

KARAKTERISTIK INDEX U-3 PADA HARI-HARI DENGAN CURAH HUJAN LEBIH DARI 5mm PADA BEBERAPA DAERAH DI INDONESIA

Untung Haryanto¹

Intisari

Telah di bangun suatu indeks U-3 dari data sounding udara yang dapat digunakan untuk memberi gambaran kondisi lingkungan atmosfer dengan rata-rata curah hujan yang besar di Indonesia. Pengujian di Riamkanan (Kalimantan Selatan), Bandung (Jawa Barat), Malang (Jawa Timur), dan Soroako (Sulawesi Selatan) menunjukkan bahwa pada hari-hari dengan rata-rata curah hujan lebih besar dari 5mm, indeks U-3 menunjukkan nilai kurang dari 71, atau 70 persen dari total banyaknya kasus yang diteliti.

Abstract

Base on temperature and wind profile taken from sounding data the U-3 index have been developed and used it for predict the atmospheric environment potential for cumulus development. Base on 40 sounding cases and area rainfall more than 5 mm have strong relationship to the low value of U-3, with different range depending on geographic position of sounding point.

1. PENDAHULUAN

Indeks konvektif telah terjadi bagian penting dalam pendugaan (forecasting) hujan untuk beberapa puluh tahun belakangan ini, dan sering digunakan pada banyak penelitian. Indeks yang diteliti dan dilaporkan dalam tulisan ini dibatasi pada parameter yang diperoleh dari data hasil peluncuran tunggal rawinsonde pada empat (4) tempat di Indonesia yaitu Kalimantan Selatan, Jawa Barat, Jawa Timur, dan Sulawesi Selatan. Indeks sounding berupa indeks konvektif pertamakali diperkenalkan oleh Showalter (1953), yang menggunakannya bagi keperluan pengelolaan suatu daerah aliran sungai (DAS) di Amerika. Beberapa indeks lainnya yang kerap dijumpai sebagai bagian dari hasil analisis upper air dapat dilihat pada Tabel 1.

Tanda "x" pada kolom T berarti indeks ini dibangun dengan memasukkan variabel termodinamika, tanda "x" pada kolom W berarti indeks ini memasukkan data profil angin. Dalam memperhitungkannya, beberapa indeks hanya menggunakan level mandatori (mo), ada yang memperhitungkan pada kedua level yaitu mandatori dan signifikan (ms), dan ada pula yang mengkombinasikan antara data angin dan suhu (c).

Tabel 1. Indeks konvektif, parameter serta level perhitungannya

No.	Nama Indeks	T	W	L
1.	Showalter	x		Mo
2.	Lifted (LI)	x		ms
3.	Pick Up	x		mo
4.	EHI	x	x	c
5.	BRN	x	x	c
6.	SWEAT	x	x	mo
7.	K	x		mo
8.	dT	x		mo
9.	SRH		x	ms
10.	BRN-shear		x	ms
11.	CAPE	x		ms
12.	Total-Totals	x		mo
13.	Boyden	x		mo

Semua indeks-indeks di atas dibuat, dikembangkan, dan diteliti pada daerah lintang menengah. Bagi keperluan di Indonesia yang terletak di lintang rendah, rentang kepekaannya perlu di sesuaikan lagi melalui penelitian (Thompson, 1999), karena keterkaitannya dengan curah hujan berbeda dari satu tempat ke tempat lainnya (Haryanto, 1999). Namun Tuduri dan Ramis (1997) menyatakan bahwa membawa suatu indeks yang diciptakan untuk daerah lintang tinggi ke

¹ UPT Hujan Buatan Lt. 19 Gd I, BPP Teknologi, Jl. M.H. Thamrin No.08 10340 Jakarta

daerah lintang rendah dan menggunakannya pada daerah lintang rendah yang berbeda letak geografisnya sia-sia saja karena adanya perbedaan karakter proses cuaca pada kedua daerah tersebut. Pekerjaan penyesuaian (tuning) rentang kepekaan hanya akan membuang waktu dan biaya. Kesimpulan dari studi yang dilakukan oleh Tuduri dan Ramis adalah sangat perlu membangun dan mengembangkan indeks baru yang cocok untuk digunakan pada suatu daerah yang spesifik. Penulis yakin bahwa Indonesia merupakan daerah yang spesifik, di mana banyak fenomena cuaca yang terjadi di daerah lintang tinggi, berbeda dengan yang terjadi di Indonesia dan sebaliknya, terutama jenis awan dan proses hujan yang berlangsung di dalamnya. Bagi pendugaan hujan dengan sounding tunggal, perlu dibangun suatu indeks baru yang cocok untuk daerah Indonesia.

Pada tulisan ini, disampaikan hasil penelitian berupa karakteristik indeks U-3. Rentang sensitifitas indeks ini diuji pada 4 lokasi yang secara geografik berbeda jauh.

2. DATA DAN METODE PENELITIAN

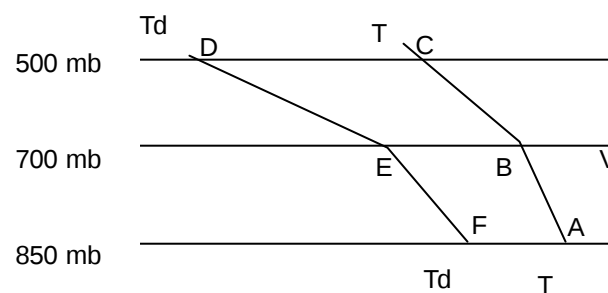
Pada penelitian ini digunakan bahan-bahan berupa pensil, mistar dengan skala terkecil mm, Aerologi diagram standar BMG (ME-82 A) serta data sounding udara dari empat lokasi peluncuran sounding yaitu Ulin-Riamkanan (Kalimantan Selatan), Bandung (Jawa Barat), Malang (Jawa Timur), dan Soroako (Sulawesi Selatan). Sounding dilakukan di antara 11:00 hingga 15:00 LT. Banyaknya kasus yang diteliti berjumlah 40, dengan rinciannya dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Rincian dan banyaknya kasus yang digunakan untuk penelitian

No.	Tempat Peluncuran	Banyaknya Kasus
1	Ulin, Kalimantan Selatan	9
2	Bandung, Jawa barat	9
3	Malang, Jawa Timur	7
4	Soroako, Sulawesi Selatan	15

Dalam teori pembentukan awan kumululus (teori parcel), faktor-faktor yang menentukan adalah banyaknya uap air dalam udara, dan adanya mekanisme pengangkatan yang mampu membawa uap air naik ke lapisan yang lebih tinggi sehingga dapat mengalami proses pengembunan (Rogers, 1974; Wiesner, 1984). Setiap data hasil sounding berupa suhu dan titik embun udara serta kecepatan angin diplot atau digambarkan pada Aerogram, masing-masing pada mandatory level 850, 700, dan 500 mb. Angin pada level 700 mb diteliti dan

kecepatannya (dalam m/dt) pada level ini digunakan untuk menyatakan adanya geser angin (shear) yang mengganggu perkembangan awan (AI, 1999). Dalam penelitian ini, mekanisme pengangkatan diteliti dengan membandingkan gradien suhu pada dua layer yaitu level 850 mb hingga 700 mb, serta 700 mb hingga 500 mb. Menurut Doswell III (1998), besarnya gradien suhu (lapse rate), merupakan ukuran kestabilan udara dan pada penelitian ini dinyatakan dengan jarak (dalam cm) garis yang menghubungkan suhu (T) pada masing-masing level, yaitu AB dan BC. Aktivitas konfeksi atau orografik yang kuat akan menyebabkan lapse rate yang besar, dan menjadikan AB atau BC lebih miring ke kiri sehingga lebih panjang. Kandungan uap air diteliti dengan besarnya defisit titik embun pada tiga level yaitu 850 mb (FA), 700 mb (EB), dan 500 mb (DC). Banyaknya kandungan uap air dinyatakan dengan panjang garis antara suhu (T) dan suhu titik embun (Td) pada masing-masing level ini. Kandungan uap air yang banyak atau kemudahan proses pengembunan secara fisis ditentukan oleh defisit titik embun yang kecil, yang berarti pula jarak yang pendek pada penggal garis AB, atau BC, atau DC. Kecepatan angin (V) pada 700 mb dinyatakan dalam m/dt (Gambar 1)



Gambar 1 Kuantifikasi lapse rate, banyaknya uap air dan geser angin.

Hujan pada hari-hari peluncuran dimonitor menggunakan penakar hujan yang banyaknya 10 hingga 20 dan terdistribusi di sekitar stasiun peluncuran, dengan luasan 1000 hingga 3 500 km². Tebal hujan dinyatakan dalam mm, dan merupakan nilai rata-rata dari setiap hujan 24 jam yang terukur pada stasiun penakar yang terdistribusi di sekitar stasiun peluncuran sounding, dibagi banyaknya penakar hujan yang tersebar.

Dalam penelitian ini, banyaknya uap air atau kemudahan terjadinya pengembunan, serta kestabilan udara, keduanya diakomodasi secara komprehensif dalam suatu indeks yang dinamakan "U-3", yang dirumuskan dengan berdasarkan desain yang dapat dilihat pada Tabel 3

Dalam hal ini, konstanta C1 dan C2 dipilih atau ditentukan sama dengan 1, sedangkan C2 ditentukan berdasarkan dan dipilih lebih besar dari nilai LR terbesar sehingga tidak bernilai nol. Dengan

demikian secara komprehensif, kuantifikasi dari indeks ini dinyatakan dengan persamaan :

$$U-3 = \{C2-(AB + BC)\} \times (DC + EB + FA) \times V,$$

Tabel 3. Desain perumusan indeks U-3

No	parameter	kecenderungan terhadap curah hujan (RR) dan U-3	perumusan
1	kecepatan angin (V)	$V \gg \Rightarrow RR \ll \Rightarrow U-3 \gg$ atau $V \ll \Rightarrow RR \gg \Rightarrow U-3 \ll$	$U-3 \approx C1 \times V$
2	Lapse Rate (LR)	$LR \gg \Rightarrow RR \gg \Rightarrow U-3 \ll$ atau $LR \ll \Rightarrow RR \ll \Rightarrow U-3 \gg$	$U-3 \approx C2 - LR$
3	Uap air (dpd)	$dpd \gg \Rightarrow RR \ll \Rightarrow U-3 \gg$ atau $dpd \ll \Rightarrow RR \gg \Rightarrow U-3 \ll$	$U-3 \approx C3 \times dpd$

dalam hal ini, AB, BC, DC, EB, FA, merupakan jarak atau panjang dalam cm, sedangkan V adalah kecepatan angin pada level 700 mb dalam m/dt. Dengan ekspresi seperti persamaan tersebut maka variasi dari U-3 sangat ditentukan oleh tingkatan kestabilan di antara tiga level mandatori yaitu lapisan 850 mb hingga 700 mb, dan lapisan 700 mb hingga 500 mb. Selain itu, variasi U-3 juga ditentukan oleh banyaknya uap air di sekitar level mandatori ini, dan kecepatan angin pada level 700 mb. Jika banyaknya uap air pada udara tidak mencukupi bagi perkembangan awan maka nilai U-3 besar. Nilai ini U-3 juga akan besar bila terjadi angin berkecepatan tinggi pada level 700 mb. Gabungan antara tingkat banyaknya uap air dengan kecepatan angin lebih dominan dari pada nilai kestabilan udara, sehingga meskipun pada kasus di mana terjadi aktifitas pengangkatan yang lemah, keseluruhan nilai U-3 akan cukup besar dan hujan berpeluang turun dengan intensitas lemah dari awan stratus atau nimbostratus. Pada kasus lain di mana proses pengangkatan kuat, akan tetapi banyak terdapat uap air dan kecepatan angin lemah, maka nilai U-3 secara keseluruhan adalah kecil. Kondisi lingkungan atmosfer seperti kasus ini dinamakan "deep moist convection" atau DMC dan akan banyak menghasilkan hujan dengan intensitas besar dari awan jenis Cumulus, Cumulonimbus dan juga As. Pada kasus di mana uap air dalam udara sangat sedikit, kecepatan angin tinggi, maka U-3 menjadi sangat besar. Meskipun lapse rate pada kondisi seperti ini kuat, maka akan sulit terbentuk awan, dan hujan yang turun sangat sedikit atau tidak terjadi hujan sama sekali. Namun demikian skenario ini merupakan keadaan umum yang paling mungkin terjadi. Pada kenyataannya, rata-rata tebal hujan bernilai nol sangat jarang dijumpai. Bila terjadi kondisi "DMC" pada umumnya hujan dapat dimonitor pada banyak tempat, sehingga rata-rata tebal hujan umumnya lebih besar dari nol. Bila

kondisi tidak DMC tidak terjadi, variasi hujan sangat ditentukan oleh topografi stasiun, dan banyak stasiun yang mencatat curah hujan nol, namun ada kemungkinan pada beberapa stasiun curah hujan yang tinggi, sehingga nilai terkecil rata-ratanya dapat bernilai nol. Keadaan seperti ini umumnya terjadi pada hari-hari di musim kemarau. Oleh karena itu tebal hujan 5 mm diambil dan ditetapkan sebagai keadaan marginal dari proses cuaca yang dihasilkan oleh lingkungan atmosfer yang kurang atau tidak mendukung pembentukan awan, dengan lingkungan atmosfer yang mendukung pembentukan awan. Dengan pertimbangan semua ini maka hipotesis yang dibangun pada penelitian ini adalah :

H : Pada keadaan dengan nilai U-3 besar, rata-rata tebal hujan kurang dari 5 mm
atau

Nilai U-3 besar, maka rata-rata tebal hujan adalah kecil

3. HASIL DAN DISKUSI

Dari 40 kasus yang diteliti, rata-rata nilai LR pada lapisan 850 hingga 700 mb (AB) adalah 1.4 cm, sedangkan untuk lapisan 700 hingga 500 mb (BC) adalah 2.4 cm, sehingga jumlahan penggal garis AB dan BC adalah 3.8 cm. Pada keadaan ekstrim yang sangat labil, dapat terjadi nilai AB dan BC yang lebih besar, oleh karena itu, ditetapkan nilai $C2 = 6$, sehingga formulasi U-3 adalah $U-3 = \{6-(AB + BC)\} \times (DC + EB + FA) \times V$

3-1 Kepekaan U-3 di Riamkanan

Pada lapisan dekat permukaan yaitu 850 hingga 700 mb, lapse rate atau kestabilan udara bervariasi dari 1.0 hingga 1.7 cm, dengan rata-rata 1.4 cm. Di atasnya, di antara 700 hingga 500 mb, rentang variasi lapse rate dari 2.1 hingga 2.7 cm, dengan rata-rata 2.2 cm.

Banyaknya uap air di sekitar 850 mb bervariasi dari 0.6 hingga 2 cm dengan rata-rata 1.2 cm, di sekitar 700 mb bervariasi dari 0.4 hingga 1 cm dengan rata 0.9 cm, sedangkan di sekitar 500 mb bervariasi di antara 1.1 hingga 2.5 mm dengan rata-rata 1.8 cm. Pada 700 mb, kecepatan angin berkisar dari 3 hingga 8 m/dt dan rata-rata nya adalah 5.1 m/dt.

Pada keadaan seperti ini, rata-rata U-3 bernilai 83.1, dan rata-rata tebal hujan di sekitar lokasi peluncuran sounding adalah 10.3 mm. Banyaknya curah hujan 24 jam bernilai nol terjadi dengan nilai U-3 sebesar 269, sedangkan curah hujan sebanyak 35 mm terjadi dengan nilai U-3 sebesar 29.

3-2 Kepekaan U-3 di Bandung

Variasi lapse rate atau kestabilan udara di dekat permukaan (850 hingga 700 mb) untuk daerah Bandung adalah 1.2 hingga 1.4 cm, dengan rata-rata sebesar 1.3 cm, dan pada lapisan 700 sampai 500 mb bervariasi dari 2.1 hingga 2.4 cm, dengan rata-rata 2.2 cm. Di sekitar 850 mb, rentang banyaknya uap air adalah bervariasi dari 0.1 hingga 1.1 cm, dengan rata-rata 0.6 cm; di sekitar 700 mb bervariasi dari 0.2 hingga 2.1 cm dengan rata-rata sebesar 0.9 cm, sedangkan di sekitar 500 mb rentangnya adalah 0.7 hingga 2.5, dengan rata-rata 1.6.

Rata-rata kecepatan angin pada level 700 mb tercatat cukup besar yaitu 11.3 m/dt dengan rentang dari 3 hingga 25 m/dt. Rataan tebal hujan yang terjadi adalah 5.9 mm dengan nilai rata-rata U-3 sebesar 121.2. Curah hujan sebesar 0 mm terjadi pada nilai U-3 sebesar 247, sedangkan curah hujan rata-rata 12 mm terjadi pada U-3 sebesar 22

3-3 Kepekaan U-3 di Malang

Variasi lapse rate atau kestabilan udara di dekat permukaan (850 hingga 700 mb) untuk daerah Malang adalah 1.2 hingga 1.5 cm, dengan rata-rata sebesar 1.3 cm, dan pada lapisan 700 sampai 500 mb bervariasi dari 1.8 hingga 2.3 cm, dengan rata-rata 2.2 cm. Di sekitar 850 mb, rentang banyaknya uap air adalah bervariasi dari 0.7 hingga 1.5 cm, dengan rata-rata 1.1 cm; di sekitar 700 mb bervariasi dari 0.8 hingga 1.5 cm dengan rata-rata sebesar 1.2 cm, sedangkan di sekitar 500 mb rentangnya adalah 1.1 hingga 1.9 cm, dengan rata-rata 1.5 cm

Rata-rata kecepatan angin pada level 700 mb tercatat cukup lemah yaitu 3.4 m/dt dengan rentang dari 1.1 hingga 5.2 m/dt. Rataan tebal hujan yang terjadi adalah 12.8 mm dengan nilai rata-rata U-3 sebesar 42.8. Curah hujan rata-rata sebesar 12 mm terjadi dengan nilai U-3 sebesar 66, curah hujan nol tidak ada, sedangkan rata-rata curah hujan terbesar adalah 15.3 mm, terjadi pada nilai U-3 sebesar 33.

3-4 Kepekaan U-3 di Soroako

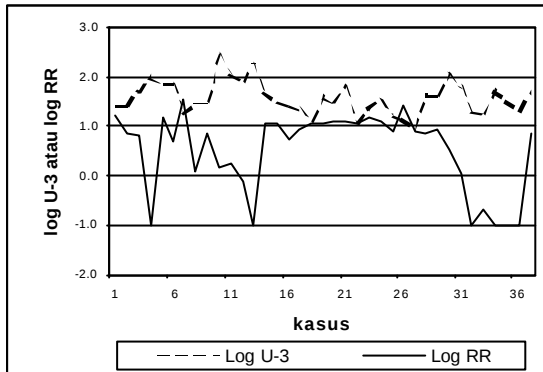
Pada lapisan dekat permukaan yaitu 850 hingga 700 mb, lapse rate atau kestabilan udara bervariasi dari 1.2 hingga 1.9 cm, dengan rata-rata 1.4 cm. Di atasnya, di antara 700 hingga 500 mb, rentang variasi lapse rate dari 2.3 hingga 2.6 cm, dengan rata-rata 2.4 cm.

Banyaknya uap air di sekitar 850 mb bervariasi dari 0.3 hingga 1.3 cm dengan rata-rata 0.8 cm, di sekitar 700 mb bervariasi dari 0.4 hingga 3.8 cm

dengan rata 1.7 cm, sedangkan di sekitar 500 mb bervariasi di antara 0.6 hingga 3.4 cm dengan rata-rata 1.5 cm. Pada 700 mb, kecepatan angin berkisar dari 2 hingga 8.2 m/dt dengan rata-rata nya adalah 4.4 m/dt. Pada keadaan seperti ini, rata-rata U3 bernilai 83.1, dan rata-rata tebal hujan di sekitar lokasi peluncuran sounding adalah 10.3 mm. Banyaknya curah hujan 24 jam bernilai nol terjadi dengan nilai U-3 dari 32 hingga 101 sedangkan curah hujan sebanyak 26 mm terjadi dengan nilai U-3 sebesar 21.

Dari uji kepekaan U-3 di Riamkanan, Bandung, Malang, dan Soroako, tampak konsistensi yang nyata bahwa untuk U-3 makin besar, maka rata-rata tebal curah hujan 24 jam makin kecil, demikian juga sebaliknya. Lebih jauh dapat dilihat bahwa pada daerah Riamkanan, rata-rata curah hujan lebih besar dari 5 mm terjadi bila U3 bernilai dari 29 hingga 61, sedangkan bila U-3 bernilai dari 123 hingga 269, rata-rata curah hujan yang turun kurang dari 5 mm. Rataan curah hujan lebih dari 5 mm di Bandung terjadi ketika nilai U3 bernilai 22 hingga 71, di Malang bernilai 16 hingga 61, dan di Soroako bernilai 17 hingga 67. Secara umum bagi keempat daerah ini terlihat bahwa rata-rata curah hujan lebih besar dari 5 mm dapat terjadi ketika nilai U-3 kurang dari 71. Rentang U-3 untuk rata-rata curah hujan kurang dari 5 mm bagi daerah Bandung adalah dari 111 hingga 363, di Malang tidak diketahui karena tidak terdapat kasusnya, sedangkan di Soroako adalah dari 25 hingga 172. Pada daerah Soroako, rentang paling kecil dari nilai U-3 bagi tebal hujan kurang dari 5 mm juga berada di dalam rentang U3 untuk rata-rata curah hujan yang lebih besar dari 5 mm (overlap). Keadaan ini diduga karena pengaruh lokasi peluncuran yang sangat dekat dengan permukaan air danau Matanu, sehingga penguapan dari air danau tersebut membuat lapisan udara dekat permukaan tanah selalu lembab, sehingga penggal garis FA pada Gambar 1 selalu pendek, dan menyebabkan rentang minimum nilai U3 selalu kecil. Diperlukan kasus yang lebih banyak untuk mempelajari keadaan lingkungan atmosfer daerah Soroako untuk rata-rata curah hujan lebih dari 5 mm. Secara umum, indeks U-3 dapat memberi gambaran yang konsisten bahwa bila kecenderungan U3 rata-rata membesar maka kecenderungan rata-rata besarnya curah hujan menjadi lebih kecil. Rentang kepekaan U-3 untuk masing masing daerah untuk curah hujan lebih besar dari 5 mm juga relatif hampir sama, namun untuk rata-rata curah hujan kurang dari 5 mm, rentang kepekaannya cukup berbeda mencolok, terutama di Soroako. Secara umum, pola keterkaitan antara rentang U3 dengan rata-rata curah hujan pada suatu tempat dapat memberi gambaran rata-rata curah hujan yang lebih besar dari 5 mm. Dengan menggunakan nilai 71 sebagai batas terbesar nilai U3 untuk lingkungan atmosfer yang

memberikan rata-rata curah yang lebih dari 5 mm, maka kesesuaiannya adalah 70 persen, dengan rinciannya di Riamkanan sesuai 67 persen, di Bandung 100 persen, di Malang 100 persen, dan di Soroako 63 persen. Respon atau kepekaan U-3 terhadap curah hujan ditunjukkan pada Gambar 2. Pada gambar ini variasi curah hujan dan U-3 direduksi dengan transformasi logaritmik.



Gambar 2. Kepekaan U-3 terhadap curah hujan

Dalam satu kesempatan mendiskusikan indeks ini di Soroako, Henderson (2000) menyatakan sensitivitas indeks U3 ini berbeda untuk tempat-tempat tersebut karena terdapatnya karakteristik lokal, dan menyarankan meneliti window atau rentang kepekaan bagi masing-masing daerah dengan kasus yang lebih banyak.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Dari pembahasan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan dan disampaikan beberapa saran beberapa sebagai berikut :

1. Index U-3 merupakan gambaran situasi lingkungan atmosfer berupa lapse rate, defisit titik embun, dan kecepatan angin. Nilainya dihitung berdasarkan parameter sounding tunggal pada mandatori level. Pengujian pada beberapa tempat di Indonesia yaitu Riamkanan, Bandung, Malang, dan Soroako menunjukkan bahwa secara umum terdapat hubungan antara U-3 dengan rata-rata curah hujan yang turun di sekitar stasiun peluncuran sounding. Hipotesis bahwa *Pada keadaan dengan nilai U3 besar, rata-rata tebal hujan kurang dari 5 mm atau Nilai U-3 besar, maka rata-rata tebal hujan adalah kecil* dapat dibuktikan pada kasus-kasus yang terjadi di Riamkanan, Bandung, Malang, dan Soroako.
2. Sebagian besar kasus kejadian hujan menunjukkan bahwa bila U-3 nilainya kecil maka pada beberapa tempat terjadi hujan dengan banyaknya rata-rata curah hujan yang tebalnya lebih dari 5 mm.

3. Rentang kepekaan U-3 terhadap rata-rata curah hujan yang lebih dari 5 mm relatif sama untuk ke empat daerah tersebut yaitu dari 16 hingga 71, dengan frekuensi kejadian 70 persen. Di daerah Riamkanan terjadi pada rentang 29 hingga 61 dengan kejadian 67 persen, di daerah Bandung terjadi pada rentang 22 hingga 71 dengan kejadian 100 persen, di daerah Malang terjadi pada rentang 16 hingga 61 dengan kejadian 100 persen, di daerah Soroako terjadi pada rentang 17 hingga 67 dengan kejadian 63 persen
4. Guna meningkatkan akurasi rentang kepekaan U-3 terhadap kejadian rata-rata curah hujan yang lebih besar dari 5 mm, disarankan untuk mengujinya menggunakan kasus dari stasiun peluncuran lainnya yang berada di Indonesia.
5. Karena perubahan yang kecil pada penggal garis AB dan BC dapat menyebabkan perubahan suhu cukup besar pada aerogram, maka disarankan untuk melakukan pengukuran dengan cermat. Transformasi besarnya defisit suhu titik embun (DPD) dalam derajat Celcius (X) menjadi jarak penggal garis DC, EB, atau FA dalam sentimeter, dapat didekati dengan persamaan : $X = 0.195 \Delta t$

Ucapan terima kasih :

Penulis menyampaikan terima kasih kepada **Thom Henderson** (President of Atmospheric Incorporated-USA) yang telah bersedia memberi komentar dan saran yang berharga terhadap indeks U-3 ini.

Daftar Pustaka

- Atmospheric Incorporated (AI), 1999. A Weather Resources Management Program Soroako Sulawesi Selatan, Indonesia. Final Report
- Doswell, C.A. III. 1998. On Convective Indices and Sounding Classification. NOAA/ERL. National Severe Storm Laboratory, Norman, Oklahoma. <http://www.nssl.noaa.gov/OZtrip/stsConf/Indices.html>
- Haryanto, U. 1999. Analisis Udara Atas Daerah Soroako, Mart - Juni 1999: Keterkaitan prediktor dengan curah hujan. Laporan Teknis Intern UPT Hujan Buatan.
- Henderson, T. 2000. Komunikasi Pribadi
- Thompson, H. W. 1999. Komunikasi Pribadi
- Tuduri, E. and C. Ramis. 1997. On The Environment of Severe Weather In The Mediterranean. Wea. Forecasting 11.

DATA PENULIS

UNTUNG HARYANTO, Masuk BPP Teknologi tahun 1981. S1 bidang **Fisika**, menyelesaikan S2 bidang **Klimatologi** di Institut Pertanian Bogor (IPB). Sekarang sebagai Ahli Peneliti bidang Teknologi Modifikasi Cuaca. Tahun 1996 mendapat penghargaan ilmiah dari Pemerintah: **Satya Lancana Wira Karya**.