

Analisis Hujan Ekstrim Berdasarkan Parameter Angin dan Uap Air di Kototabang Sumatera Barat

Tia Nuraya^a, Andi Ihwan^{a*}, Apriansyah^b

^a Jurusan Fisika FMIPA Universitas Tanjungpura Pontianak

^b Program Studi Ilmu Kelautan FMIPA Universitas Tanjungpura Pontianak

*Email : andihwan@physics.untan.ac.id

Abstrak

Hujan ekstrim merupakan salah satu penyebab bencana alam di daerah Sumatera Barat. Angin dan uap air merupakan unsur yang diduga mempengaruhi terjadinya hujan ekstrim sehingga diperlukan analisis untuk melihat kondisi kecepatan angin, uap air dan pola osilasi pada Integrasi Uap Air (IUA) serta hubungan *Precipitable Water Vapor* (PWV) dengan curah hujan. Pada penelitian ini data yang digunakan yaitu data angin zonal dan meridional dari *Equatorial Atmosphere Radar* (EAR) dan data radiometer berupa uap air ketinggian 2 km s.d 10 km, data IUA serta data curah hujan dari *Optical Rain Gauge* (ORG) dari Maret 2002 s.d Agustus 2004. Data kecepatan dan arah angin, PWV dan CH dianalisis dengan analisis statistika. Hasil menunjukkan bahwa kecepatan angin, arah angin dan uap air maksimum terjadi pada tanggal 29 Maret 2004 dengan kecepatan angin sebesar 4 m/s dominan ke arah barat dan uap air sebesar 8 gram/m³, serta PWV tertinggi terjadi pada bulan Maret. Dalam rentang waktu penelitian hujan ekstrim terjadi sebanyak 3 kejadian. Kecepatan angin dan uap air lebih besar terjadi saat hujan ekstrim serta arah angin saat hujan ekstrim dominan ke arah barat.

Kata Kunci: Angin, Hujan Ekstrim, IUA, PWV, Uap Air

1. Pendahuluan

Kototabang merupakan salah satu kawasan di daerah Sumatera Barat yang dilalui oleh garis ekuator. Daerah ini memiliki fasilitas radar yang lengkap [1]. Radar yang terdapat di Kototabang yaitu EAR untuk mendeteksi angin dalam arah zonal, meridional maupun vertikal. Selain itu terdapat pula radiometer yang digunakan untuk mendeteksi uap air serta ORG untuk mendeteksi curah hujan.

Dari tahun 2002 sampai saat ini terjadinya bencana alam di daerah Kototabang disebabkan oleh hujan ekstrim [2]. Ada beberapa unsur yang mempengaruhi terjadinya hujan ekstrim suatu daerah yaitu: suhu atau temperatur udara, tekanan udara, angin, kelembaban udara, uap air dan curah hujan. Hujan ekstrim ini terjadi karena suhu permukaan air laut meningkat sehingga mempercepat terjadinya penguapan yang membentuk awan hujan.

Karakteristik hasil data EAR periode April 2002 s.d April 2006 diketahui adanya monsun yang berosilasi sekitar 12 bulanan [3]. Curah hujan di pantai barat Sumatera bagian utara dipengaruhi secara kuat oleh fenomena DM (*Dipole Mode*) [4]. Kemunculan awan hujan di Kototabang biasanya terjadi pada siang hingga malam hari dan jenis awan yang paling banyak muncul adalah awan hujan CNV (*Deep Convective*) dan STR (*Stratiform*) [5]. Isoterm disebut paras beku terdapat di ketinggian sekitar 4,5 km di atas permukaan laut Indonesia.

Ketinggian dasar awan sekitar 1,5 km di atas permukaan tanah. [6].

Berdasarkan dari penelitian yang telah dilakukan kajian di daerah ekuator belum sepenuhnya diketahui. Hal ini disebabkan kurangnya observasi atmosfer dan riset cuaca di wilayah tropis. Kerumitan dinamika atmosfer wilayah tropis dan keunikan atmosfer benua maritim menyebabkan kesulitan memprediksi hujan dengan tingkat ketelitian yang tinggi. Sehingga diperlukan analisis karakteristik unsur-unsur iklim yaitu angin dan uap air. Unsur angin dan uap air merupakan 2 unsur yang mempengaruhi periode musiman. Adanya fasilitas EAR, radiometer dan ORG yang terdapat di Kototabang diharapkan dapat membantu dalam penelitian ini sehingga dapat memprediksi dan mengantisipasi terjadinya hujan ekstrim di daerah Kototabang.

2. Metodologi

Data yang digunakan yaitu data angin EAR daerah Kototabang dari Maret 2002 s.d Agustus 2004. Data berupa angin zonal dan angin meridional, diperoleh dari <http://rslab.riko.shimaneu.ac.jp/CPEA/Campaign/> dengan karakteristik data yang digunakan berbentuk ASCII dengan format csv. Data radiometer berupa uap air dan data ORG berupa data curah hujan daerah Kototabang Maret 2002 s.d Agustus 2004. Analisis yang dilakukan adalah analisis kecepatan dan arah angin, Integrasi Uap Air (IUA) dan uap air, hubungan PWV dengan curah hujan serta analisis hujan ekstrim.

Resultan kecepatan dan arah angin diolah dengan menggunakan data angin zonal dan meridional yang telah diunduh dalam skala menit dirata-ratakan dalam periode bulanan. Vektor resultan angin diperoleh dari persamaan [6] :

$$R = \sqrt{U^2 + V^2} \quad (1)$$

dengan:

R = Resultan kecepatan angin (m/s)

U = Kecepatan angin zonal (m/s)

V = Kecepatan angin meridional (m/s)

Data angin perbulan dibuat grafik untuk mengetahui pola angin dominan.

IUA diolah menggunakan teknik wavelet untuk mengetahui osilasi dominan periode IUA. Sedangkan data uap air yang telah dirata-ratakan dibuat grafik seperti grafik kecepatan angin untuk mengetahui pada waktu berapa uap air maksimum. Analisis selanjutnya yaitu analisis hubungan PWV dengan curah hujan. Nilai PWV ditulis menggunakan persamaan [7]:

$$PWV = (IUA)/\rho \quad (2)$$

dengan:

PWV = Precipitable Water Vapor (m)

IUA = Integrasi uap air (kg/m²)

ρ = Densitas air (kg/m³)

Hujan ekstrim yang terjadi dikorelasikan dengan keadaan angin dan uap air serta IUA.

3. Hasil dan Pembahasan

Kecepatan Angin Bulanan

Kecepatan angin di beberapa ketinggian berbeda-beda, (Tabel 1). Semakin tinggi suatu lapisan, kecepatan anginnya semakin tinggi ini disebabkan bahwa pada lapisan bawah dipengaruhi gaya gesek dengan permukaan bumi yang menghambat laju udara meskipun di beberapa ketinggian kecepatan anginnya menurun karena adanya aktivitas awan pada ketinggian tersebut.

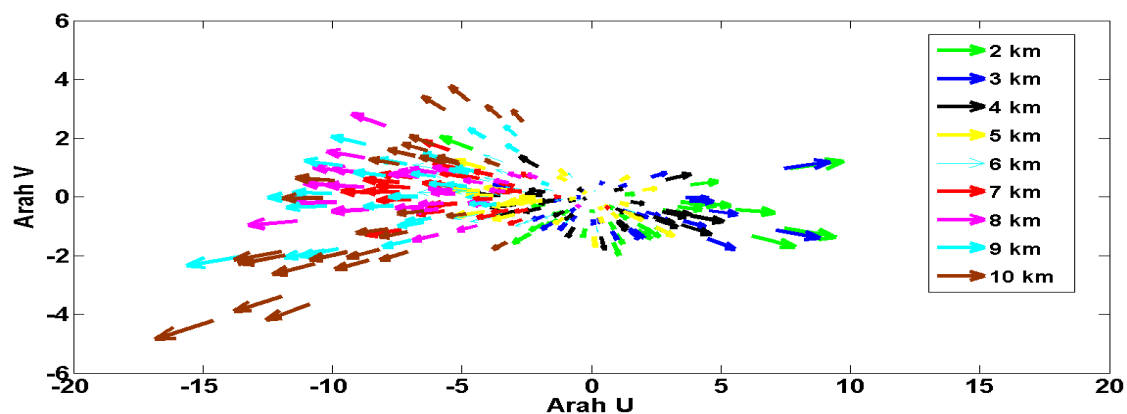
Tabel 1. Kecepatan angin maksimum bulanan berdasarkan ketinggian atmosfer

Ketinggian (km)	Kecepatan Angin maksimum (m/s)	Waktu kejadian
2	8	Mei 2003
3	8	Mei 2003
4	6	November 2002
5	6	November 2002
6	6	Agustus 2004
7	8	Agustus 2004
8	10	Juni 2004
9	12	Agustus 2002
10	13	Juli 2004

Arah angin untuk ketinggian 2 s.d 10 km dapat dilihat pada Gambar 1, ketinggian 2 km s.d 3 km arah angin dominan ke arah timur. Saat ketinggian 4 km arah angin mengalami penyebaran ke arah timur dan barat. Sedangkan ketinggian 5 s.d 10 km arah angin dominan ke arah barat. Di ketinggian 4 dan 5 km, arah angin mengalami penyebaran ke arah timur dan barat ini disebabkan karena adanya aktivitas awan.

Uap Air Bulanan

Banyaknya uap air di setiap ketinggian berbeda-beda. Semakin tinggi lapisan atmosfer, kandungan uap air semakin rendah (Tabel 2), hal ini disebabkan karena penurunan temperatur dengan ketinggian yang mengurangi kemampuan udara untuk membawa air (kebasahan) ke atas. Bagian atas troposfer hampir tanpa uap air. Uap air maksimum dominan terjadi pada bulan Agustus, dikarenakan bulan Agustus termasuk bulan kemarau dimana pada musim kemarau temperatur sangat tinggi dan menyebabkan proses penguapan terjadi sangat banyak, baik itu proses evaporasi maupun transpirasi.



Gambar 1. Arah angin bulanan ketinggian 2 s.d 10 km

Tabel 2. Uap air maksimum bulanan berdasarkan ketinggian atmosfer

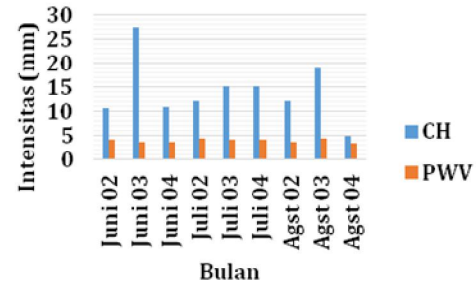
Ketinggian (km)	Uap Air maksimum (Gram/ m ³)	Waktu Kejadian
2	8.3	April 2002
3	5.6	Maret 2003
4	4.3	Maret 2003
5	3.6	Juli 2003
6	2.4	Juli 2003
7	1.4	Agustus 2003
8	0.7	Agustus 2004
9	0.4	Agustus 2005
10	0.2	Agustus 2006

Estimasi Hubungan antara PWV dengan Curah Hujan

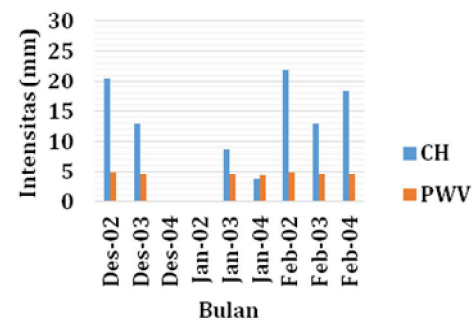
Jumlah total kandungan uap air hasil pengukuran radiometer menunjukkan bahwa massa udara yang banyak mengandung uap air diperoleh disekitar troposfer bawah (kurang dari 10 km). Data yang diolah yaitu IUA dari Maret 2002 s.d Agustus 2004. Teknik yang digunakan yaitu wavelet. Teknik ini dapat melihat periode yang tersembunyi sehingga puncak osilasi IUA akan terlihat sebagai puncak energi spektral.

Osilasi yang terjadi sekitar 230 harian (7 bulanan), (lihat Gambar 2). Hal ini menunjukkan bahwa nilai IUA (jumlah uap air) akan tinggi pada saat musim hujan.

Dari hasil perhitungan menunjukkan bahwa uap air yang ada di atmosfer tidak semuanya dapat dikonversi menjadi hujan. Dapat dilihat pada Gambar 3, nilai PWV pada musim kemarau lebih kecil dibandingkan dengan musim hujan. Musim kemarau rata-rata nilai PWV nya dominan 4 mm sementara musim hujan rata-rata nilai PWV nya 5 mm (lihat Gambar 4). Hal tersebut dipengaruhi oleh faktor – faktor lain tergantung kondisi lokal.



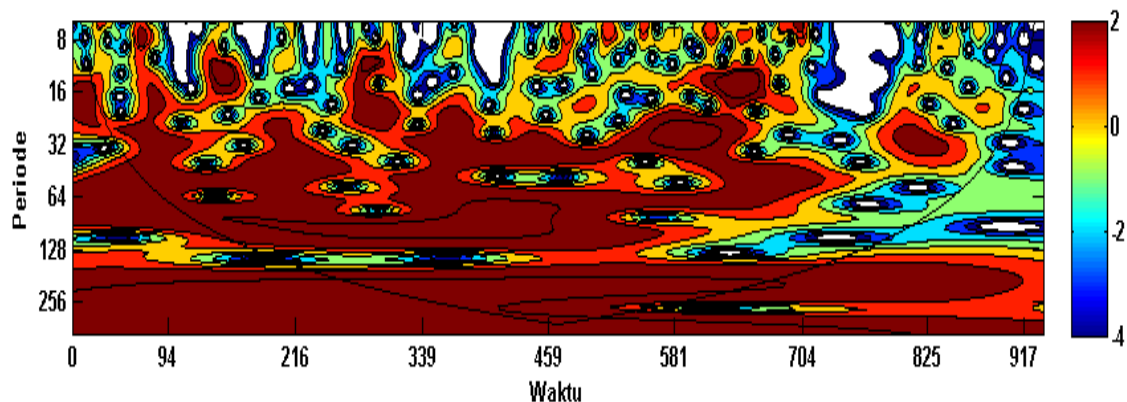
Gambar 3. Histogram PWV dan curah hujan daerah Kototabang pada musim kemarau



Gambar 4. Histogram PWV dan curah hujan daerah Kototabang pada musim hujan

Perilaku Angin, Uap Air serta PWV saat Hujan Ekstrem

Hubungan antara angin dengan uap air yang terjadi yaitu hubungan rendah, nilai koefisien korelasi tertinggi terdapat pada ketinggian 2 km dengan nilai koefisien korelasi yaitu -0,22 berarti bahwa semakin kencang angin, uap air yang dibawa semakin sedikit (lihat Tabel 3). Hubungan antara kecepatan angin dengan curah hujan termasuk hubungan rendah, nilai koefisien korelasi tertinggi



Gambar 2. Wavelet integrasi uap air daerah Kototabang

terdapat pada ketinggian 2 km dengan nilai koefisien korelasi yaitu -0,21 hal ini menyatakan keterkaitan hujan dengan angin rendah, angin yang kencang membawa hujan sedikit (lihat Tabel 4).

Tabel 3. Nilai koefisien korelasi silang angin dan uap air

Ketinggian	Nilai
2 km	-0,22
3 km	-0,20
4 km	-0,09
5 km	-0,03
6 km	-0,17
7 km	-0,17
8 km	-0,09
9 km	-0,07
10 km	-0,05

Tabel 4. Nilai koefisien korelasi silang angin dan uap air

ketinggian	nilai
2 km	-0,21
3 km	-0,15

Hubungan uap air dengan curah hujan termasuk hubungan sedang, nilai koefisien korelasi tertinggi terdapat pada ketinggian 2 km dengan nilai koefisien korelasi yaitu 0,36 menyatakan bahwa uap air yang banyak menyebabkan hujan yang tinggi (lihat Tabel 5).

Hubungan PWV dan curah hujan diperoleh nilai koefisien korelasi yaitu 0,04 sehingga apabila terjadi kenaikan PWV, nilai curah hujan juga akan meningkat. Hal ini dapat dilihat pada Tabel 6.

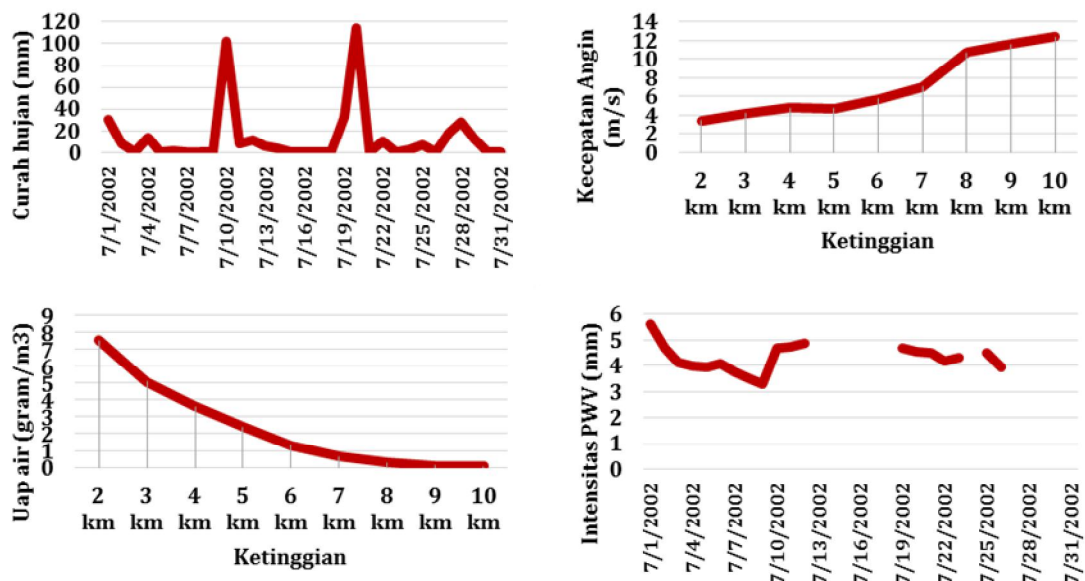
Tabel 5. Nilai koefisien korelasi silang uap air dan curah hujan

Ketinggian	Nilai
2 km	0,36
3 km	0,31

Tabel 6. Nilai koefisien korelasi silang IUA dan curah hujan

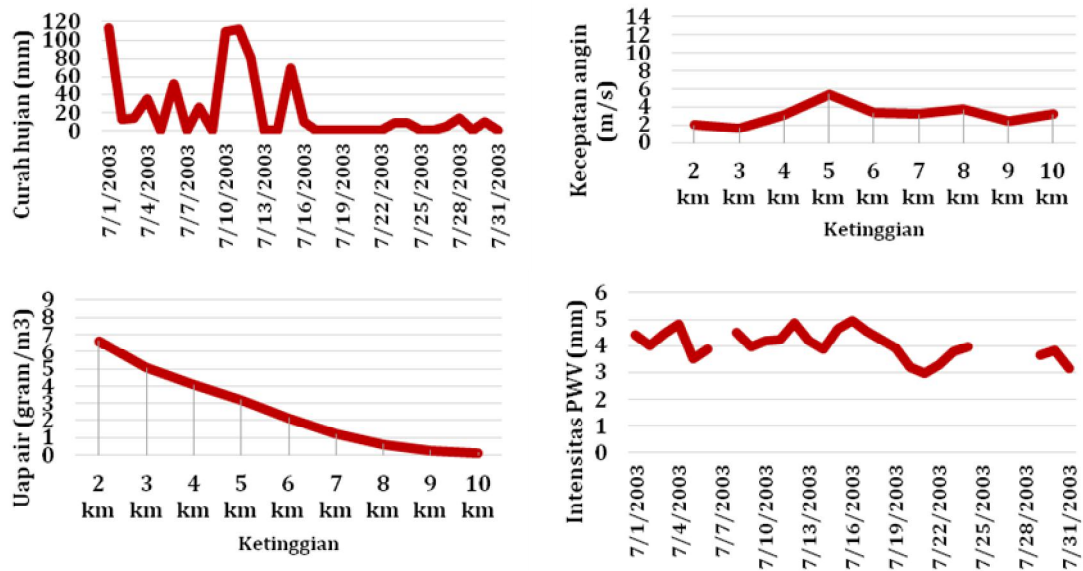
Korelasi silang	Nilai
IUA dan CH	0,04

Intesitas curah hujan pada tanggal 20 Juli 2002 sebesar 114 mm. Kecepatan angin maksimum yang terjadi sebesar 4 m/s dan uap air sebesar 8 gram/m³ serta PWV sebesar 4 mm (Gambar 5). Hujan ekstrim yang terjadi pada tanggal 1 Juli 2003 intensitas curah hujan sebesar 113 mm, kecepatan angin maksimum yang terjadi sebesar 4 m/s dan uap air sebesar 7 gram/m³ (Gambar 6). Pada tanggal 29 Maret 2004 intensitas curah hujan ekstrim sebesar 108 mm dengan kecepatan angin maksimum sebesar 2 m/s dan uap air sebesar 8 gram/m³ (Gambar 7). Arah angin pada saat hujan ekstrim dapat dilihat pada Gambar 8. Dari keadaan hujan ekstrim tersebut arah angin dominan ke arah barat, yang membuktikan bahwa arah angin selama 3 tahun tidak bisa dijadikan pedoman akan terjadinya hujan ekstrim dikarenakan

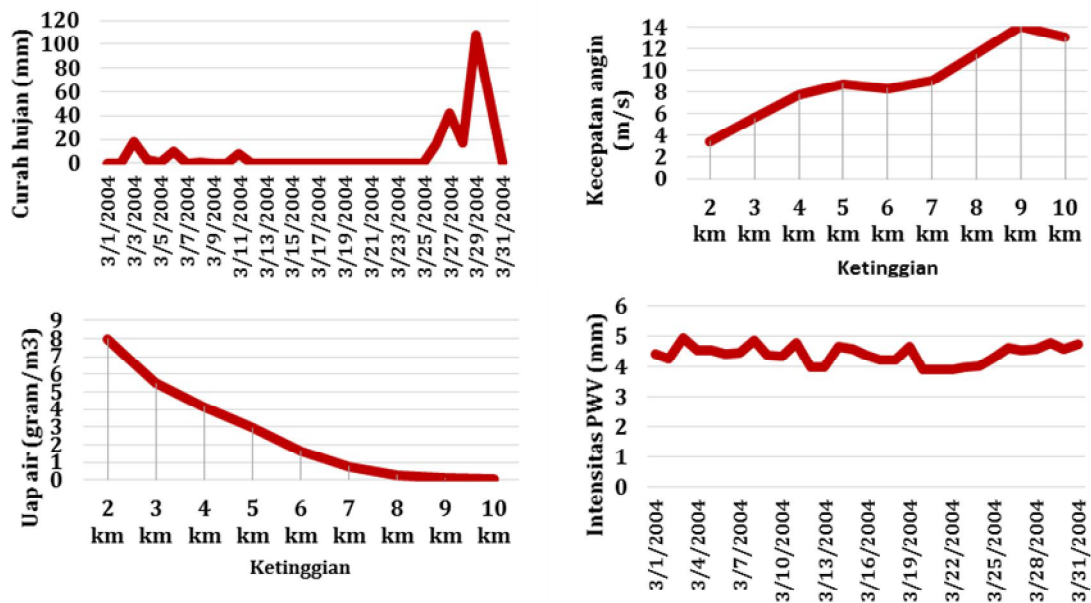


Gambar 5. Hujan Ekstrim pada tanggal 20 Juli 2002

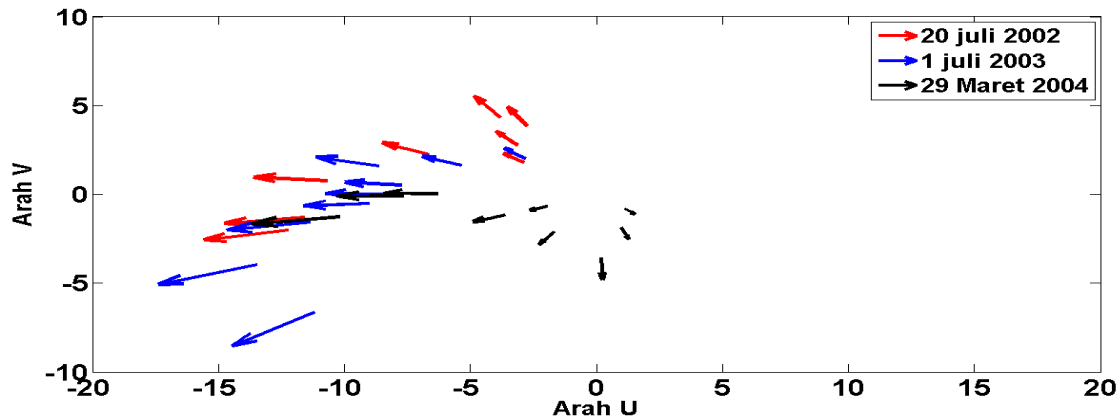
rentang waktu data sedikit (minim).



Gambar 6. Hujan Ekstrem pada tanggal 1 Juli 2003



Gambar 7. Hujan Ekstrem pada tanggal 29 Maret 2004



Gambar 8. Arah angin saat hujan ekstrim

4. Kesimpulan

Dari rentang waktu penelitian hujan ekstrim terjadi sebanyak 3 kali yaitu tanggal 20 Juli 2002, 1 Juli 2003 dan 29 Maret 2004.

Kondisi angin dan uap air saat terjadinya hujan ekstrim di beberapa ketinggian berbeda-beda. Semakin tinggi suatu lapisan, kecepatan anginnya semakin tinggi. Arah angin pada ketinggian awal dominan ke arah timur tetapi mengalami penyebaran arah angin sehingga pada ketinggian atas, arah angin dominan ke arah barat. Sedangkan nilai uap air setiap ketinggian berbeda-beda. Semakin tinggi ketinggiannya, uap air semakin sedikit atau nilainya rendah.

Osilasi IUA pada daerah Kototobang yang terjadi sekitar 230 harian. Serta nilai PWV lebih besar terdapat pada musim hujan dibandingkan musim kemarau dengan nilai koefisien korelasi yaitu 0,04.

Daftar Pustaka

- [1]. Tjasyono B. Sains Atmosfer Bandung: Badan Meteorologi dan Geofisika; 2008.
- [2]. Tjasyono B. Meteorologi Indonesia 2 Bandung: Badan Meteorologi dan Geofisika; 2006.
- [3]. Hermawan E. Analisis Perilaku Curah Hujan di atas Kototabang saat Bulan Basah dan Bulan Kering. In Seminar Nasional Penelitian Pendidikan dan Penerapan MIPA; 2009 Yogyakarta.
- [4]. Azteria V. Pemanfaatan Data EAR (Equatorial Atmosphere Radar) dalam Mengkaji Terjadinya Monsun di Kawasan Barat Indonesia. J. Agromet. 2009; 22(2): p. 172.
- [5]. Hall A, Manabe. The role of water vapor feedback in unperturbed climate variability and global warming. Journal of climate. 1999; 12(8): p. 12.
- [6]. Gustari I. Analisis Curah Hujan Pantai Barat Sumatera Bagian Utara Periode 1994-2007. Jurnal Meteorologi dan Geofisika. 2009; 10(1): p. 10:1.
- [7]. Misnawati. Analisis Awan Hujan di Wilayah Kototabang Sumatera Barat Menggunakan Data Radar Bogor: IPB; 2006. (Skripsi S1)