

# ANALISIS PROFIL CAPE (CONVECTIVE AVAILABLE POTENTIAL ENERGY) SELAMA KEGIATAN INTENSIVE OBSERVATION PERIOD DI DRAMAGA BOGOR

## Cape (Convective Available Potential Energy) Profile Analysis During Intensive Observation Period in Dramaga Bogor

**Alfan Muttaqin<sup>1)\*</sup>, Fikri Nur Muhammad<sup>2)</sup>, Purnomo Arif Abdillah<sup>3)</sup>**

<sup>1,2,3)</sup> Balai Besar Teknologi Modifikasi Cuaca – Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi, Gedung Ir. Mohammad Soebagio, GEOSTECH (820), Kawasan PUSPIPTEK, Serpong, Tangerang Selatan  
\*E-mail : alfan.muttaqin@bppt.go.id

### Intisari

*Profil nilai CAPE (Convective Available Potential Energy) telah didapatkan dari analisis data Radiometer untuk wilayah Dramaga Kabupaten Bogor dan sekitarnya. Kegiatan pengamatan dilakukan dari tanggal 18 Januari – 16 Februari 2016. Radiometer mampu mengamati profil atmosfer sampai level ketinggian 10 km. Dengan kemampuan tersebut maka kandungan air (Liquid Water Content), kelembaban relatif (RH) dan suhu bisa teramati sampai level atas. Hasil pengolahan dan analisis menunjukkan bahwa nilai CAPE, sesaat akan terjadi hujan, cenderung terlihat turun dan bernilai mendekati 0 (nol). Ketika terjadi hujan dengan intensitas sedang maka nilai CAPE turun perlahan dan mendekati 0 (nol), ketika terjadi hujan dengan intensitas ringan maka nilai CAPE turun namun tidak mendekati 0 (nol) dan nilai CAPE ketika hari tidak hujan cenderung tidak ada yang mendekati 0 (nol). Besarnya nilai CAPE tidak berpengaruh terhadap intensitas curah hujan. Pada saat hari terjadi hujan maka akan disertai terjadinya penurunan nilai CAPE karena tidak ada konveksi.*

*Kata Kunci : Radiometer, CAPE, Intensitas Curah Hujan.*

### Abstract

*CAPE value profile has been obtained from the Radiometer data analysis for Dramaga region and its surrounding. Observation activities conducted from January 18th to February 16th, 2016. Radiometer can observe atmospheric profiles up to 10 km altitude level. With this capability, the water content (Liquid Water Content), Relative Humidity (RH) and temperature can be measured up to 10 km. The results of processing and data analysis shows that the value of CAPE, just before the rain occur, tends to decline and approaching 0 (zero). When it rains with moderate intensity the value of CAPE decrease slowly and close to 0 (zero), when it rains with light intensity CAPE values is decrease but not close to 0 (zero) and CAPE value when it is not rain, tends to not approaching 0 (zero). The CAPE value does not affect the rain intensity. When the rain occurred, the CAPE value has been decrease because there is no convection.*

*Keywords : Radiometer, CAPE, Rainfall Intensity.*

## 1. PENDAHULUAN

Kegiatan pemantauan kondisi cuaca di sekitar Jabodetabek untuk mengantisipasi kejadian banjir yang melanda wilayah DKI Jakarta dan sekitarnya telah dilaksanakan di bulan Januari–Februari 2016. Kegiatan tersebut dilaksanakan atas kerja sama antara BPPT dan BMKG. Kegiatan berpusat di Serpong dan Dramaga Bogor dengan beberapa daerah pengamatan lain di sekitar wilayah Bogor yang menjadi daerah hulu dari sungai–sungai yang mengalir ke Jakarta.

Informasi mengenai kondisi atmosfer di atas permukaan bumi dapat diamati dengan

menggunakan berbagai peralatan dan berbagai metode, salah satunya adalah dengan menggunakan alat yang disebut Radiometer.

Radiometer dilengkapi dengan sistem elektronik dan sensor yang dapat memberikan informasi mengenai profil vertikal atmosfer (Cimini et al., 2015). Metode untuk mengambil profil suhu, kelembapan dan awan dapat dilakukan menggunakan pengamatan dari radiometer (Hewison, 2007).

Banyak sekali parameter yang bisa didapatkan dari Radiometer, salah satunya adalah data dalam bentuk lv2.csv yang bisa dibuka dengan *software* Raob versi 6.0 keatas. Raob bisa menampilkan data lv2.csv menjadi

bentuk grafik *sounding*.

Nilai *Convective Available Potential Energy* (CAPE) merupakan salah satu parameter data yang bisa diambil dari hasil bentuk keluaran grafik oleh program RAOB. CAPE merupakan jumlah energi yang dimiliki oleh sebuah parsel udara jika diangkat secara vertikal pada jarak tertentu di atmosfer, CAPE mempunyai peran yang penting dalam proses konvektif, CAPE dapat mengindikasikan bahwa atmosfer dalam kondisi tidak stabil (Riemann-Campe, 2009; Coleman & Knupp, 2011). Proses konvektif mempunyai peranan penting dalam struktur termodinamika atmosfer terutama di daerah tropis dan sering dikaitkan dengan awan dan curah hujan (Ratnam et al., 2013)

Profil nilai CAPE yang akan dibahas dalam paper ilmiah ini bertujuan untuk mengetahui karakter dari energi yang ada di daerah Dramaga Bogor dan sekitarnya ketika hari hujan dan hari tidak hujan. Nilai profil CAPE saat hari tidak hujan tentu berbeda dengan nilai profil CAPE saat hari hujan. Nilai tersebut akan dibahas lebih lengkap dalam paper ini sehingga pola nilai CAPE-nya bisa didapatkan.

Tujuan dari penulisan paper ini adalah sebagai berikut ;

1. Mengetahui nilai profil CAPE saat hari hujan.
2. Mengetahui nilai profil CAPE saat hari tidak hujan.
3. Mengetahui perbedaan profil CAPE antara hari hujan dan hari tidak hujan.

## 2. METODE

Data yang diambil adalah dari kegiatan pemantauan cuaca di Bogor yang dilakukan oleh BPPT, bekerjasama dengan BMKG, pada bulan Januari–Februari 2016 yang dilakukan di dua tempat yaitu Serpong dan Dramaga Bogor. Kegiatan ini bertujuan untuk memantau potensi banjir yang akan melanda Ibukota Jakarta.

Data yang diperoleh dari pengukuran dengan Radiometer salah satunya adalah *lv2.csv*. Data tersebut bisa diolah dengan program RAOB versi 6 keatas yang sudah bisa membaca data *.csv* untuk menampilkan seperti pada profil *sounding*. Sementara data curah hujan didapatkan dari pengukuran yang dilakukan oleh BPPT dan BMKG di daerah Dramaga Bogor.

### 2.1. Radiometer

Radiometer adalah alat pengukur level energi dalam kisaran panjang gelombang tertentu, yang disebut *channel*. Radiometer merupakan instrumen yang dirancang khusus untuk merekam beberapa band (frekuensi) dengan batas tertentu sesuai dengan target utama yang ingin diketahui karakteristik spektralnya, instrumen ini sangat sensitif terhadap variasi radiasi elektromagnetik dan alat

ini dapat mengukur tingkatan-tingkatan energi di dalam jangkauan panjang gelombang tertentu baik *channel* maupun *band*. Data spektral yang dihasilkan dari suatu target akan berada dalam kisaran level energi tertentu. Radiometer mengukur level radiasi yang dipantulkan atau dipancarkan dari benda-benda yang ada di permukaan bumi atau pada atmosfer. Karena setiap jenis permukaan bumi dan tipe partikel pada atmosfer mempunyai karakteristik spektral yang khusus maka data ini bisa dipakai untuk informasi mengenai sifat target. Pada permukaan yang rata, hampir semua energi dipantulkan dari permukaan pada satu arah. Sedangkan pada permukaan kasar, energi dipantulkan hampir merata ke semua arah. Pengukuran dengan radiometer dapat dilakukan secara kontinu tiap menit (Mattioli et al., 2008; Chan, 2009; Sanchez et al., 2013).

### 2.2. Program RAOB

Diagram yang ditampilkan ada tiga jenis yaitu *skew-T/Log-P*, *emagram* dan *tephigram*. Salah satu jenis RAOB yakni RAOB versi 6.0 yang terkait dengan analisis kondisi atmosfer seperti tinggi tropopause (*tropopause level*), LCL, CAPE, KI dan seterusnya. Berikut beberapa penjelasan mengenai hal yang dapat dianalisis dengan penggunaan RAOB.

#### 1. Tropopause Level atau Ketinggian Tropopause

Tropopause merupakan lapisan pembatas antara troposfer atas dengan stratosfer bawah. Lapisan ini memiliki ketinggian yang bervariasi. Lapisan tropopause dicirikan dengan tidak adanya penurunan maupun kenaikan suhu udara.

#### 2. LCL (*Lifting Condensation Level*)

LCL merupakan level dimana parsel udara menjadi jenuh setelah mengalami pengangkatan secara adiabatik kering. Level ini juga digunakan untuk mengidentifikasi tinggi dasar awan. Nilai LCL sama dengan CCL (*Convective Condensation Level*).

#### 3. CAPE (*Convective Available Potential Energy*)

Ada berbagai metode yang digunakan untuk menentukan ketidakstabilan atmosfer, salah satunya adalah nilai CAPE. Kandungan uap air di atmosfer dapat diperkirakan dari nilai *precipitable water*, sedangkan kondisi instabilitas atmosfer diamati dari nilai CAPE dengan asumsi suatu paket udara di permukaan dipanaskan hingga mencapai suhu konvektif ( $T_c$ ) sehingga paket udara tersebut dapat terangkat hingga paras kondensasi konvektif (CCL) dan paket udara mengalami kondensasi (Mayangwulan et al., 2011). CAPE adalah jumlah energi yang dibutuhkan oleh parsel udara untuk naik ke atmosfer. CAPE secara efektif merupakan daya

apung positif dari parcel udara dan merupakan indikator ketidakstabilan atmosfer, yang membuatnya sangat berharga dalam memprediksi cuaca. Ketika massa udara tidak stabil, unsur massa udara yang dipindahkan ke atas (atmosfer) dipercepat oleh perbedaan tekanan udara. Hal ini biasanya menciptakan awan vertikal yang berasal dari konveksi, karena gerakan naik, yang akhirnya dapat menyebabkan hujan badai.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

**Tabel 1.** Data Curah Hujan Selama Periode Pengamatan.

Tanggal	CH AWS BPPT	CH BMKG	Kriteria hujan
18-Jan-16	-	TTU	-
19-Jan-16	-	34.2	sedang
20-Jan-16	-	6.9	ringan
21-Jan-16	-	TTU	ringan
22-Jan-16	-	2.6	ringan
23-Jan-16	-	2.4	ringan
24-Jan-16	-	16.1	ringan
25-Jan-16	-	2.8	ringan
26-Jan-16	-	0	-
27-Jan-16	-	TTU	-
28-Jan-16	21	48	sedang
29-Jan-16	8	18	ringan
30-Jan-16	0.8	2.6	ringan
31-Jan-16	13.7	30.7	sedang
1-Feb-16	0.7	2.9	ringan
2-Feb-16	13.6	33.5	sedang
3-Feb-16	10.1	14.6	ringan
4-Feb-16	1.8	3.8	ringan
5-Feb-16	6.8	14.7	ringan
6-Feb-16	1	1.9	ringan
7-Feb-16	0.5	1.1	ringan
8-Feb-16	20.5	47.7	sedang
9-Feb-16	3.5	8.1	ringan
10-Feb-16	6	14.5	ringan
11-Feb-16	0.1	2.4	ringan
12-Feb-16	5.2	12.4	ringan
13-Feb-16	0.3	0.7	ringan
14-Feb-16	17	39	sedang
15-Feb-16	7.9	19.1	ringan
16-Feb-16	6.7	26	sedang

Data radiometer berupa lv2.csv dan juga data curah hujan penakar manual dan AWS di Dramaga Kabupaten Bogor dikumpulkan kemudian dianalisis. Analisis pertama adalah

dengan memisahkan data curah hujan berdasarkan intensitasnya. Data tersebut kemudian dianalisis lebih lanjut dengan nilai CAPE-nya. Kriteria curah hujan menurut BMKG terbagi menjadi 4 kategori. Hujan ringan 5-20 mm/hari, hujan sedang 20-50 mm/hari, hujan lebat 50-100mm/hari dan hujan sangat lebat >100mm/hari. Selama periode pengukuran, curah hujan yang terukur hanya masuk kedalam dua kriteria yaitu hujan ringan (0-20 mm) dan hujan sedang (20-50 mm). Periode pengukuran dimulai pada tanggal 18 Januari hingga 16 Februari 2016. Pemilihan data hari hujan dengan intensitas ringan dan hujan dengan sedang ditampilkan pada Tabel 1.

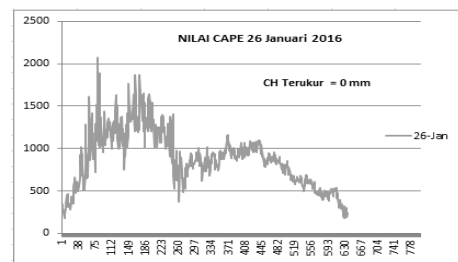
Data yang sudah dijadikan sampel kemudian dilakukan analisis dengan cara menampilkan grafiknya beserta nilai CAPE-nya masing-masing. Data curah hujan yang akan dijadikan sampel adalah data curah hujan dari BMKG.

Pada periode pengukuran hari tidak terjadi hujan (0 mm) dan juga terdapat hari hujan dengan intensitas tidak terukur (TTU), maka hari tersebut dianggap hari tidak hujan. Dalam penelitian selama kegiatan IOP (Intensive Observation Period) ini diambil 8 data CAPE dengan tanggal-tanggal sebagai berikut:

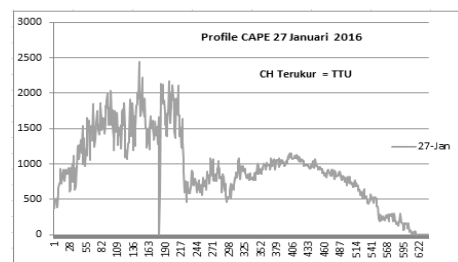
1. Hari tidak hujan : 26, 27 Januari 2016.
2. Hujan dengan intensitas ringan : 22, 23 dan 25 Januari 2016.
3. Hujan dengan intensitas sedang : 19, 28 dan 31 Januari 2016.

Data Radiometer diolah menggunakan script, kemudian akan didapatkan nilai CAPE Total untuk tiap harinya. Profil nilai CAPE Total yang telah didapat akan ditampilkan dalam gambar-gambar dibawah ini.

#### 3.1. Hari Tidak Hujan



(a)

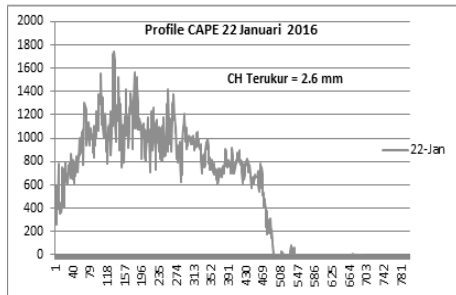


(b)

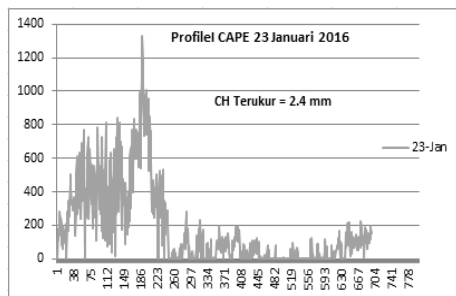
**Gambar 1.** Profil CAPE (a) 26 Januari dan (b) 27 Januari 2016.

Berdasarkan Gambar 1, untuk tanggal 26 Januari tidak ada kejadian hujan, nilai CAPE awalnya 220 J/kg dan nilai tertinggi pada hari tersebut 2068 J/kg. Sedangkan pada tanggal 27 Januari hujan yang terjadi hanya TTU (tidak terukur), nilai CAPE awalnya 509 J/kg dan nilai tertinggi nya mencapai 2450 J/kg.

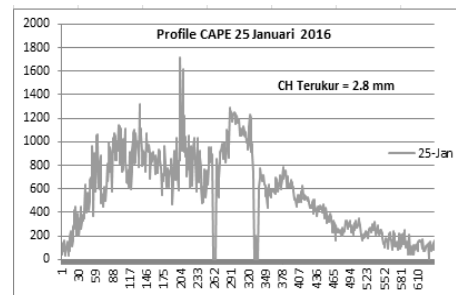
### 3.2. Hari dengan Intensitas Curah Hujan Ringan



(a)



(b)



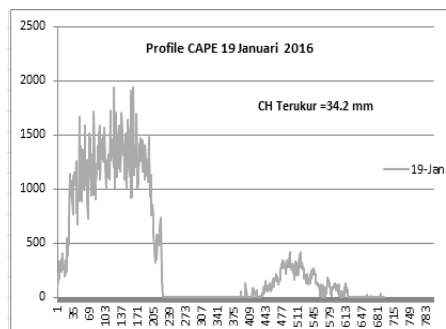
(c)

**Gambar 2.** Profil CAPE (a) 22 Januari, (b) 23 Januari dan (c) 25 Januari 2016.

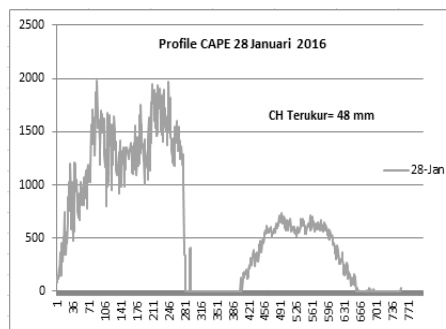
Berdasarkan Gambar 2, untuk hujan dengan intensitas ringan nilai-nilai parameter cuaca sebagai berikut :

1. Tanggal 22 Januari 2016, curah hujan yang terukur 2.6 mm dengan CAPE awalnya 382 J/kg dan nilai tertinggi nya yaitu 1740 J/kg.
2. Tanggal 23 Januari 2016, curah hujan yang terukur 2.4 mm dengan CAPE awalnya 0 J/kg dan nilai tertinggi nya yaitu 1327 J/kg.
3. Tanggal 25 Januari 2016, curah hujan yang terukur 2.8 mm dengan CAPE awalnya 43 J/kg dan nilai tertinggi nya yaitu 1720 J/kg.

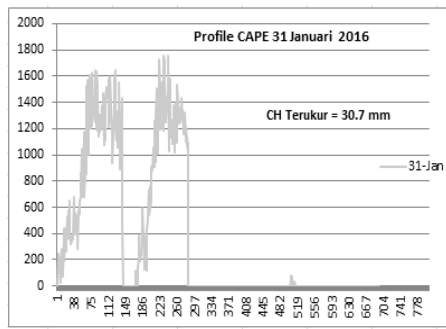
### 3.3. Hari dengan Intensitas Curah Hujan Sedang



(a)



(b)



(c)

**Gambar 3.** Profil CAPE dengan hujan intensitas ringan pada (a) 19 Januari, (b) 28 Januari dan (c) 31 Januari 2016.

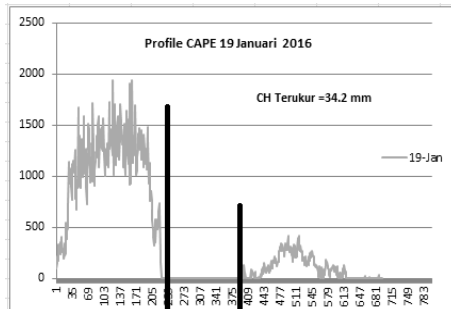
Berdasarkan Gambar 3, untuk hujan dengan intensitas ringan nilai-nilai parameter cuaca sebagai berikut:

1. Tanggal 19 Januari 2016, curah hujan yang terukur 34.2 mm dengan CAPE awalnya 97 J/kg dan nilai tertinggi nya yaitu 1942 J/kg.
2. Tanggal 28 Januari 2016, curah hujan yang terukur 48 mm dengan CAPE awalnya 89 J/kg dan nilai tertinggi nya yaitu 1980 J/kg.
3. Tanggal 31 Januari 2016, curah hujan yang terukur 30.7 mm dengan CAPE awalnya 0 J/kg dan nilai tertinggi nya yaitu 1758 J/kg.

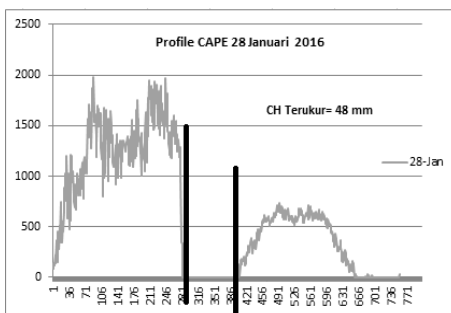
Secara umum terdapat perbedaan antara profil CAPE antara hari tidak hujan, hari dengan intensitas curah hujan ringan dan hari dengan curah hujan sedang.

### 3.4. Analisis Profil CAPE Hari Hujan Intensitas Sedang

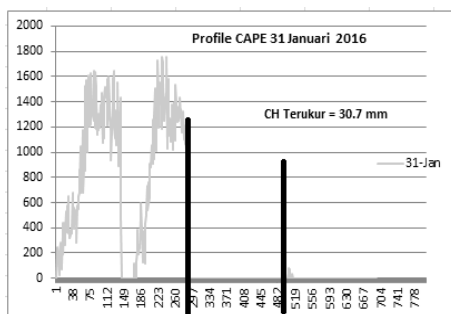
Garis hitam yang menyeket di masing-masing gambar dibawah merupakan batasan ketika terjadi hujan.



(a)



(b)



(c)

**Gambar 4.** Profil CAPE hari hujan intensitas sedang.

Dari analisis profile CAPE jika terjadi hujan dengan intensitas sedang, slope (kemiringan) nilai CAPE langsung turun secara drastic mencapai 0 J/kg. Hal ini mengindikasikan bahwa selama hujan tidak ada energi potensial yang terangkat.

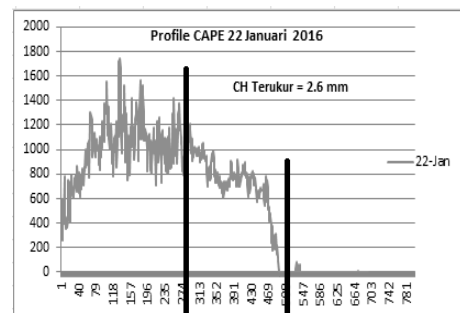
Garis hitam menunjukkan data saat ada kejadian hujan. Data hujan tersebut didapat dari radiometer yang sudah diolah. Data dari *rainsensor* radiometer menunjukkan nilai 0 yang berarti tidak hujan dan menunjukkan nilai 1 yang berarti hujan.

Curah hujan pada tanggal 19 Januari 2016 adalah 34.2 mm. Contoh curah hujan dan waktu kejadian hujan untuk tanggal 19 Januari 2016 seperti disajikan di Tabel 2.

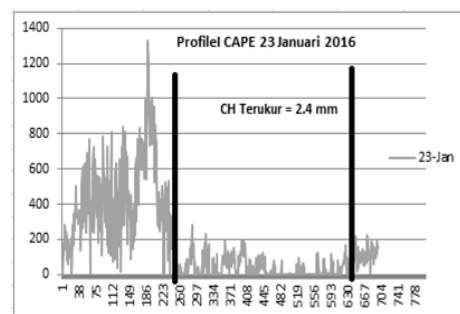
**Tabel 2.** Analisis Kejadian Hujan Radiometer (Tanggal 19 Januari 2016).

Date/Time	T amb (K)	Rh(%)	Pres(m b)	Rain	Data Quality
1/19/2016 0:04	297.52	92.19	990.36	0	1
1/19/2016 0:06	297.72	91.89	990.35	0	1
1/19/2016 0:08	297.82	92.26	990.48	0	1
1/19/2016 9:12	296.92	99.72	988.65	1	1
1/19/2016 9:13	297.01	99.72	988.69	1	1
1/19/2016 9:14	296.99	99.72	988.75	1	1
1/19/2016 9:15	296.87	99.72	988.88	1	1
1/19/2016 9:16	296.88	99.72	988.99	1	1
1/19/2016 9:18	296.8	99.72	989.09	1	1

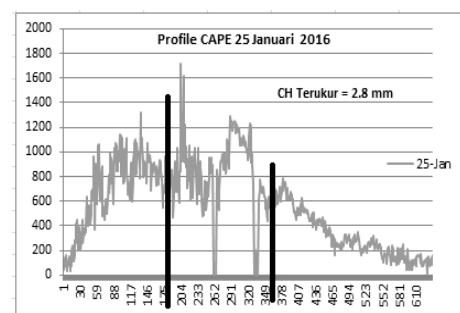
### 3.5. Analisis Profil CAPE Hari Hujan Intensitas Ringan



(a)



(b)



(c)

**Gambar 5.** Profil CAPE hari hujan intensitas ringan.

Contoh untuk waktu kejadian hujan lain yaitu pada tanggal 23 Januari 2016, terjadi hujan ringan dengan intensitas 2.4 mm. Hujan yang terjadi tidak berkelanjutan, tetapi ada beberapa kali kejadian hujan di tanggal tersebut seperti disajikan di Tabel 3.

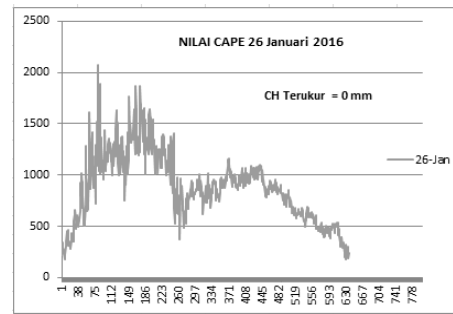
**Tabel 3.** Analisis Kejadian Hujan Radiometer (Tanggal 23 Januari 2016).

Date/Time	T amb (K)	Rh(%)	Pres(m b)	Rai n	Data Qualit y
1/23/2016 6:02	300.73	79.88	991.82	0	1
1/23/2016 6:04	300.58	77.3	991.73	1	1
1/23/2016 6:29	300.65	82.85	991.37	1	1
1/23/2016 6:30	300.39	81.08	991.4	0	1
1/23/2016 7:32	300.31	79.36	990.61	1	1
1/23/2016 7:40	299.9	85.13	990.59	1	1
1/23/2016 7:41	299.94	84.58	990.55	0	1
1/23/2016 7:43	299.86	83.26	990.54	0	1
1/23/2016 7:45	299.67	84.68	990.55	1	1
1/23/2016 8:20	297.52	96.87	990.83	1	1
1/23/2016 8:22	297.5	97.26	990.86	0	1
1/23/2016 8:24	297.24	97.17	990.8	1	1
1/23/2016 8:25	297.23	97.4	990.8	1	1
1/23/2016 8:26	297.36	97.75	990.81	1	1
1/23/2016 8:27	297.4	97.76	990.8	0	1
1/23/2016 8:43	297.21	97.63	990.96	0	1
1/23/2016 8:45	297.18	97.73	991.07	1	1
1/23/2016 9:20	297.69	93.23	990.89	1	1
1/23/2016 9:22	297.79	91.81	990.88	0	1
1/23/2016 15:57	297.62	95.2	994.13	0	1
1/23/2016 15:59	297.66	95.2	994.08	1	1
1/23/2016 17:38	297.14	98.72	992.5	1	1
1/23/2016 17:40	297.1	98.7	992.58	0	1

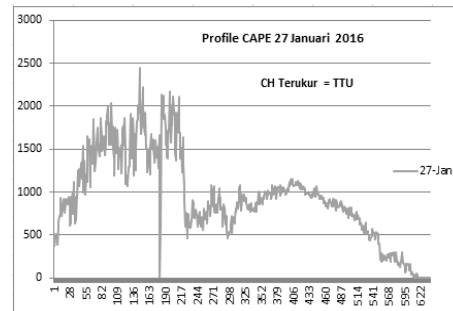
Dari analisis profile CAPE jika terjadi hujan dengan intensitas ringan, slope (kemiringan) nilai CAPE tidak langsung turun secara drastis, tetapi walaupun begitu masih terukur nilai CAPE-nya. Hal ini mengindikasikan bahwa selama hujan masih terdapat energi potensial yang terangkat.

### 3.6. Analisis Profil CAPE Hari Tidak Hujan

Dari analisis profile CAPE untuk hari tidak hujan, nilai CAPE tidak mencapai 0 J/kg.



(a)



(b)

**Gambar 6.** Profil CAPE hari tidak hujan.

## 4. KESIMPULAN

Analisis profil CAPE untuk hari tidak hujan, hari dengan intensitas curah hujan ringan dan hari dengan intensitas curah hujan sedang dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Selama periode pengukuran menggunakan radiometer, besarnya nilai CAPE tidak mempengaruhi terjadinya hujan dengan intensitas ringan maupun sedang.
2. Profil CAPE mulai dari pagi hingga siang hari selama periode pengukuran relatif sama.
3. Jika terdapat kejadian hujan, nilai CAPE cenderung akan turun mendekati 0 J/kg.
4. Nilai CAPE ketika hari tidak hujan cenderung tidak ada yang mendekati 0 (nol)

## 5. DAFTAR PUSTAKA

- Chan, P.W. (2009). Performance and Application of a Multi-Wavelength, Ground-Based Microwave Radiometer in Intense Convective Weather. *Meteorologische Zeitschrift*, 18(3), 253-265. doi: 10.1127/0941-2948/2009/0375
- Cimini, D., Nelson, M., Guldner, J., Ware, R.. (2015). Forecast Indices from a Ground-Based Microwave Radiometer for Operational Meteorology. *Atmospheric Measurement Techniques*, 8(1), 315-333.
- Coleman, T.A., Knupp, K.R. (2011). Radiometer and Profiler Analysis of the Effects of a Bore and a Solitary Wave on the Stability of the Nocturnal Boundary Layer. *Monthly Weather Review*, 139(1), 211-223. doi: 10.1175/2010mwr3376.1

- Hewison, T.J. (2007). 1D-VAR Retrieval of Temperature and Humidity Profiles from a Ground-Based Microwave Radiometer. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 45(7), 2163-2168. doi: 10.1109/TGRS.2007.898091
- Mattioli, V., Westwater, E.R., Cimini, D., Gasiewski, A.J., Klein, M., Leuski, V.Y. (2008). Microwave and Millimeter-Wave Radiometric and Radiosonde Observations in an Arctic Environment. *Journal of Atmospheric and Oceanic Technology*, 25(10), 1768-1777. doi: 10.1175/2008jtecha1078.1
- Mayangwulan, D., Wiratmo, J., Siregar, P.M. (2011). Potensi Kejadian Badai Guntur Berdasarkan Parameter Kelembapan, Labilitas Udara dan Mekanisme Pengangkatan (Studi Kasus: Di Bandar Udara Frans Kaisiepo Biak). *Jurnal Sains Dirgantara*, 8(2), 139-156.
- Putra, A.W., Lursinsap, C. (2014). Cumulonimbus Prediction Using Artificial Neural Network Back Propagation with Radiosonde Indexes. *Seminar Nasional Penginderaan Jauh 2014*. LAPAN.
- Ratnam, M.V., Santhi, Y.D., Rajeevan, M., Rao, S.V.B. (2013). Diurnal Variability of Stability Indices Observed Using Radiosonde Observations over a Tropical Station: Comparison with Microwave Radiometer Measurements. *Atmospheric Research*, 124, 21-33. doi: 10.1016/J.Atmosres.2012.12.007
- Riemann-Campe, K., Fraedrich, K., Lunkeit, F. (2009). Global Climatology of Convective Available Potential Energy (CAPE) and Convective Inhibition (CIN) in ERA-40 Reanalysis. *Atmospheric Research*, 93, 534-545. doi: 10.1016/j.atmosres.2008.09.037
- Sanchez, J.L., Posada, R., Garcia-Ortega, E., Lopez, L., Marcos, J.L. (2013). A Method to Improve the Accuracy of Continuous Measuring of Vertical Profiles of Temperature and Water Vapor Density by Means of a Ground-Based Microwave Radiometer. *Atmospheric Research*, 122, 43-54. doi: 10.1016/J.Atmosres.2012.10.024
- Smith, B.T., Thompson, R.L., Grams, J.S., Broyles, C., Brooks, H.E. (2012). Convective Modes for Significant Severe Thunderstorms in the Contiguous United States. Part I: Storm Classification and Climatology. *Weather and Forecasting*, 27(5), 1114-1135. doi: 10.1175/WAF-D-11-00115.1