

# HUBUNGAN AIR TERKANDUNG DENGAN REFLEKTIFITAS RADAR

"> Eddy Hermawan dan "> Yuanlita Handayati  
"> Peneliti Pusat Pemanfaatan Sains Atmosfer dan Iklim, LAPAN  
" Program Studi Geofisika dan Meteorologi ITB  
[eddy@bdq.lapan.go.id](mailto:eddy@bdq.lapan.go.id)

## ABSTRACT

This paper is mainly concentrated to the correlation between *Total Precipitable Water* (TPW) on one single column of the vertical air mass and radar reflectivity ( $Z$ ) over Kototabang ( $0.2^{\circ}\text{S}$ ;  $100.32^{\circ}\text{E}$ ), Bukittinggi, West Sumatera based on to the analysis of Radio Acoustic Sounding System (RASS) and Boundary Layer Radar (BLR) data during the Coupling Processes of Equatorial Atmosphere (CPEA) Campaign I from April 10 to May 9, 2004 was going on. We firstly reviewed the basic concept of TPW using the Weisner method to estimate the TPW value from the radiosonde data. We reviewed the basic concept of RASS and BLR system also, especially on the  $Z$  data analysis. By arranging the mean value of RASS data every 10 minutes and 150 meter in height, respectively, we estimated the TPW values from the RASS data. By analysing the Cross Correlation Function (CCF) of both values taken from SPSS software version 13, we found a good agreement between TPW and  $Z$  parameter, especially on 5 May, 2004. The correlation values are 0.05, and 0.61 at around 2.7 and 2.25 km, respectively. Although, the maximum correlation value is only 0.61, but this is still good enough to describe the correlation between TPW and  $Z$ .

## ABSTRAK

Makalah ini utamanya dikonsentrasikan kepada korelasi antara banyainya air terkandung (TPW) dalam suatu tunggal kolom vertikal massa udara dengan besaran reflektifitas radar ( $Z$ ) di atas Kototabang ( $0.2^{\circ}$  LS dan  $100.32^{\circ}$  BT), Bukittinggi, Sumatera Barat berbasis hasil analisis data *Radio Acoustic Sounding System* (RASS) dan *Boundary Layer Radar* (BLR) selama kegiatan *Coupling Processes Equatorial Atmosphere* (CPEA) Campaign pertama sejak tanggal 10 April hingga 9 Mei, 2004 berlangsung. Kami menelaah konsep dasar tentang TPW menggunakan metode Weisner (1970) untuk mengestimasi besarnya nilai TPW dari data radiosonde. Kami juga menelaah tentang konsep dasar tentang sistem RASS dan BLR, khususnya dalam analisis besarnya nilai  $Z$ . Dengan mengatur nilai rata-rata data RASS setiap 10 menit untuk setiap ketinggian 150 meter, kami mengestimasi besarnya nilai TPW dari data RASS. Dengan menganalisis CCF kedua nilai tadi yang

diambil dari *software* SPSS versi 13, kami menemukan korelasi yang cukup baik antara besaran TPW dengan Z, khususnya pada kejadian tanggal 5 Mei, 2004. Nilai korelasinya masing-masing 0.05 dan 0.61 pada ketinggian 2.7 dan 2.25 km. Meskipun nilai korelasi maksimum hanya 0.61, namun sudah dianggap baik untuk menggambarkan keterkaitan antara TPW dengan Z.

Kata kunci : *Total Precipitable Water, Radar Reflectivity*

## 1 PENDAHULUAN

Sebagai satu-satunya kawasan maritim di daerah ekuator yang diapit oleh dua Benua besar (Asia dan Australia) dan dua Samudera besar (Pasifik dan Hindia) dengan lama penyinaran matahari yang relatif konstan (sekitar 12.1 jam per hari) di mana 2/3 wilayahnya didominasi oleh lautan, maka Indonesia dianggap sebagai salah satu dari tiga kawasan konveksi aktif di dunia sebagai kawasan penyimpan panas (bahang) baik panas *sensible* maupun panas laten yang cukup besar bagi pembentukan awan-awan kumulonimbus (Cb) (Hermawan, 2002). Banyak parameter cuaca atau atmosfer yang berperan di kawasan ini, satu diantaranya adalah masalah uap air yang merupakan salah satu unsur penting di atmosfer karena berperan dalam proses-proses yang terjadi di atmosfer seperti penyerapan bahang, proses pembentukan awan, presipitasi dan menentukan parameter-parameter cuaca lainnya. Uap air terutama diperlukan untuk proses terjadinya kondensasi di atmosfer.

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 dikenal dengan sebutan air terkandung (Weisner, 1970 dalam Fikri, 2005). Air terkandung ini perlu mendapat kajian lebih lanjut mengenai variasinya di atmosfer, khususnya pada lapisan troposfer serta proses-proses pembentukannya di atmosfer sehingga diketahui perubahan air terkandung terutama sesaat sebelum kejadian hujan.

Jumlah air terkandung yang terdapat di atmosfer umumnya diestimasi atau diduga dengan menggunakan data dari radiosonde. Tetapi karena data yang dihasilkan oleh radiosonde tidaklah kontinu, maka cukup sulit untuk menganalisis jumlah air terkandung dalam resolusi waktu yang singkat. Oleh karena itu digunakan data *Radio Acoustic Sounding System* (RASS) yang dapat menghasilkan data dalam orde menit dan sensitif dalam mengamati profil pada ketinggian satu hingga lapisan *Planetary Boundary Layer* (PBL) sekitar 5 km di atas permukaan laut dengan tetap menggunakan hasil perhitungan data radiosonde sebagai validasinya (Furumoto, 2002).

Beberapa peneliti telah melakukan studi mengenai echo dari hujan dengan menggunakan data dari *Boundary Layer Radar* (BLR), seperti yang dilakukan Renggono *et al* (2000). Mereka berkesimpulan bahwa BLR dapat dimanfaatkan untuk melakukan pengamatan hujan, Kejadian hujan dapat

diketahui dengan melakukan analisa parameter BLR sehingga didapat hubungan antara echo BLR dengan curah hujan.

BLR berfungsi menentukan jarak dan mengenal karakter objek. Dalam meteorologi istilah objek diartikan sebagai sesuatu yang berada di atmosfer yang dapat mengembalikan sejumlah daya ke penerima radar. Di lapisan troposfer, tekanan parsial uap air merupakan kontributor utama pada fluktuasi *radio refractivity*. Dengan demikian, jumlah uap air yang terdapat di sekitar lokasi memiliki kontribusi yang besar terhadap *echo power* yang diterima oleh BLR (Battan, 1973).

Atas dasar pemikiran inilali maka penelitian ini dilakukan dengan tujuan utama ingin mengetahui keterkaitan atau hubungan antara banyaknya air terkandung yang dinyatakan dalam besaran *Total Precipitable Water* (TPW) dengan reflektifitas radar yang dinyatakan dalam besaran *radar reflectivity* ( $Z$ ) di Kototabang ( $0,2^{\circ}$ LS,  $100,32^{\circ}$ BT), berdasarkan hasil analisis data RASS dan BLR yang didukung oleh data radiosonde dan *Optical Rain Gauge* (ORG) selama kegiatan *Coupling Processes Equatorial Atmosphere* (CPEA) *campaign* I periode 10 April - 9 Mei 2004 berlangsung di atas SPD LAPAN Kototabang.

## 2 DATA DAN METODE

### 2.1 Data

Data yang diperlukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Data dari *Radio Acoustic Sounding System* (RASS) berupa data kelembaban spesifik, dengan resolusi pengukuran dan waktu pengamatan masing-masing 150 meter dan 10 menit.
- Data radiosonde digunakan sebagai validasi data RASS. Data berupa data kelembaban dengan resolusi pengukuran 100 meter, peluncuran dilakukan 3 sampai 8 kali setiap harinya.
- Data reflektifitas radar dari data *Boundary Layer Radar* (BLR) dengan resolusi pengukuran dan waktu pengamatan masing-masing 150 meter dan 10 menit.
- Data angin dari BLR dalam bentuk *binary* berupa arah dan kecepatan angin, dengan resolusi pengukuran dan waktu pengamatan masing-masing 150 meter dan 10 menit.
- Data dari penakar curah hujan *Optical Rain Gauge* (ORG) untuk validasi berupa nilai curah hujan rata-rata aktual dilapangan. Dengan resolusi pengamatan tiap 1 menit dan resolusi pengukurannya hingga 0.001 mm.

Semua data tersebut kami peroleh dari Stasiun Pengamat Dirgantara (SPD) Kototabang, Bukittinggi, Sumatera Barat ( $0,2^{\circ}$  LS,  $100,32^{\circ}$  BT) dengan periode 10 April - 9 Mei 2004 saat kegiatan CPEA (*Coupling Processes Equatorial Atmosphere*) *campaign* pertama berlangsung.

## 2.2 Metode

Tahapan pengerjaan meliputi; identifikasi kejadian hujan berdasarkan profil angin, identifikasi parameter kelembaban, estimasi air terkandung, estimasi reflektifitas radar, dan estimasi hubungan antara air terkandung dengan reflektifitas radar.

Data BLR di-set untuk ketinggian 1-5 km, seperti kita ketahui bahwa berbagai kejadian cuaca terjadi pada lapisan troposfer bawah sekitar 1-5 km, sehingga diharapkan akan diperoleh analisa yang lebih akurat dalam mengidentifikasi kejadian hujan. Sedangkan selang waktu pengamatan BLR di-set untuk setiap 30 menit pada setiap ketinggian 1 km. Pengolahan data BLR dilakukan dengan menggunakan perangkat komputer *SUN Mycosystem* dengan *software XY-Graph* yang terdapat di Bidang Pemodelan Iklim LAPAN-Bandung menggunakan program *windrow*, yang di set pada ketinggian 1-5 km,  $A_h = 1$  km dan  $A_t = 30, 60$  dan  $120$  menit dalam bentuk *binary*. Hasilnya berupa gambar vektor angin terhadap ketinggian dan terhadap waktu, yaitu untuk arah : *zonal, meridional, vertical, dan horizontal*

Untuk mengetahui nilai-nilai dari kelembaban pada lapisan troposfer, maka digunakan data kelembaban spesifik dari RASS. Data RASS yang tersedia mulai dari ketinggian 1.5 - 7.5 km dengan resolusi pengamatan tiap 10 menit. Data tersebut kemudian di-*smoothing* tiap 1 jam serta dibuatkan profil vertikalnya dengan selang ketinggian 1-6 km.

Menurut Weisner (1970) air terkandung didefinisikan sebagai jumlah air dalam suatu kolom udara jika seluruh uap air dalam kolom tersebut mengalami kondensasi. Untuk menduga nilai air terkandung dengan formula :

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

Keterangan:

w = air terkandung

$Z_i$  = ketinggian di i

$p_{zi}$  = tekanan di ketinggian  $z_i$  (mb)

p = kerapatan uap air

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

Untuk mengolah data RASS, karena yang tersedia data berupa q, Tv dan Height digunakan formula :

$$w = - \int_{z=p(z)}^1 q dp \quad (2-2)$$

Untuk menyelesaikan integrasi di atas dengan menggunakan teknik nilai rata-rata integral, sehingga diperoleh

$$W = \sum_{i=1}^N q_i \Delta p_i \quad (2-3)$$

dengan  $q_i$  merupakan nilai rerata  $q$  antara tekanan  $p_z$  dan  $(p_z - dz)$ .

Sementara air terkandung dihitung setiap ketinggian permukaan isobarik (Weisner, 1970). Untuk menentukan ketinggian permukaan isobarik untuk setiap lapisan atmosfer berdasarkan tinggi geopotensial dengan persamaan hipsometrik sebagai berikut :

$$z_2 - z_1 = dz = \frac{R_d}{g_0} \bar{T}_v \ln \frac{P_1}{P_2} \quad (2-4)$$

$$p_2 = p_0 \exp \left[ (z_2 - z_1) \times \frac{g_0}{R_d \bar{T}_v} \right] \quad (2-5)$$

dengan

$$T_v = T (1 + 0.608 r)$$

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

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

$\bar{T}_v$  = rerata suhu virtual pada dua ketinggian atmosfer yang diamati

Pengamatan melalui radiosonde memberikan pengukuran struktur vertikal atmosfer dalam bentuk tekanan  $p$  (mb), temperatur  $T$  ( $^\circ\text{C}$ ) dan kelembaban spesifik  $q$  ( $\text{g kg}^{-1}$ ). Kelembaban spesifik didefinisikan sebagai perbandingan antara densitas uap air dengan densitas udara, yaitu :

$$q = \rho_v / \rho \quad \text{dalam } \text{g kg}^{-1} \quad (2-6)$$

Massa uap air dalam satu satuan kolom udara adalah

$$w = \int_0^z \rho_v dz \quad (2-7)$$

dengan memasukkan persamaan hidrostatik ( $dp = - \rho g dz$ ), diperoleh :

$$w = \int_{p_0}^{p_1} \frac{\rho_v}{\rho} \frac{dp}{g} \quad (2-8)$$

$$w = - \frac{1}{g} \int_{p_0}^{p_1} q dp \quad (2-9)$$

Persamaan 2-9 menyatakan tebal atau jumlah air terkandung. Dengan menggunakan data  $p$  dalam mb dan  $q$  dalam  $\text{g kg}^{-1}$ , maka diperoleh

$$w \text{ (inci)} = 0.0004 \int_{p_t}^{p_0} q dp \quad (2-10)$$

$$w \text{ (mm)} = 0.01 \int_{p_t}^{p_0} q dp \quad (2-11)$$

Persamaan ini digunakan untuk memperkirakan air terkandung antara dua ketinggian di dalam suatu massa udara dengan menggunakan data kelembaban dan tekanan terhadap ketinggian (Juaeni, 1988). Nilai air terkandung yang diperoleh dari RASS divalidasi dengan nilai yang didapat dari radiosonde kemudian dicari nilai korelasi untuk mengetahui keerratan antara kedua data tersebut.

Kekuatan pemancar dan penerima sinyal radar biasanya digambarkan dengan desibel (dB). Reflektifitas radar sering didefinisikan dalam unit dBZ yang dinyatakan sebagai berikut (Cellier dalam Nurmayani, 2003) :

$$\text{dBZ} = 10 \log_{10} \left( \frac{Z \text{mm}^6 \text{m}^{-3}}{1 \text{mm}^6 \text{m}^{-3}} \right) \quad (2-12)$$

Dengan menggunakan program pada *software* XYGRAPH yang terdapat di Bidang Pemodelan Iklim LAPAN-Bandung maka akan didapat harga reflektifitas dari BLR untuk ketinggian 1-3.1 km dengan selang 150 meter tiap 10 menit.

Seberapa jauh keterkaitan antara nilai reflektifitas radar yang diperoleh dari pantulan *echo power* yang mengenai air terkandung yang ada di atmosfer pada ketinggian tertentu dengan nilai air terkandung sebenarnya, dapat diketahui dengan mencari nilai korelasi yang menunjukkan keerratan di antara kedua data tersebut. Korelasi dilakukan secara silang (*Cross Correlation Function* (CCF)) untuk menentukan *lag* yang memiliki korelasi tertinggi terhadap air terkandung.

Korelasi ditunjukkan oleh nilai koefisien korelasinya, yaitu terletak di antara -1 dan +1 dan yang menjadi peubah *input* adalah Z sedangkan yang menjadi peubah respon adalah TPW. Formula perhitungan korelasi silang dinyatakan oleh

$$r_{xy}(k) = \frac{C_{xy}(k)}{\sqrt{C_{xx}(0)C_{yy}(0)}} = \frac{C_{xy}}{S_x S_y} \quad (2-13)$$

dengan

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

$$C_{xy}(k) = \frac{1}{n-k} \sum_{t=1}^{n-k} (X_t - \bar{x})(Y_{t+k} - \bar{y}) \quad (2-14)$$

$$C_{xx}(0) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{x})^2 \quad (2-15)$$

(standar deviasi deret x)

$$C_{yy}(0) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{y})^2 \quad (2-16)$$

(standar deviasi deret y)

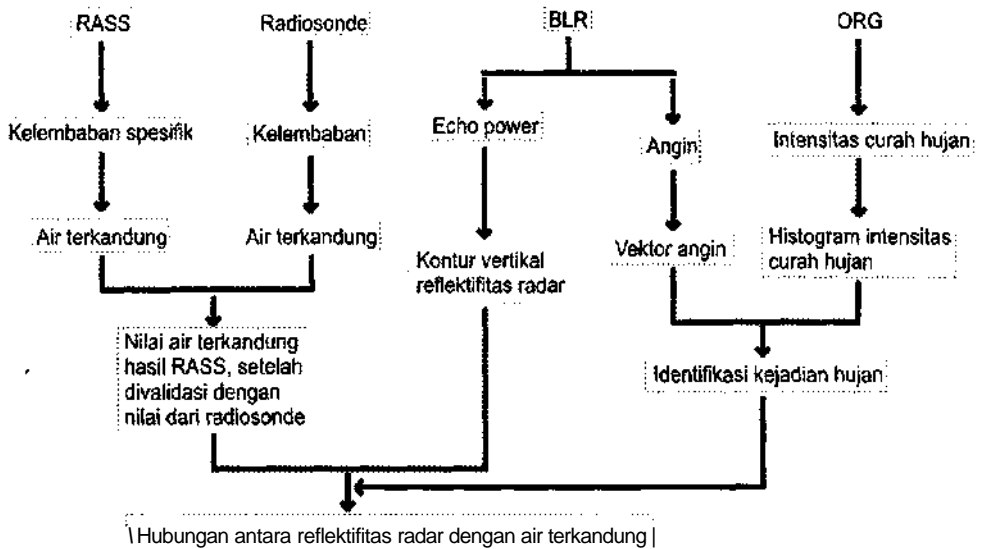
Besarnya koefisien korelasi dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

Tabel 2-1: KRITERIA BESARNYA KOEFISIEN KORELASI

| Rentang                 | Kriteria     |
|-------------------------|--------------|
| $0.80 \leq r \leq 1.00$ | Sangat baik  |
| $0.60 \leq r \leq 0.80$ | Baik         |
| $0.40 \leq r \leq 0.60$ | Cukup baik   |
| $0.20 \leq r \leq 0.40$ | Buruk        |
| $r < 0.20$              | Sangat buruk |

Sumber : Sudjana (1996)

Berikut diagram alir pengolahan data :

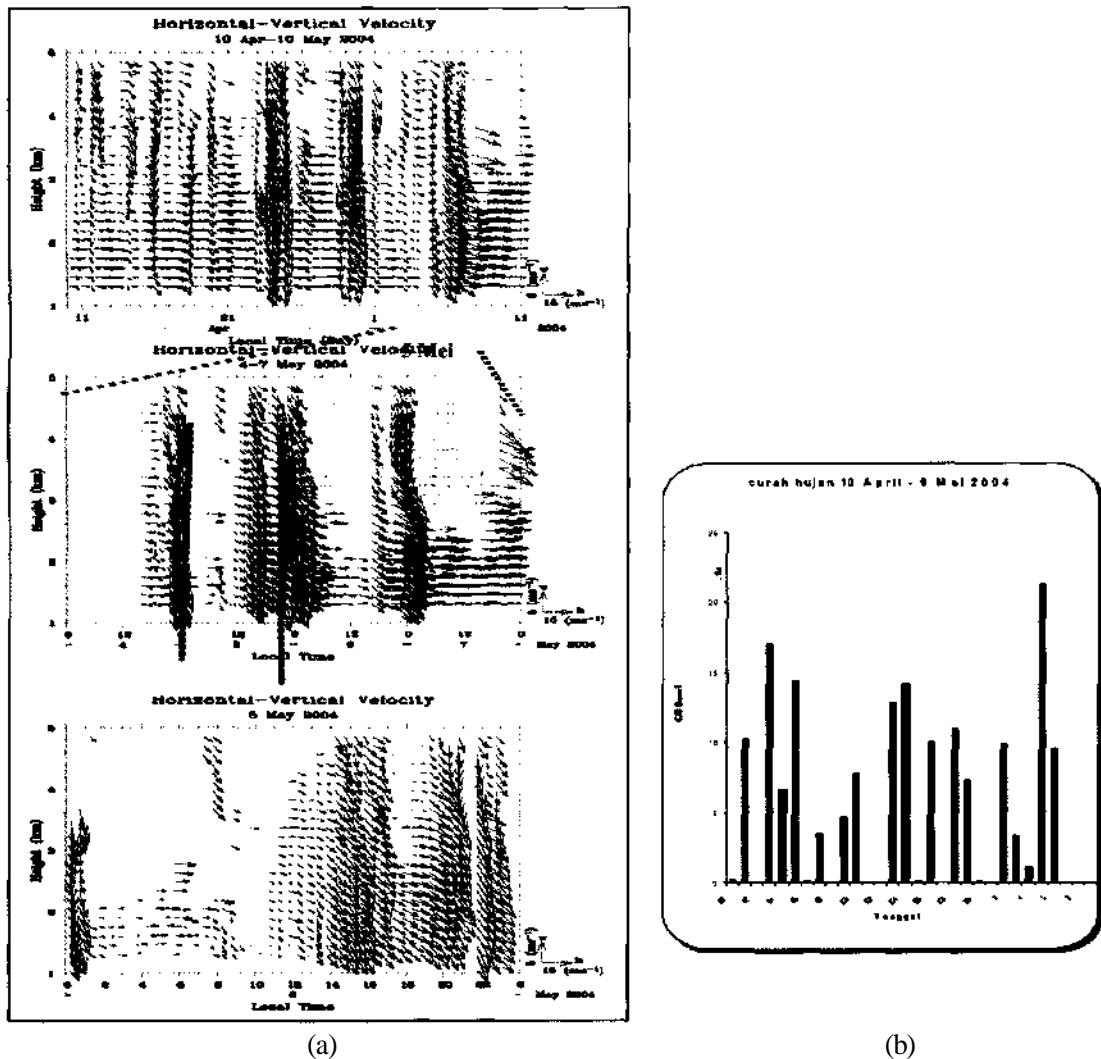


Gambar 2-1: Diagram alir pengolahan data

### 3 HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Hasil

Data BLR *di-set* pada ketinggian 1 hingga 5 km dengan resolusi pengamatan dan ketinggian rata-rata setiap 30 menit dan 1 km untuk mengidentifikasi kejadian hujan yang turun pada saat itu.



Gambar 3-1: Identifikasi kejadian hujan (a) profil angin horisontal-vertikal hasil pengamatan BLR (b) intensitas curah hujan hasil pengamatan ORG periode 10 April-9 Mei 2004

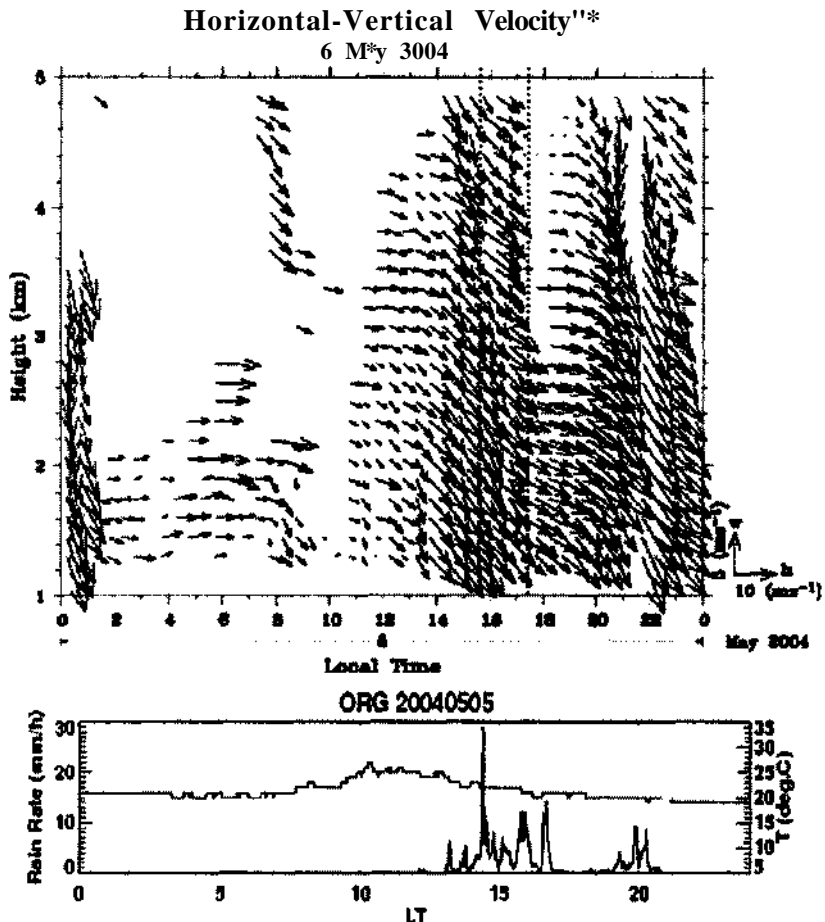
Gambar 3-1 di atas memperlihatkan bidang waktu-ketinggian dari angin horisontal-vertikal. Arah panah menunjukkan arah angin, sedangkan panjangnya panah menunjukkan besarnya kecepatan angin. Pada saat udara cerah, gerakan angin ke atas atau ke bawah dapat terukur dengan baik, tetapi pada saat terjadi hujan, karena yang terukur oleh BLR adalah



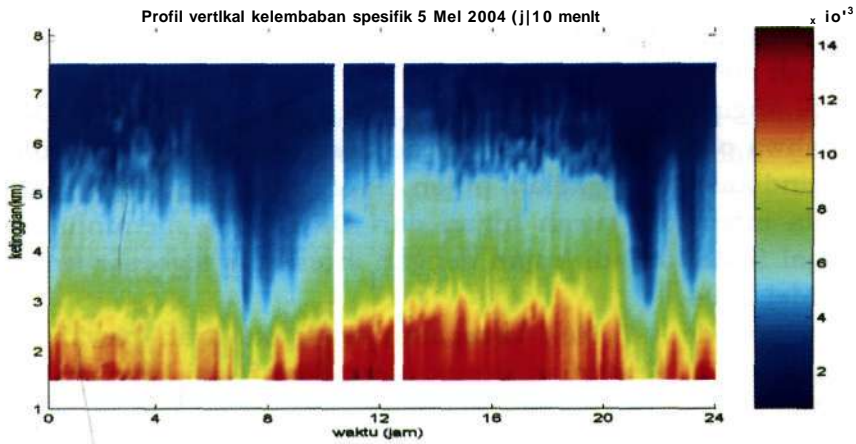
kecepatan jatuh dari butir hujan, maka arah panah pada saat hujan adalah ke bawah dan mempunyai kecepatan yang cukup besar.

Profil angin horisontal-vertikal periode 10 April-9 Mei 2004 memperlihatkan bahwa pada tanggal 5 Mei kecepatan angin ke bawah cukup besar, yang mengindikasikan kejadian hujan. Profil angin tersebut dibandingkan dengan data intensitas curah hujan dari ORG, yang menunjukkan bahwa pada tanggal 5 Mei terjadi hujan dengan intensitas terbesar untuk periode 10 April-9 Mei 2004.

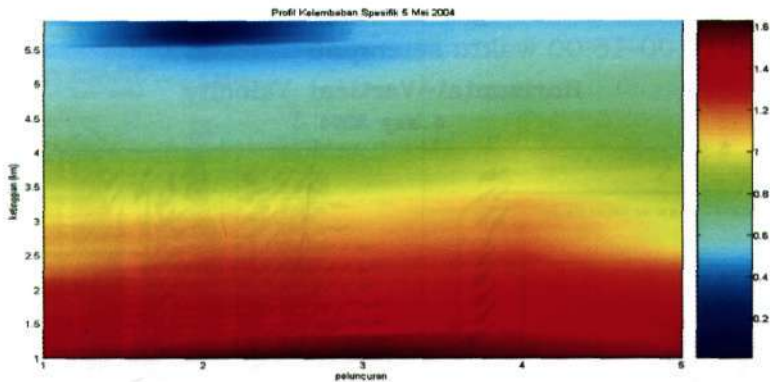
Pada periode 4-7 Mei, kecepatan angin ke arah bawah didominasi pada tanggal 5 Mei. Kemudian untuk mengidentifikasi kejadian hujan pada tanggal 5 Mei, dibuat profil angin setiap jamnya. Profil angin pada pukul 14-16 memperlihatkan kecepatan angin ke arah bawah yang besar dan intensif, pada waktu yang bersamaan dari data ORG tercatat kejadian hujan yang kontinu. Oleh karena itu tugas akhir ini memfokuskan pada tanggal 5 Mei 2004 pukul 14.00-16.00 waktu setempat.



Gambar 3-2: Kesesuaian profil angin horizontal-vertikal dan intensitas curah hujan pada tanggal 5 Mei 2004 pukul 14.00-16.00 waktu setempat



(a)



(b)

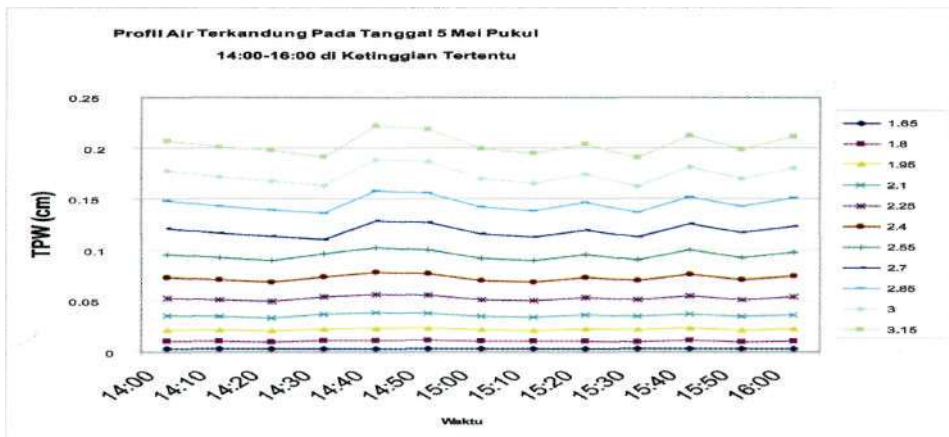
Gambar 3-3: Profil kelembaban spesifik dari data RASS (a) dan (b) radiosonde pada tanggal 5 Mei 2004 pukul 14.00-16.00 waktu setempat

Gambar 3-3 di atas menunjukkan perbandingan nilai kelembaban spesifik dari data RASS dengan data radiosonde pada tanggal 5 Mei 2004. Hasilnya menunjukkan bahwa kontur RASS relatif lebih baik dibandingkan dengan radiosonde. Hal ini disebabkan RASS memiliki resolusi pengamatan yang relatif lebih baik (144 profil RASS dibandingkan dengan 5 profil radiosonde). Berdasarkan hasil di atas, maka RASS dapat digunakan untuk mengestimasi besaran air terkandung. Analisis lebih lanjut dari Gambar 3-3a di atas menunjukkan bahwa penurunan kelembaban spesifik yang signifikan terlihat cukup jelas pada tanggal 5 Mei (pukul 07.00-09.00, 21.00-00.00). Pada jam-jam diantaranya terlihat nilai kelembaban spesifik mengalami kenaikan dan nilainya cukup besar, terutama pada pukul 14.00-16.00.

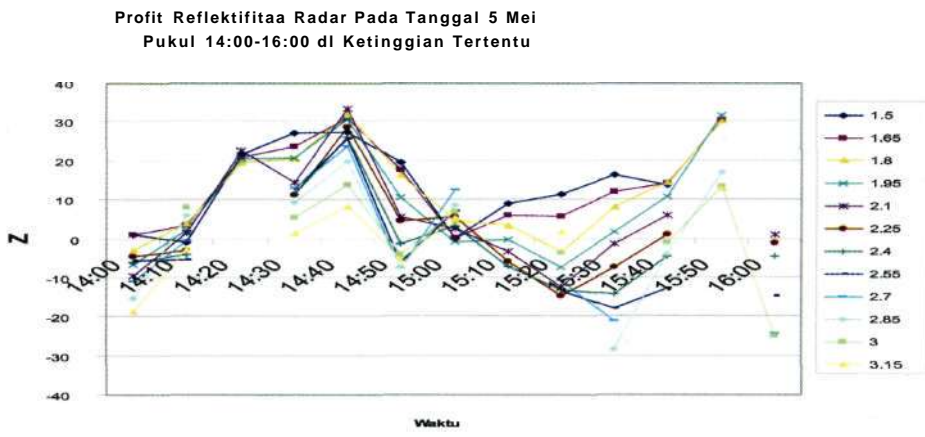
Hal ini mengindikasikan bahwa pada waktu tersebut kandungan uap air cukup besar yang nantinya dapat diendapkan dan diturunkan sebagai hujan dengan intensitas yang cukup besar. Hal ini sesuai dengan profil angin dari data BLR dan data intensitas curah hujan dari data ORG, pada waktu

yang bersamaan profil angin BLR baik dalam arah zonal, meridional, horisontal maupun vertikal memperlihatkan adanya aktivitas angin ke arah bawah dengan kecepatan yang cukup besar dan intensif, data ORG menunjukkan intensitas curah hujan yang besar dan kontinu.

Air terkandung yang dapat diturunkan sebagai hujan, dihitung dari dua level tekanan yang berbeda. Dari profil kelembaban spesifik diperoleh bahwa nilai kelembaban spesifik pada lapisan troposfer bawah mendominasi dibandingkan lapisan yang lainnya. Hal ini dapat dikaitkan dengan banyaknya uap air yang juga terkonsentrasi pada lapisan troposfer bawah, khususnya pada ketinggian 1,5 - 3,15 km. Banyaknya uap air berkaitan dengan nilai air terkandung pada lapisan tersebut, sehingga akan dianalisis variasi air terkandung dari ketinggian 1,5 km hingga 3,15 km pada tanggal 5 Mei 2004 pukul 14:00 - 16:00 waktu setempat.



(a)



(b)

Gambar 3-4: Profil vertikal air terkandung hasil pemantauan data RASS (a) dan (b) profil reflektivitas radar hasil pemantauan BLR pada tanggal 5 Mei 2004 antara pukul 14:00 - 16:00 waktu setempat (*local time*)

Dengan asumsi bahwa nilai reflektifitas radar berkorelasi dengan air terkandung pada ketinggian yang sama, maka besarnya nilai hubungan keduanya pada tanggal 5 Mei 2004, pukul 14:00 - 16:00 diperlihatkan pada Tabel3-1.

Tabel3-1:KORELASI AIR TERKANDUNG DENGAN REFLEKTIFITAS RADAR UNTUK BEBERAPA KETINGGIAN

| Tinggi      | Nilai Z | Nilai TPW | Korelasi     | Tinggi      | Nilai Z | Nilai TPW | Korelasi     |
|-------------|---------|-----------|--------------|-------------|---------|-----------|--------------|
| <b>1,65</b> | 1,25    | 0,003803  |              | <b>2,4</b>  | -5,95   | 0,073313  |              |
|             | 3,58    | 0,003768  |              |             | -4      | 0,071131  |              |
|             | 21,1    | 0,003566  |              |             | 11,43   | 0,074487  |              |
|             | 23,745  | 0,003949  |              |             | 26,22   | 0,078455  |              |
|             | 31,2    | 0,004046  |              |             | -1,2    | 0,077028  |              |
|             | 17,86   | 0,003936  | <b>0,093</b> |             | 3,27    | 0,070894  | <b>0,552</b> |
|             | 0,255   | 0,003819  |              |             | -7,01   | 0,069397  |              |
|             | 6,07    | 0,003717  |              |             | -13,08  | 0,073747  |              |
|             | 5,86    | 0,003947  |              |             | -14,21  | 0,070226  |              |
|             | 12,11   | 0,00366   |              |             | -4,34   | 0,076854  |              |
|             | 14,24   | 0,003933  |              |             | -4,33   | 0,075107  |              |
|             | 30,5    | 0,003639  |              | <b>2,55</b> | -5,55   | 0,096245  |              |
| <b>1,8</b>  | -2,87   | 0,011194  |              |             | -5,38   | 0,093058  |              |
|             | 4,04    | 0,011053  |              |             | 12,84   | 0,096888  |              |
|             | 19,54   | 0,01056   |              |             | 25,69   | 0,102552  |              |
|             | 20,515  | 0,011643  |              |             | -5,85   | 0,100899  | <b>0,339</b> |
|             | 31,95   | 0,01199   |              |             | 7,26    | 0,092462  |              |
|             | 16,28   | 0,011665  | <b>0,156</b> |             | -13,17  | 0,096013  |              |
|             | 4,73    | 0,011221  |              |             | -17,825 | 0,090774  |              |
|             | 3,43    | 0,010899  |              |             | -12,58  | 0,100364  |              |
|             | -3,4    | 0,011605  |              |             | -14,62  | 0,098419  |              |
|             | 8,115   | 0,010861  |              | <b>2,7</b>  | -10,96  | 0,121624  |              |
|             | 14,52   | 0,011676  |              |             | -0,52   | 0,117339  |              |
|             | 30,39   | 0,010797  |              |             | 12,995  | 0,111416  |              |
| <b>1,95</b> | -6,61   | 0,021985  |              |             | 23,76   | 0,129201  |              |
|             | 2,35    | 0,021615  |              |             | -7,54   | 0,127448  | <b>0,045</b> |
|             | 20,64   | 0,020798  |              |             | 12,625  | 0,116501  |              |
|             | 20,83   | 0,0228    |              |             | -10,65  | 0,120482  |              |
|             | 30,62   | 0,023645  |              |             | -21,005 | 0,11314   |              |
|             | 10,71   | 0,023053  | <b>0,159</b> |             | -24,16  | 0,124005  |              |
|             | -0,72   | 0,021914  |              | <b>2,85</b> | -15,2   | 0,148915  |              |
|             | -0,07   | 0,021314  |              |             | 6,12    | 0,143617  |              |
|             | -7,13   | 0,02264   |              |             | 9,29    | 0,136724  |              |
|             | 1,79    | 0,021426  |              |             | 20,03   | 0,15829   | <b>0,167</b> |
|             | 10,8    | 0,02304   |              |             | -7,12   | 0,156308  |              |
|             | 31,85   | 0,021285  |              |             | 8,685   | 0,142717  |              |

|             |        |          |              |             |        |          |               |
|-------------|--------|----------|--------------|-------------|--------|----------|---------------|
| <b>2,1</b>  | -9,34  | 0,036019 |              |             | -28,36 | 0,137366 |               |
|             | 1,72   | 0,035269 |              |             | -3,84  | 0,152748 |               |
|             | 22,73  | 0,034063 |              |             | 17,12  | 0,143165 |               |
|             | 14,535 | 0,037209 |              | <b>3</b>    | 8,06   | 0,171679 |               |
|             | 33,59  | 0,038752 |              |             | 5,53   | 0,163379 |               |
|             | 5,72   | 0,037925 |              |             | 14     | 0,189425 |               |
|             | 2,6    | 0,035574 | <b>0,289</b> |             | -3,9   | 0,186771 | <b>-0,245</b> |
|             | -3,08  | 0,034731 |              |             | 6,935  | 0,170635 |               |
|             | -12,19 | 0,036843 |              |             | -3,65  | 0,174963 |               |
|             | -1,255 | 0,035119 |              | <b>3,15</b> | -1,01  | 0,181578 |               |
|             | 6,24   | 0,037824 |              |             | 13,53  | 0,170314 |               |
|             | 1,28   | 0,036886 |              |             | -24,93 | 0,180731 |               |
| <b>2,25</b> | -4,39  | 0,053183 |              |             | -18,72 | 0,207582 |               |
|             | -2,81  | 0,051825 |              |             | -2,62  | 0,201241 |               |
|             | 11,36  | 0,054531 |              |             | 1,445  | 0,191152 |               |
|             | 28,86  | 0,057084 |              |             | 8,27   | 0,222128 | <b>-0,137</b> |
|             | 4,63   | 0,055998 | <b>0,609</b> |             | -5,23  | 0,218325 |               |
|             | 5,73   | 0,051928 |              |             | 5,53   | 0,199812 |               |
|             | -5,78  | 0,050826 |              |             | 1,84   | 0,204392 |               |
|             | -14,61 | 0,053954 |              |             | 12,81  | 0,198928 |               |
|             | -7,18  | 0,051559 |              |             |        |          |               |
|             | 1,18   | 0,055861 |              |             |        |          |               |
|             | -0,97  | 0,054499 |              |             |        |          |               |

Dari Tabel 3-1 di atas, terlihat besarnya korelasi antara air terkandung dengan reflektifitas radar bervariasi, mulai dari 0.05 (pada ketinggian 2.7 km) hingga 0.61 (pada ketinggian 2.25 km). Nilai korelasi sebesar 0.6 dianggap baik menurut Sudjana (1996), sehingga kombinasi data BLR-RASS dapat digunakan untuk analisis lebih lanjut dalam penentuan besaran TPW di atas.

#### 4 KESIMPULAN

Hubungan antara air terkandung dengan reflektifitas radar berdasarkan analisis data RASS dan BLR telah dicoba pada tugas akhir ini dan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

Dari data RASS dan Radiosonde memperlihatkan adanya kesamaan (konsistensi) kelembaban spesifik yang terdapat di atmosfer. Kejadian hujan juga terlihat pada kesesuaian data intensitas curah hujan dari ORG dan data profil angin dari BLR.

Air terkandung terkonsentrasi pada lapisan troposfer bawah (ketinggian 1.5 - 3.15 km), di mana berbagai gejala cuaca terjadi pada lapisan tersebut. Antara air terkandung yang diperlihatkan oleh data RASS dengan reflektifitas radar dari BLR juga menunjukkan adanya hubungan yang signifikan, dengan korelasi sebesar 0.61 pada ketinggian 2.25 km tanggal 5 Mei 2004 pukul

11 00 - 11:00 Hengan resolust pengam&lan dan kctlglgian sctiap 10 oenil dan 1^0 meitr.

## Ucapan Terima Kuiu

Tetima kasih kani ucapkan kcpiida .Jroi Bayong Tjjisynnii, HK DRA atas segala, kritik, tanggapan dan saran dalam pemb.iaUin paper im Ju^i kepada pihak RESH. UnivKihitas Kyoto Jepang; dan Shimae University, Jtpang kbususnya Dr. Jun-iuhi Funimntn atan supporting data RASS yang; Cjbcirikan. Jn^i] krpada Di. Pindy Renggonu U l&ig dcizi UPT Hnjnn FSuat.in, ^PFT Jajtaila .im?3 knreks, data reflckuiltas radar BLR yang dibtiikan

## DAPTAR RUJUKAN

- BaiLan, LJ.h 1973 Radar *Observation of The AtTrtmaphfrt* University of Chicago. Luiidon
- Furumoto, Jun-ichi, 2002 *Qhsi'ruifiuri of Turbulence Echo Characteristics and Humidity Profiles with t'tt Mil Rudar RASS*. Thrsis Japan.
- Hf-shigurhi, H.; Fukao. Shoicturo; MorUajii, ~z , 2004. *A Isomer Troposphere Radi-ir l 3 GHz? Ad&ve Phased-Array Tipe Wind Profiler iviuh RASS* Journal of Lhc Mt-teornlNgiral Society of Japan S2 (3) : 915-931.
- Hrrmawan, Eddy, 2003 *Ferbattrfingin Antara Radar Atmosfer Khcttulistium dengan Middle ar>jd Upper At"ivsp},f\*rc Radnr daiam Pemantauan Angsn Zurtrcl iltin Angm Mendioral*
- Juacni, Ian, 1988 *Air Tffkandung dm, tiubiuiyutinya rirnqnii Titik Embun Permukaan, Auxin din H-ijun*. Skripsi. Jumsan Geoiisika dan Mi-teoiolngi, FMIPA - ITB. tfandung
- MuLuiTiimad, Fikn\_h 2005. *E^twdti^i Totc/t Prriipttabie Water Berdasarkan AT within Dales Radio Acoustic Sountiny System (RASS) di Atms K<itotabang, iuiuau-ia Rnrif*. Sknpsi InstiCUt l^crtanian Bugoi.
- Kunriayaru, Heiiny. 20CIA *Pnmatifnatctn Data BLR Pad.i Triiju^ft.r Baw/ah Urttuk. Anaisis Au'an Hujun Penyrrhnh FSanjir*. Studi Ka^us Bfjiciciai Rai-jir Desat Jakarta 2002 [nsiim Pe-tjtuan Bogor.
- Prawiiuwaidnvo, Susilo, 1996 *Melewufoji* Penerbil TT3 Bandung.
- Renggono. Findy, 2000. *Study Mi Precipitating Chuds Based on Inundnrft Layer Radar Qhwvatian& In Equatorial Indonesia*
- 3udjana\_f 1996. *Metvdt Stati^tik (FAixi ke 6)*. Tarsito. Bandung.
- Tj.iiynno, Bayong, 2004. *Klim'.dalutp Feueibit ITR* Bandung
- UcisiitK C ,] , 1970. *Ilydrvmeteorology*. Sruhol jf Civil Engineering University of flew Smith Wales Australia,
- hup://rslnb riku shiuiatfc-u ar jp/CPF:A/campaign
- [hTtp://WWW ctigr.coloslate.edu](http://WWW.ctigr.coloslate.edu)