

Hubungan antara Stabilitas Udara dengan Curah Hujan di atas Gunung Tangkuban Perahu Berdasarkan Indeks Showalter yang Dimodifikasi

Oleh: Samsul Bahri, Edi Santoso, Djoko Goenawan.

INTISARI.

Percobaan Hujan Buatan dengan cara menyemprotkan larutan urea dari Menara Dispenser (30 meter) ke dasar awan-orografik (penyemaian dari darat), telah dilaksanakan di Gunung Tangkuban Perahu sejak tahun 1985, dalam rangka Program Penelitian 5 tahun-an UPT-HB BPP Teknologi.

Pada tahun 1985, penyemprotan dilaksanakan dari tanggal 12 Juni s/d 13 Juli 1985 (21 hari seeding), dan pada tahun 1986 penyemprotan dilakukan dari tanggal 1 Juni s/d 25 Juli 1986 (29 hari seeding).

Tulisan ini dimaksudkan untuk melihat sejauh mana hubungan antara stabilitas udara di atas Gunung Tangkuban perahu dengan curahhujan yang turun pada saat dilakukan penye-

maian (seeding) berdasarkan pada metoda analisa kestabilan Indeks Showalter yang dimodifikasi.

Dari hasil penelitian yang dilakukan pada berbagai lapisan atmosfer standar, dapat ditunjukkan bahwa ketidakstabilan udara pada level (800 – 600) mb memperlihatkan keterkaitan 71% dengan curah hujan yang turun di atas Gunung Tangkuban Perahu selama kegiatan penyemaian (50 hari seeding) berlangsung. Curah hujan rata-rata yang ditunjukkan pada hubungan 71% tersebut adalah 10 mm.

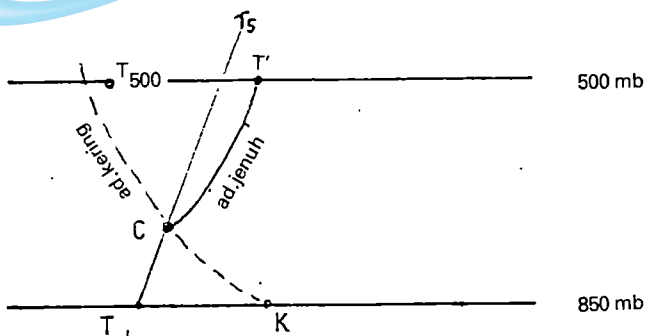
PENDAHULUAN.

Indeks Kestabilan adalah suatu parameter yang dapat digunakan untuk mengukur kestabilan atau ketidakstabilan potensial (konvektif) dari atmosfer sebagai akibat dari beberapa faktor yang antara lain: pemanasan permukaan, konvergensi horizontal dan pengangkatan udara.

TEORI INDEKS KESTABILAN SHOWALTER.

Indeks Kestabilan Showalter (1953), dapat diperoleh dengan cara berikut: (lihat gambar 1). Sebuah parcel udara dari level 850 mb diangkat secara adiabatik kering sampai menjadi jenuh. Dan kemudian secara adiabatik jenuh diangkat ke ketinggian 500 mb. Suhu dari parcel yang diangkat ke ketinggian 500 mb kemudian dikurangkan secara aljabar dari suhu keadaan pada ketinggian 500 mb yang diukur oleh radiosonde. Selisih yang didapatkan adalah Indeks Kestabilan Showalter (Is):

$$I_s = T_{500} - T'$$



Keterangan :

K : titik suhu parcel udara pada 850 mb.

C : titik kondensasi.

T_d : titik embun (dew point).

r_s : mixing ratio.

Gambar 1.

Cara mencari Indeks Showalter (I_s) dengan diagram termodinamika meteorologi (aerological diagram).

Untuk stasiun yang berada di daerah pegunungan tidak menggunakan level 850 mb, tetapi ketinggian yang lebih tinggi. Indeks kestabilan yang negatif menyatakan ketidakstabilan, sedangkan yang berharga positif menyatakan kestabilan atmosfer.

Showalter telah membuat klasifikasi Indeks Stabilitas pada 5 klas hubungan, yaitu :

1. $Is > + 3$: atmosfer stabil.
2. $+ 3 \leq Is < + 2$: hujan lebat yang dapat menghasilkan thunderstorm (badai guntur).
3. $+ 1 \leq Is < - 2$: thunderstorm.
4. $- 3 \leq Is < - 6$: thunderstorm yang dapat menimbulkan tornado.
5. $Is > - 6$: tornado.

Klasifikasi yang dikemukakan Showalter ini, digunakan untuk melihat keterkaitan antar ketidakstabilan udara di atas Gunung Tangkuban Perahu, Jawa Barat dengan curah hujan yang jatuh pada penakar-penakar yang tersebar secara merata di kaki Gunung Tangkuban Perahu radius 20 km, selama kegiatan penyemaian awan berlangsung.

Klasifikasi Showalter tersebut selanjutnya disederhanakan menjadi 3 klas hubungan, yaitu: Untuk $Is > + 3$ udara dikatakan stabil (tak ada hujan), untuk $+ 3 \leq Is < - 6$ thunderstorm dan untuk $Is > - 6$ tornado. Perhitungan terhadap data yang dikemukakan pada bagian Pembahasan menggunakan 3 klas hubungan yang telah disederhanakan di atas.

DATA DAN METODA ANALISA.

Data udara atas yang digunakan dalam penelitian ini adalah data yang diperoleh dari radiosonde yang diluncurkan pada setiap hari seeding di Tangkuban Perahu pada tanggal 12 Juni s/d 13 Juli 1985 dan tanggal 1 Juni s/d 25 Juli 1986. Data udara atas yang dihasilkan dapat mencapai ketinggian lebih dari 100 mb atau sekitar 16.000 meter lebih.

Analisa stabilitas dilakukan dengan metoda Showalter yang dimodifikasi, yaitu dengan cara merubah-robah level awal dari parcel udara yang diangkat ke ketinggian yang berbeda-beda.

Dimulai dari level 820 mb ke ketinggian-ketinggian 500, 600 dan 700 mb. Kemudian dari level 800 mb, parcel udara diangkat ke ketinggian-ketinggian 500, 600 dan 650 mb. Terakhir, parcel udara diangkat dari level 700 mb ke level 500, 600 dan 650 mb.

Nilai-nilai Is yang diperoleh dari berbagai-bagai ketinggian tersebut di atas dipetakan terhadap curah hujan observasi selama seeding berlangsung (lihat Tabel-tabel 1, 2 dan 3).

PEMBAHASAN.

Dari Tabel 1 terlihat, pada lapisan (820 — 500) mb tanggal 12 Juni 1985 nilai $I_s = 0,1$. Berdasarkan klasifikasi Showalter, nilai tersebut menunjukkan adanya thunderstorm. Hasil observasi pada penakar hujan, menunjukkan angka curah hujan 15,9 mm. Ini berarti 1 (satu) keterkaitan (memenuhi). Pada tanggal 13 Juni 1985 nilai $I_s = 4,5$. Berdasarkan klasifikasi hubungan Showalter, nilai tersebut menunjukkan udara stabil (tak ada hujan). Hasil observasi pada penakar, diperoleh curah hujan 28,9 mm. Ini berarti tidak ada keterkaitan (tidak memenuhi). Demikian seterusnya. Pemetaan satu-satu antara nilai I_s dengan Ch dilakukan selama hari seeding. Dari hasil pemetaan tersebut diperoleh nilai-nilai I_s yang memenuhi dan yang tidak memenuhi pada berbagai lapisan.

Pada lapisan (820 — 500) mb, nilai-nilai I_s yang memenuhi klasifikasi Showalter ada sebanyak 32 dari 48 nilai I_s yang ada, atau dalam persentase adalah sebesar $32/48 \times 100\% = 66\%$. Persentase keterkaitan ini meliputi 3 (tiga) keadaan yaitu keadaan udara stabil, thunderstorm dan tornado. Curah hujan rata-rata yang dihasilkan adalah 12 mm. Sedangkan pada lapisan (820 — 600) mb, nilai I_s yang memenuhi adalah 34 dari 49 nilai I_s yang ada (69,4%) dengan curah hujan rata-rata 12 mm, sementara pada lapisan yang lebih tipis yaitu antara level (820 — 700) mb-sebanyak 33 dari 48 nilai I_s yang ada (68%) dengan curah hujan rata-rata 13 mm.

Dari hasil pemetaan satu-satu antara nilai I_s dengan CH pada Tabel 2, diperoleh nilai I_s yang memenuhi pada lapisan (800 — 500) mb sebanyak 34 dari 49 nilai I_s yang ada (69,4%) dengan curah hujan rata-rata 12 mm. Sedang pada lapisan (800 — 600) mb 34 dari 48 nilai I_s yang ada (71%) dengan curah hujan rata-rata 10 mm. Sementara lapisan (800 — 650) mb menunjukkan persentase keterkaitan yang sama dengan lapisan (820 — 700) mb, yaitu 68% dengan curah hujan rata-rata 11 mm.

Pada Tabel 3 terlihat persentase keterkaitan antara I_s dengan CH di ketiga lapisan semakin kecil dibanding dengan lapisan-lapisan sebelumnya. Nilai I_s yang memenuhi pada lapisan (700 — 500) mb 26 dari 49 nilai I_s yang ada (53%) dengan curah hujan rata-rata 14 mm. Sedangkan pada lapisan (700 — 600) mb nilai I_s yang memenuhi 20 dari 40 nilai I_s yang ada (50%) dengan curah hujan rata-rata 14 mm. Sementara pada lapisan (700 — 650) mb hanya 14 yang memenuhi dari 25 nilai I_s yang ada (56%) dengan curah hujan rata-rata 15 mm.

Hasil selengkapnya dari persentase keterkaitan hasil pemetaan antara I_s dengan CH pada berbagai-bagai lapisan serta curah hujan rata-ratanya dapat dilihat pada Tabel 4 berikut.

Tabel 4.

Persentase keterkaitan hasil pemetaan satu-satu antara Is dengan CH serta curah hujan rata-rata pada berbagai lapisan standard selama 50 hari seeding di atas Gunung Tangkuban Perahu.

Lapisan	Persentase Keterkaitan Is dengan CH	Curah hujan rata-rata
(820 – 500) mb	66 %	12 mm
(820 – 600) mb	69,4 %	12 mm
(820 – 700) mb	68 %	13 mm
(800 – 500) mb	69,4 %	12 mm
(800 – 600) mb	71 %	10 mm
(800 – 650) mb	68 %	11 mm
(700 – 500) mb	53 %	14 mm
(700 – 600) mb	50 %	14 mm
(700 – 650) mb	56%	15 mm

Dari Tabel 4 di atas, terlihat bahwa lapisan (800 – 600) mb menunjukkan persentase keterkaitan yang paling tinggi dari seluruh lapisan yang diteliti dengan curah hujan rata-rata (harian) sebesar 10 mm.

KESIMPULAN.

Dengan menerapkan Indeks Kestabilan Showalter yang dimodifikasi, dapat disimpulkan bahwa ketidakstabilan lapisan udara pada label (800 – 600) mb di atas Gunung Tangkuban Perahu selama penyemaian awan orografik berlangsung (50 hari seeding) menunjukkan keterkaitan 71% dengan keadaan atmosfer stabil, thunderstorm dan tornado dengan curah hujan rata-rata harian 10 mm.

DAFTAR PUSTAKA.

1. Showalter, A.K., 1953: "A Stability Index for Thunderstorm Forcasting", American Meteorological Society, vol. 34, p. 250.
2. Galway, J.G., 1956: "The Lifted Index as a Predictor of Latent Instability", American Meteorological Society, vol. 37, p. 528.
3. Haryanto U., et.al. (BPPT), 1986: "Hasil Penelitian Modifikasi Cuaca untuk Menambah Curah Hujan Melalui Penyemaian Awan Orografik Tahun 1985", UPT – HB BPP Teknologi.
4. Susilo Prawirowardoyo dan Bayong Tjasyono HK., 1980: "Aplikasi Data Radiosonde untuk Analisa Ketidakstabilan Lapisan Udara di Atas Jakarta", Laporan Penelitian Badan Riset ITB.

Tabel 1:

Hubungan antara nilai-nilai Is dengan CH pada berbagai lapisan standard selama 50 hari seeding di Gunung Tangkuban Perahu.

Tgl./Bln	Is			CH(mm)
	(820-500) mb	(820-600) mb	(820-700) mb	
12/6/85	0,1	- 0,2	- 1,8	15,9
13	4,5	2,6	5,5	28,9
14.	0,8	1,5	1,8	1
15	- 5,1	- 1,5	- 1,5	0
16	- 2,8	- 2	- 3,5	0,8
17	- 2,1	- 8,5	- 1,5	0,6
28	- 4,9	3,5	4	0
29	4,4	- 0,2	2	4,9
30	- 1,7	- 0,1	0,7	0,3
1/7/85	- 1,7	- 1,3	- 3	0,6
2	1,9	6,2	6,3	2,4
3	*	*	*	6,1
4	2,1	1,6	- 0,4	3,7
5	- 1,9	- 2,6	- 2,8	6,4
6	0	- 0,1	- 2	6,2
7.	0,4	- 6,8	- 0,2	1,1
8	2,5	2,5	- 1,5	0,3
9	- 2,5	- 2	- 2,3	2
10	- 4	- 2,7	11,5	11,5
11	- 3	- 1,5	- 1,7	5,2
12	- 4	- 4,2	- 1,5	41,3
1/6/86	- 5,2	- 6,1	- 4	42,5
2	- 0,5	- 0,2	0,4	14
3	0	1,7	1	9,3
4	1,5	0,5	- 4	3,7
5	- 1,7	- 3,8	- 1,9	0
11	- 2,4	- 0,8	0,4	7,6
12	- 1	- 3,2	- 2,7	2,8
13	- 2,3	- 1	- 1,3	11,7
14	- 0,7	- 0,1	2,2	10,3
15	- 3,6	- 3	- 3,8	16,9
21	- 0,1	- 1,2	- 0,6	3
22	- 1	- 1,5	- 1,2	0
23	- 2	- 1,3	2,5	6,2
24	- 4,8	- 5,6	- 1,4	5,7
25	- 5,6	- 3	- 0,4	9,2

1/7/86	*	*	*	*
2	- 0,4	- 0,3	3,3	0
3	- 3	- 4	- 2,4	0
4	- 0,1	- 0,9	2,5	0
5	3,6	3,7	5,8	0
11	- 2,8	- 1	- 0,3	0
12	2,6	1,2	2,5	22,2
13	- 0,1	0,5	- 1,4	8,7
14	0,3	1,2	0,2	12,2
15	0,8	0,5	- 0,3	29,7
21	1	3,2	0,5	13,5
22	- 2	- 0,3	- 0,6	6,6
23	- 0,6	1,7	0,7	7,5
24	- 5,7	- 2,6	- 4	18,2
25	4	2,2	2,5	32,3

Keterangan :

Tarida *) level kondensasi berada di atas level lapisan standard, kecuali pada tanggal 1 Juli 1986 (tak ada sounding).

Tabel 2 :

Hubungan antara nilai-nilai Is dengan CH pada berbagai lapisan standar selama 50 hari seeding di Gunung Tangkuban Perahu.

Is

tgl/bln	Is			CH (mm)
	(800-500) mb	(800-600) mb	(800-650) mb	
12/6/85	0,4	- 0,2	- 1,8	15,9
13	5,5	3,6	3,5	28,9
14	3,7	3	2,3	1
15	2,9	5	4,8	0
16	6,5	5,8	4,6	0,8
17	4,4	3	3,7	0,6
28	2,4	1,5	4	0
29	2,9	2,8	4,4	4,9
30	2,8	1,9	2,2	0,3
1/7/85	1,9	1,4	0,7	0,6

2	0,9	6,2	6,2	2,4
3	*	*	*	6,1
4	6,1	5,3	3	3,7
5	- 0,4	- 0,9	- 0,7	6,4
6	0,5	2,6	0,5	6,2
7	3,4	- 3,3	3,5	1,1
8	3	3,2	1,6	0,3
9	- 1,5	- 1	- 1	2
10	2,3	- 1,7	- 1,2	11,5
11	- 0,2	0,5	0,2	5,2
12	- 2	2,4	- 1,2	41,3
1/6/86	- 2,3	- 0,6	1,7	42,9
2	0,7	- 0,2	0,4	14
3	- 3	2,7	- 3,3	9,3
4	- 0,2	- 0,2	0,1	3,7
5	1,7	- 0,7	0,5	0
11	- 2	- 0,4	0,1	7,6
12	1,7	- 0,7	0,1	2,8
13	3	3,6	4,7	11,7
14	- 0,2	- 0,1	0,2	10,3
15	- 1,6	- 1,3	0,6	16,9
21	1,7	0,8	1,1	3
22	4,8	4,1	3,1	0
23	3	2,6	4,1	6,2
24	1,7	- 0,9	2	5,7
25	- 2,8	- 0,5	1	9,2
1/7/86	*	*	*	*
2	- 0,4	0,7	1,6	0
3	7	5,8	*	0
4	4,2	3,6	6,5	0
5	14	*	3 *	0 *
11	- 0,4	1,7	2,8	0
12	2,6	2,4	3,8	22,2
13	2	2,5	2,6	8,7
14	0,3	0,9	2,1	12,2
15	2,8	2,5	3,4	29,7
21	1	2,7	1,3	13,5
22	2	2,9	2,9	6,6
23	- 1,1	0,7	0	7,3
24	- 2,5	0,3	- 1,2	18,2
25	3,8	3,2	4	32,3

Keterangan: Tanda*) level kondensasi berada di atas level lapisan standard, kecuali pada tanggal 11 Juli 1986 (tak ada sounding).

Tabel 3:

Hubungan antara nilai-nilai Is dengan CH pada berbagai lapisan standar selama 50 hari seeding di Gunung Tangkuban Perahu.

Tgl./bln.	Is			CH (mm)
	(700-500) mb	(700-600) mb	(700-650) mb	
12/6/85	3,1	2,3	1,5	15,9
13	3	1,1	*	28,9
14	4,3	5	*	1
15	5,4		*	0
16	9,7	*	*	0,8
17	5,9	5	*	0,6
28	1,9	0,5	3	0
29	11,4	*	*	4,9
30	5	3,9	*	0,3
1/7/85	2,8	2,2	1,5	0,6
2	6,9	*	*	2,4
3	*	*	*	6,1
4	7,1	6,1	2,5	3,7
5	2,6	1,4	1,3	6,4
6	2,2	3,4	7,7	6,2
7	2,4	-3,8	*	1,1
8	12	*	*	0,3
9	4,5	4	*	2
10	1,5	1,3	1,8	11,5
11	2,2	2,5	2,2	5,2
12	-0,3	-1,2	0,3	41,3
1/6/86	0,3	-0,6	0,9	42,5
2	2	2,4	2,3	14
3	3	3,4	0,7	9,3
4	2	2	1,8	3,7
5	5,8	2,7	*	0
11	8,1	*	*	7,6
12	6	2,8	3,5	2,8
13	4,7	4,5	*	11,7
14	2,3	1,9	*	10,3
15	4,4	3	3,5	16,9
21	7,4	5,8	*	3
22	8,5	*	*	0
23	2,5	2,2	*	6,2
24	3,2	0,6	*	5,7
25	-3,6	0,5	0,5	9,2

1/7/86	*	*	*	*
2	- 0,4	1,2	*	0
3	7,5	*	*	0
4	- 1,6	- 1,4	2	0
5	9,6	*	*	0
11	4,2	6	*	0
12	5,1	3,7	*	22,2
13	4,4	4,5	4,5	8,7
14	1,3	2,2	3,3	12,2
15	3,2	2,5	3,4	29,7
21	3	4,2	3	13,5
22	1,5	3	3,4	6,6
23	3,4	4,7	*	7,3
24	2,3	3,9	2,3	18,2
25	4	3,2	4	32,3

Keterangan :

Tanda *) level kondensasi berada di atas level lapisan standar , kecuali pada tanggal 1 Juli '86 (tak ada sounding).



BPPT