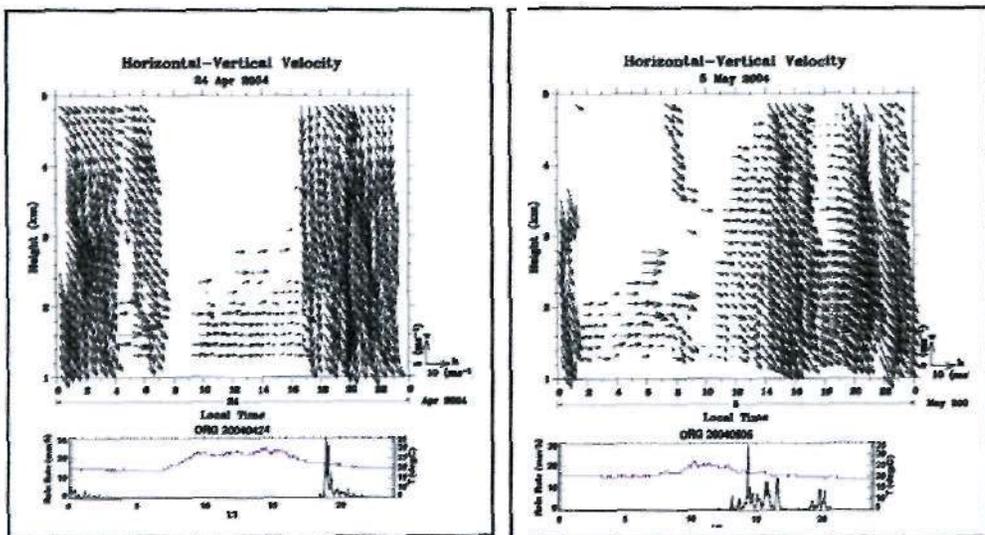
Selanjutnya berdasarkan data perilaku angin baik angin zonal-vertikal, meridional vertikal, horizontal-vertikal serta angin zonal-meridional yang diperoleh dari data BLR terlihat aktivitas penurunan massa udara pada tanggal 23-25 April serta 5-8 Mei 2004, sehingga penelitian ini difokuskan pada tanggal 24 April dan 5 Mei 2004.

Kemudian dilihat data intensitas curah hujan yang diperoleh dari data ORG hasil yang diperoleh adalah terdapat kesamaan pola (*pattern*) antara data intensitas curah hujan hasil pemantauan ORG dengan pola pengangkatan massa udara yang dilihat dengan menggunakan data angin dari BLR. Dari Gambar 3-2 terlihat bahwa terdapat kejadian hujan yang cukup intensif pada tanggal 24 April dan 5 Mei 2004 yang disertai dengan proses penurunan massa udara yang sangat intensif di atas SPD Kototabang.



Gambar 3-2: Data intensitas curah hujan hasil pengamatan ORG pada periode 10 April - 9 Mei 2004

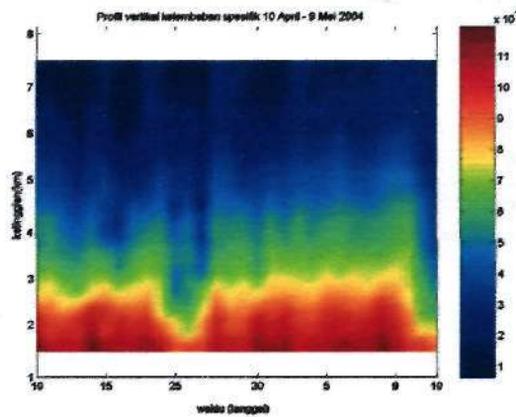
Adapun hujan yang terjadi pada tanggal 24 April 2004 disertai dengan aktivitas penurunan massa udara yang aktif pada pukul 00:00 sampai 04:00 dan pukul 17:00 sampai 23:00 waktu setempat, sedangkan intensitas curah hujan pada waktu tersebut tidak terlalu besar, namun kontinyu (3 jam berturut-turut). Kejadian hujan pada tanggal 5 Mei 2004 terjadi penurunan massa udara yang aktif pada pukul 00:00-23:00 dan intensif pada pukul 12:00-22:00 waktu setempat. Adapun pada waktu yang bersamaan dari data ORG tercatat kejadian hujan yang kontinyu dengan intensitas curah hujan pada hari tersebut adalah 21 mm.



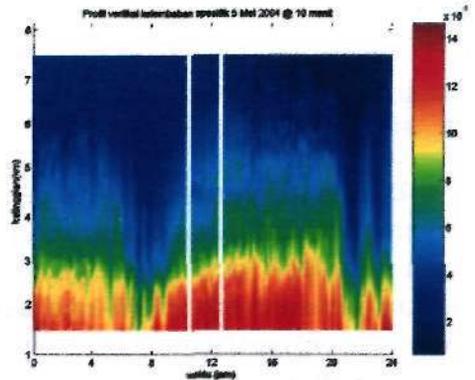
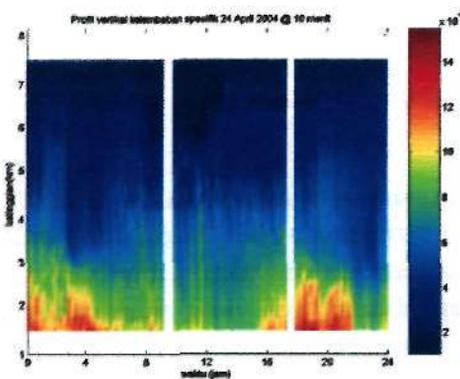
Gambar 3-3: Pola penurunan Angin vertikal-Horisontal dibandingkan dengan data Intensitas Curah Hujan pada tanggal 24 April 2004 serta 5 Mei 2004

3.2 Estimasi Parameter Kelembaban pada Lapisan Troposfer Bawah

Untuk melihat bahwa massa udara yang turun saat kejadian hujan tersebut massa udaranya berupa uap air atau bukan, dilakukan analisis dari data kelembaban spesifik yang diperoleh dari data RASS serta dari data kerapatan uap air yang diperoleh dari data Radiometer. Dari hasil pengamatan seperti yang terlihat pada Gambar 3-4 dan 3-5 diperoleh keterangan bahwa massa udara banyak terkonsentrasi pada lapisan troposfer bawah, yakni dari ketinggian 1.5 km sampai dengan ketinggian 5.25 km serta berfluktuasi pada setiap waktu. Selanjutnya berdasar Gambar 3-4 terdapat penurunan nilai kelembaban serta kerapatan uap air pada tanggal 25 April setelah sebelumnya nilai kelembaban spesifik dan kerapatan uap airnya mengalami lonjakan, selain itu juga diketahui adanya kenaikan nilai kelembaban spesifik dan kerapatan uap air pada periode 26 April sampai 7 Mei 2004, sehingga penelitian ini difokuskan pada tanggal 24 April dan 5 Mei 2004 saia.



Gambar 3-4: Profil vertikal kelembaban spesifik hasil pengamatan RASS periode 10 April - 9 Mei 2004

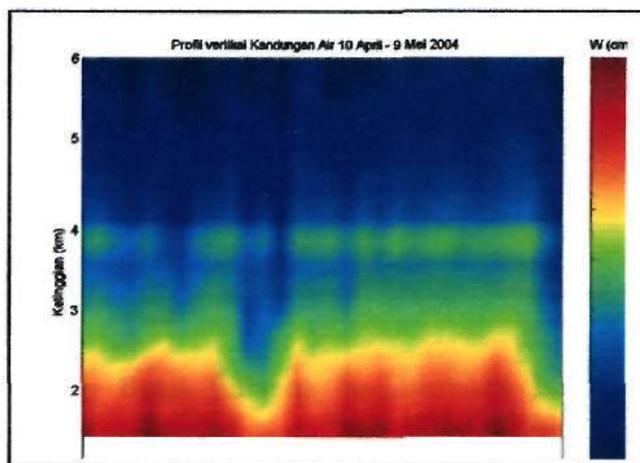


Gambar 3-5: Profil vertikal kelembaban spesifik hasil pengamatan RASS periode 24 April 2004 dan 5 Mei 2004

Dari Gambar 3-5 tampak adanya penurunan jumlah kandungan yang signifikan pada tanggal 25 April. Hal ini bila dilihat dari data BLR (Gambar 3-1) pada waktu yang bersamaan terdapat penurunan massa udara yang intensif pada arah zonal dan meridional. Sedangkan pada tanggal 5 Mei terdapat perubahan kandungan air yang signifikan dan pola ini apabila dilihat dari BLR dapat disebabkan karena ada aktivitas pengangkatan massa udara pada tanggal 5 -9 Mei 2004.

3.3 Estimasi Total Precipitable Water pada Lapisan Troposfer Bawah serta Hubungannya dengan Curah Hujan

Kandungan uap air yang dapat diendapkan sekaligus diturunkan sebagai hujan dihitung antara dua level tekanan. Adapun hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa massa udara yang mengandung banyak uap air banyak diperoleh sampai pada troposfer bawah (ketinggian 6 km).

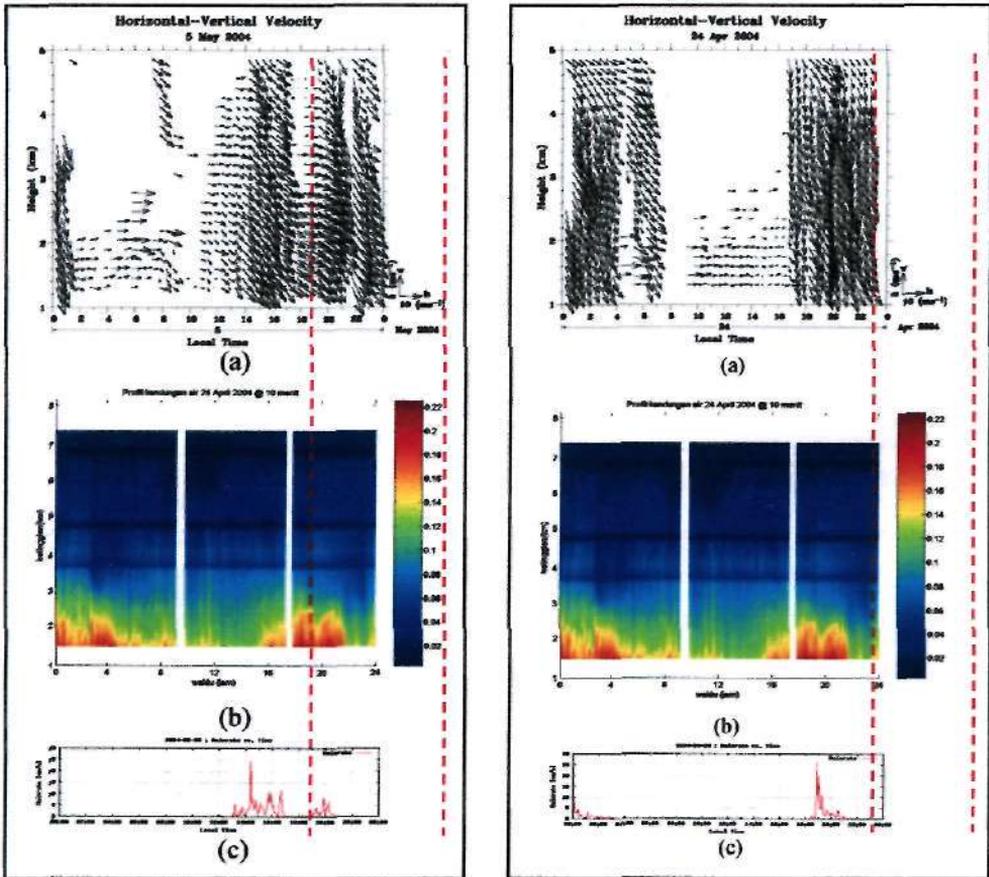


Gambar 3-6: Profil Vertikal kandungan air hasil pengamatan (a) RASS periode 10 April - 9 Mei 2004

Dari hasil perhitungan diperoleh bahwa tidak setiap waktu nilai TPW baik yang bernilai besar maupun kecil akan terdapat hujan. Pada satu waktu dengan nilai TPW yang kecil dapat terjadi hujan dan di waktu yang lain tidak terjadi hujan saat nilai TPW-nya besar. Tetapi ada juga yang menunjukkan bahwa saat TPW bernilai besar hujan pun terjadi dengan intensitas besar.

Seperti pada Gambar 3-6, diperoleh keterangan pada tanggal 20-22 April terdapat penurunan kandungan air yang seterusnya pada tanggal 23-24 ada kenaikan kandungan air. Selanjutnya dari Gambar 3-2 diperoleh bahwa pada tanggal 21 dan 22 tidak tercatat intensitas hujan dan baru ada terjadi

hujan lagi pada tanggal 23 dan 24 April. Begitu juga apabila dilihat dari data penurunan angin pada Gambar 3-7 bahwa pada tanggal 24 April aktivitas penurunan massa udaranya cukup intensif pada pukul 00:00-04:00 serta pada pukul 17:00-24:00 waktu setempat. Selanjutnya dilihat data kandungan air diperoleh keterangan bahwa pada pukul 05.00-16:00 terdapat penurunan kandungan air dan nilai tersebut naik kembali setelah pukul 16:00. Selain itu dari data curah hujan diketahui pada pukul 00:00-04:00 serta pada pukul 17.00-24.00 menunjukkan terdapat kejadian hujan.



Gambar 3-7: Profil keadaan atmosfer saat kejadian hujan pada tanggal 24 April 2004 serta tanggal 5 Mei 2004. (a) Profil angin (b) profil kandungan air (c) intensitas hujan

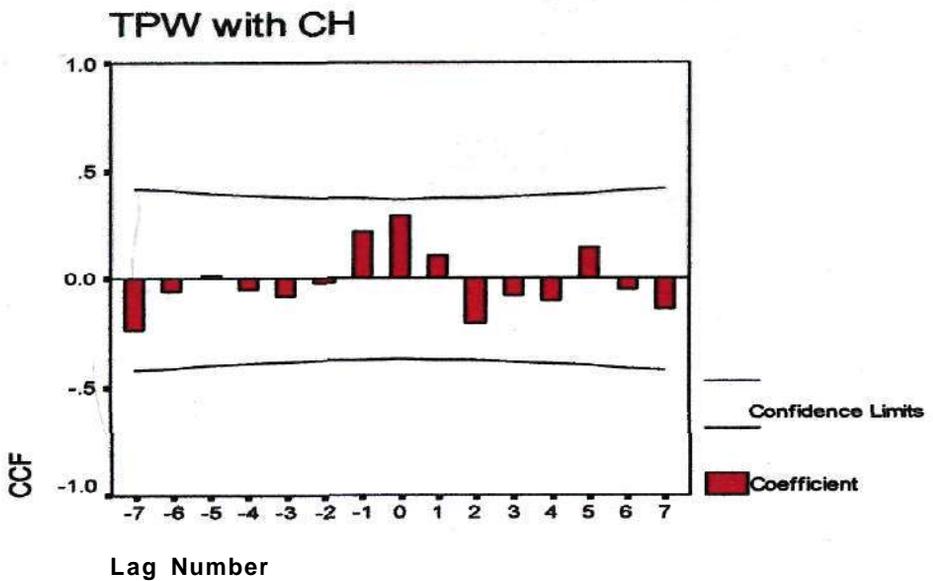
Adapun pada tanggal 5 Mei 2004 saat terjadi kenaikan kandungan air data ORG mencatat curah hujan yang besar dibandingkan hari lainnya pada periode 10 April - 9 Mei 2004 yang kejadian hujannya berlangsung dari pukul 12:00 sampai pukul 21:00 waktu setempat (Gambar 3-7). Selain itu saat kejadian hujan pada waktu tersebut dari perhitungan terlihat adanya pola kenaikan kandungan air dari pukul 12:00 kemudian jumlah kandungan air ini turun kembali pada pukul 21:00 setelah hujan berhenti. Adapun apabila

dilihat dari data BLR terlihat aktivitas penurunan massa udara yang intensif pada waktu tersebut. Hal ini menggambarkan bahwa keberadaan uap air di atmosfer berbanding lurus dengan intensitas hujan di permukaan dan aktivitas massa udara mendukung penyebaran hujan. Adapun pada pukul 12:00-16:00 saat kandungan uap air pada kolom menunjukkan *trend* penurunan sedangkan pada data ORG menunjukkan kejadian hujan yang besar, hal ini dapat saja terjadi adanya massa uap air yang terbentuk dari hasil pengangkatan massa udara dari kolom lain jatuh di kolom vertikal Kototabang, selain itu nampak pada Gambar 3-7 bahwa angin horisontal pada pukul 12:00-21:00 waktu setempat lebih dominan dibandingkan dengan angin *downdraft*-nya.. Hal ini mengindikasikan bahwa pada pukul 12:00-16:00 terdapat massa uap air yang turun di kolom vertikal berasal dari pengangkatan massa udara dari daerah lain.

Kemudian untuk melihat keeratan antara TPW dengan CH pada periode 10 April - 5 Mei dilakukan dengan teknik CCF, adapun nilai koefisien korelasi (R) yang diperoleh adalah 0.295 (Tabel 3-6) yang menunjukkan bahwa korelasi antara TPW dengan CH tidak signifikan. Terdapatnya nilai korelasi yang kecil ini dikarenakan analisis harian untuk melihat variasi perubahan kandungan air akan lebih nyata apabila dilakukan analisis dengan waktu resolusi lebih sempit dalam hal ini dilakukan analisis data per jam selama satu hari dengan melihat hubungan antara kandungan uap air dengan curah hujan aktual di permukaan.

Tabel 3-1: NILAI KORELASI ANTARA CH DENGAN TPW PERIODE 10 APRIL-9 MEI 2004

		CH	TPW
CH	Pearson Correlation	1	0.295
	Sig. (2-tailed)	.	0.113
	N	30	30
TPW	Pearson Correlation	0.295	1
	Sig. (2-tailed)	0.113	.
	N	30	30



Gambar 3-8: CCF antara TPW dengan CH Periode 10 April - 9 Mei 2004

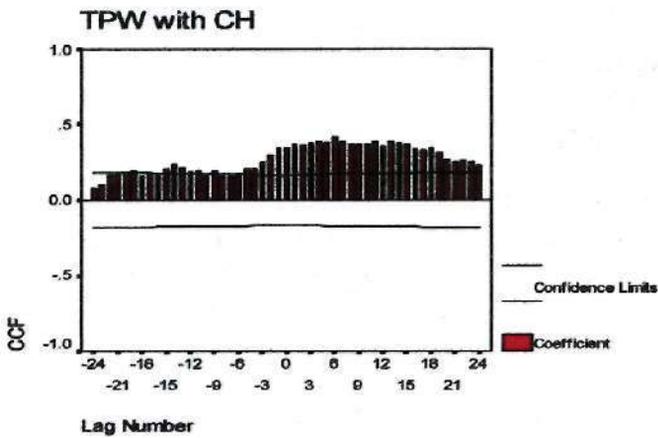
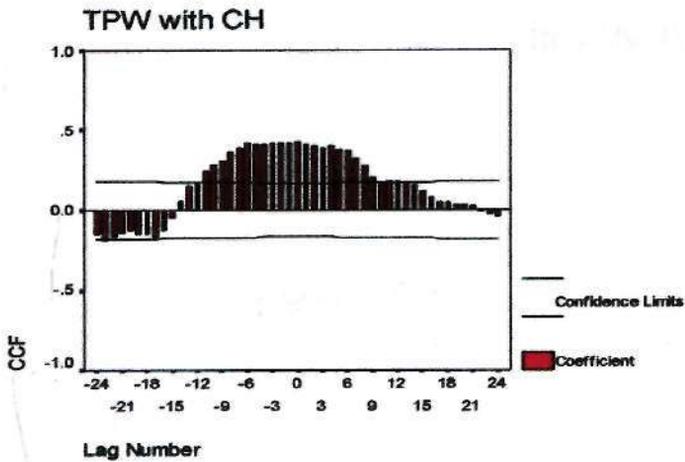
Untuk melihat hubungan antara TPW dengan CH akan lebih detail dengan analisis hubungan ini dengan resolusi pengamatannya dilihat perjam. Untuk tanggal 24 April diperoleh nilai r sebesar 0.427 serta untuk tanggal 5 Mei diperoleh nilai r sebesar 0.349 dengan masing-masing periode pada taraf nyata 0.01 (Tabel 3-2).

Tabel 3-2: NILAI KORELASI ANTARA CH DENGAN TPW PADA TANGGAL 24 APRIL 2004

		CH	TPW			CH	TPW
CH	Pearson Correlation	1	0.427(**)	CH	Pearson Correlation	1	0.349(**)
	Sig. (2-tailed)	.	0.000		Sig. (2-tailed)	.	0.000
	N	144	144		N	144	144
TPW	Pearson Correlation	0.427(**)	1	TPW	Pearson Correlation	0.349(**)	1
	Sig. (2-tailed)	.000	.		Sig. (2-tailed)	.000	.
	N	144	144		N	144	144

Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed)

Adapun berdasarkan hasil perhitungan dengan menggunakan metode CCF seperti yang terdapat pada Gambar 3-9, dari teknik CCF ini diperoleh bahwa mulai lag -12 sampai lag 12 semua nilai korelasi berada di atas selang kepercayaan ini menunjukkan adanya keterkaitan yang erat antara TPW dengan CH.



Gambar 3-9: CCF antara TPW dengan CH pada tanggal 24 April 2004 dan 5 Mei 2004

Sedangkan untuk tanggal 5 Mei ada korelasi antara TPW yang terbentuk dengan kejadian CH dengan r yang diperoleh sebesar 0.349 setelah diuji dengan taraf nyata 0.01 berhubungan nyata antara TPW dengan CH. Adapun berdasarkan hasil perhitungan dengan menggunakan metode CCF seperti yang terdapat pada Gambar 3-9, terlihat TPW nilai-nilai korelasi berada di atas selang kepercayaan pada mulai lag -15 sampai -9 dan dari -3 sampai 24 dengan nilai korelasi tertinggi pada lag 6 dengan nilai 0,427.

Dari hasil analisis data ternyata menunjukkan bahwa tidak setiap hari nilai kandungan uap air baik yang bernilai besar ataupun kecil menghasilkan kejadian hujan. Kejadian dapat disebabkan oleh adanya aktivitas angin yang intensif sehingga mengakibatkan terhambatnya pembentukan awan dan butir-butir hujan di atmosfer.

Dari dua hari contoh kasus, diperoleh nilai korelasi yang kecil, meskipun demikian setelah diuji dengan α 0.01 menunjukkan hasil yang signifikan. Hal

ini menunjukkan bahwa variasi kandungan uap air pada suatu kolom vertikal atmosfer turut mempengaruhi besarnya hujan yang terjadi di lapangan pada kolom tersebut.

Hal yang patut dicatat, adalah walaupun didapat nilai koefisien korelasi (R^2) yang relatif kecil (di bawah 0.5), namun nilai ini sudah dianggap cukup signifikan mengingat analisis yang digunakan adalah teknik CCF yang diturunkan dari software SPSS-13.

4 KESIMPULAN

Hasil studi ini menunjukkan adanya kesesuaian (konsistensi) pola antara data BLR, RASS, dan radiometer dalam mengkaji profil vertikal kandungan uap air serta diketahui variasi besaran TPW hasil analisis data RASS dan radiometer terutama pada tanggal 24 April dan 5 Mei 2004, dengan nilai CCF masing-masing sebesar 0.43 dan 0.35. Selain itu aktivitas penurunan massa udara hasil analisis data BLR serta bervariasinya kandungan air menjadi indikasi terjadinya hujan. Adapun untuk memperoleh nilai korelasi yang signifikan antara TPW dengan hujan, diperlukan data curah hujan dari beberapa stasiun hujan di sekitar lokasi RASS serta ditunjang oleh pembentukan awan yang dapat diperoleh dari citra satelit sehingga bisa lebih terlihat perubahan fase air. Selain itu apabila diperoleh nilai korelasi yang lebih besar dan signifikan antara TPW dengan curah hujan aktual di permukaan, maka nilai TPW ini dapat dimanfaatkan untuk jadwal pelaksanaan hujan buatan saat musim kemarau.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada teknisi yang bekerja di Stasiun Pengamat Dirgantara (SPD) LAPAN-Kototabang, khususnya mereka yang bekerja menyediakan data EAR. Juga kepada pihak *Research Institute for Sustainable Humane-sphere* (RISH), Universitas Kyoto, Jepang, khususnya Dr. Mamoru Yamamoto dan Dr. Hiroyuki Hashiguchi. Selain itu juga kepada pihak Shimane University, khususnya Dr. Toshiaki Kozu dan Dr. Toyoshi Shimomay atas data-data radiosonde. EAR dan fasilitas lain yang ada di SPD Kototabang dioperasikan oleh RISH, Universitas Kyoto, Jepang sejak Juni 2001.

DAFTAR RUJUKAN

- Chatfield C, 1989. *The Analysis of Time Series An Introduction*. Chapman & Hall 2-6, Boundary Row. London.
- Furumoto, J., *Observation of Turbulence Eco Characteristic and Humidity Profiles with the MURadar-RASS*. Thesis. Kyoto University. Kyoto.
- Hashiguchi, H., Fukao, Shoichiro., Moritani, Y. 2004. *A Lower Troposphere Radar : 1.3-GHz Active Phased-Array Type Wind Profiler with RASS*. Journal of the Meteorological Society of Japan 82 (3) : 915-931.

- Hermawan, E., Suryantoro, A., Harjana, T., 1992. *Hubungan Antara Total Precipitable Water (TPW) dengan Cumh Hujan (CH)*. Proceeding Program Penelitian Dirgantara LAPAN. Lembaga Pencrbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN). Bandung.
- Juaeni, Ina, 1988. *Air Terkandung dan Hubungannya dengan Titik Embun Permukaan, Awan dan Hujan*. Skripsi. Jurusan Geofisika dan Meteorologi, FMIPA - **ITB**. Bandung.
- Kimura, et. aL, 2003. Diurnal Variation of Precipitable Water over a Mountain Area of Sumatera Island. *Jounal of Applied Meteorology* 43 (8) : 1107 - 1115).
- Nurmayani, Henny, 2003. *Pemanfaatan Data BLR Pada Troposfer Bawah Untuk Analisis Awan Hujan Penyebab Banjir*. Studi Kasus Bencana Banjir Besar Jakarta 2002. Institut Pertanian Bogor.
- Pawitan, H., 1989. *Termodinamika Atmosfer*. Pusat Antar Universitas Ilmu Hayat Institut Pertanian Bogor.Bogor.
- Prawiwardoyo, S., 1996. *Meteorologi ITB Bandung*. Bandung.
- Setyadipratikto, A., 1999. *Penggunaan Informasi Air Mampu Cumh (Precipitable Water) dan Tinggi Lapisan Basah Dalam Penentuan Awal Musim Hujan dan Awal Musim Kemarau*. Skripsi. Jurusan Geofisika dan Meteorologj, FMIPA - IPB. Bogor.
- Trewartha, G. T., dan L. H., Horn, 1980. *An Introduction to Climate*, 5th ed., Mc-Grawl_Httl. International Company. New York.
- Weisner, C.J., 1970. *Hydrometeorology*. School of Civil Engineering. University of New South Wales Australia.
- <http://www.kurasc.kyoto-u.ac.jp/radar-group/ear>
- http://www.uwsp.edu/geo/faculty/ritter/geogl01/textbook/atmospheric_moisture/forms^of_precipitation.html