

KAJIAN SEEDING DAN HUJAN DI DAS BRANTAS

Bagian Penerapan Teknologi Modifikasi Cuaca

Di Sub DAS Kali Brantas

Mohamad Husni¹

Intisari

Arah dan kecepatan angin selain berpengaruh terhadap pergerakan dan perkembangan awan, juga berpengaruh terhadap pergerakan masa udara di daerah sasaran dan sekitarnya. Kondisi kecepatan angin yang tinggi akan menyebabkan bergeraknya awan potensial di dalam target ke luar target. Atau dapat dikatakan dengan kecepatan angin yang tinggi di dalam target akan memperkecil jumlah hujan. Tulisan ini mengkaji kejadian hujan berkaitan dengan arah dan kecepatan angin yang terjadi selama penerapan Teknologi Modifikasi Cuaca di Sub DAS Kali Brantas bulan Jan – Feb 1998.

Abstract

Wind direction and velocity influenced cloud movement and development as well as air mass movement in target area and its surrounding. High wind velocity results in the movement or escape of potential cloud from the target area. In other words high wind velocity in target area decreases precipitation amount. This paper discusses the relationship between precipitation occurrence and wind direction and velocity during the cloud seeding activity in Brantas Catchment Area in January – February 1998.

Kata Kunci: Arah dan Kecepatan angin, curah hujan, teknologi modifikasi cuaca.

1. PENDAHULUAN

Kali Brantas adalah salah satu sungai terbesar di Pulau Jawa dan merupakan urat nadi pengembangan ekonomi di Jawa Timur. Luas daerah pengalirannya sebesar 12.000 km², dan sekitar 30 % penduduk Jawa Timur menetap di lembah Brantas ini. Inflow atau air yang masuk ke waduk-waduk di Daerah Pengaliran Sungai di Kali Brantas sangat dipengaruhi oleh curah hujan di hulu.

Kondisi musim kemarau yang terjadi 1997 yang lalu sangat berpengaruh terhadap pengisian air di waduk yang berguna untuk pertanian dan energi sebagai upaya untuk mempertahankan swasembada pangan dan penyediaan kebutuhan air, di daerah ini telah diadakan kegiatan modifikasi cuaca atau di Indonesia populer dengan nama hujan buatan. Waduk yang diisi adalah Sutami, Lahor dan Selorejo yang merupakan waduk andalan juga daerah sekitarnya yang tidak terjangkau oleh distribusi air waduk. Kegiatan ini berlangsung pada Januari – Pebruari 1998 Lanud Abdul Racman Saleh-Skadron Udara 4 malang digunakan sebagai pusat komando.

Berikut akan ditulis suatu kajian curah hujan yang jatuh di sekitar daerah sasaran selama kegiatan modifikasi cuaca berlangsung. Tulisan ini bertujuan untuk melihat keterkaitan jatuhnya curah hujan dengan kegiatan modifikasi cuaca dilihat dari sisi spasial dalam arti dimana lokasi seeding dan dimana lokasi jatuhnya hujan.

Selain itu tulisan ini akan memberikan gambaran tentang pendapat yang mengatakan bahwa curah hujan yang jatuh selama kegiatan modifikasi cuaca berada di luar daerah sasaran. Karena menyangkut masalah distribusi hujan pada suatu waktu dan tempat tertentu maka kajian lebih jauh akan dikaitkan dengan arah dan kecepatan angin setempat.

2. METODE

Kajian curah hujan di dalam tulisan ini dimaksudkan adalah hujan yang terjadi selama kegiatan hujan buatan di DAS Brantas pada Periode 15 Januari s/d 24 Januari 1998 dan tanggal 03 Pebruari s/d 12 Pebruari 1998. Data angin didapat dari pengamatan cuaca di Pos Meteorologi (Posmet)

¹ UPT. Hujan Buatan, BPP Teknologi, mhusni@bppt.go.id, moh_husni@yahoo.com

yang tersebar di 5 Posmet, yakni Dampit, Pare, Purwosari, Garum dan Abdul Rahman Saleh. Masing-masing Posmet setiap hari mengamati cuaca (di antaranya angin) dengan cara melepas balon pibal pada jam 07.00, 10.00, 13.00 dan 16.00. Data yang didapat adalah arah dan kecepatan angin di antara paras 1000 kaki s/d 17.000 kaki. Dalam tulisan lain akan dikaji unsur-unsur cuaca lainnya yang berhubungan dengan hujan yakni tekanan udara, kelembaban dan temperatur.

3. PEMBAHASAN

:

3.a. LOKASI SEEDING DAN HUJAN

Ketidakjelasan suatu pendapat yang mengatakan bahwa jatuhnya curah hujan selama kegiatan modifikasi cuaca di luar daerah sasaran, akan selalu menjadi pertanyaan pada setiap kali pertemuan dengan masyarakat. Kondisi ini wajib dikaji secara bijak, bukan karena user telah mempercayai teknologi ini akan tetapi juga untuk kepentingan keakurasian teknik penyemaian itu sendiri.

Selain dipengaruhi oleh sirkulasi udara global, kondisi cuaca lokal yang meliputi temperatur (T), kelembaban relatif (Rh), tekanan udara (p), dan arah/ kecepatan angin sangat mempengaruhi perkembangan perawanan suatu wilayah.

Kondisi cuaca permukaan (P, T, Rh) di daerah sasaran pada tiap kali kegiatan modifikasi cuaca adalah dengan tekanan udara yang relatif lebih rendah, suhu udara yang cukup tinggi, kelembaban udara yang cukup dibandingkan dengan daerah di sekitarnya, dan arah/ kecepatan angin yang tidak terlalu kencang (<10 knot). Kondisi cuaca yang seperti ini akan mendukung terbentuknya awan potensial.

Temperatur berpengaruh langsung terhadap energi untuk pengangkatan masa udara permukaan secara konveksi. Dengan demikian semakin tinggi temperatur udara semakin besar pula energi untuk proses konveksi, begitu juga sebaliknya, kelembaban berpengaruh langsung terhadap ketersediaan uap air permukaan yang merupakan modal terbentuknya awan, sedangkan tekanan udara berpengaruh terhadap pergerakan dari masa udara secara regional. Arah dan kecepatan angin selain berpengaruh terhadap pergerakan dan perkembangan awan, juga berpengaruh terhadap pergerakan masa udara di daerah target dan sekitarnya. Kecepatan angin yang besar kurang mendukung perkembangan awan, karena dapat membuyarkan awan yang ada.

Dari 20 hari penyemaian terdapat satu hari (95 %) yang tidak ada hubungan antara lokasi seeding dengan lokasi hujan. Dari korelasi jumlah titik lokasi seeding dengan titik lokasi hujan didapat hubungan sebesar 27 %. Korelasi dimaksud adalah kejadian dimana titik lokasi semai bertepatan dengan titik

lokasi seeding, dan belum memperhitungkan pengaruh angin terhadap pergerakan awan dan waktu kejadian hujan.

Pada kesempatan lain akan dibahas lebih jauh tentang analisa kejadian hujan dihubungkan dengan lokasi seeding dengan mempertimbangkan arah dan kecepatan angin, waktu kejadian hujan serta jarak antara lokasi seeding dan hujan.

Secara keseluruhan lokasi penyemaian awan dan terjadinya hujan setiap harinya digambarkan sebagai berikut:

Periode I

15 Januari 1998

Penyemaian awan sebanyak 6 sorti di Blitar, Dampit, Bululawang kepanjen dan Turen. Sementara hujan terjadi di Dampit (38 mm), Sengguruh Dam (18), Sutami Dam (3), Tunggorono (46), Sumberagung (43), Pare (8,5) dan Garum (5).

16 Januari 1998

Penyemaian dilakukan sebanyak 6 sorti di Sumber Manjing, Waduk Sutami, Dampit, Waduk Selorejo, Pare, Wajak dan Tumpang. Hujan di Wagir (14 mm), Tunggorono (15), Semen (8), Doko (5), Wates (3), Wilis (3), Kediri (26), Selorejo (2), Berbek (5), Tampung (1), Tugu (2), dan Pare (3).

17 Januari 1998

Kegiatan semai sebanyak 4 sorti di Waduk Selorejo, Argowayang, Kepanjen, Wajak dan Bululawang. Kejadian hujan yang tercatat tangkil (39), Poncokusumo (37), Dampit (44), Sengguruh Dam (1), Wagir (20), Birowo (18), Tunggorono (6), Sumberagung (8), Semen (8), Doko (1), Wates Wlingi (26), Wlingi Dam (50), Pujon (3), Selorejo (16), Pare (18,2), Garum (8).

18 Januari 1998

Penyemaian awan sebanyak 4 sorti di Doko, Pakisaji W. Sutami, Gd. Legi, garum, Wlingi Tumpang, Wajak. Hujan di Tangkil (17), Poncokusumo (42), Dampit (3), Sengguruh Dam (5), Wagir (1), Sutami dam (19), Tunggorono (62), Sumberagung (120), Semen (5), Doko (3), Wates Wlingi (60), Jeli (1), Wilis (68), Kertosono (1), Pujon (17) Selorejo (32), W. Sawahan (6), Berbek (10), Tampung (1), Pagerwojo (4), kampak (2), Tugu (10), Purwosari (7,5) Garum (3), Abd. Saleh (42,5).

19 Januari 1998

Penyemaian awan sebanyak 5 sorti di W. Kesamben, W. Sutami, Sumber Pucung, Kalipare, Mahameru, Tumpang, Tutar dan abd. Saleh. Hujan di Tangkil (1), Poncokusumo (6), Wagir (13), Sutami Dam (5), Birowo (9), Tunggorono (7), Sumberagung (3), Semen (51), Doko 6 (6), Wates Wlingi (23), Jeli (29), Wates (11), Wilis (10), Kediri (50), Kertosono (13), Pujon (1), Selorejo (3), W. Sawahan (53), Berbek (120), tampung (8), Pagerwojo (9), Kampak (1), Tugu (47), Purwosari (41,5).

20 Januari 1998

Penyemaian awan sebanyak 6 sorti di Doko, Sbr. Pucung, Turen, Sumber Manjing, W. Selorejo, W. Sutami, Singosari, Tumpang, dan Wajak. Hujan di Tangkil (1), Birowo (1), Tunggorono (14), Semen (1), Doko (10), Wates Wlingi (3), wlingi Dam (7), Wates (20), Wilis (8), Kediri (2), Kertosono (2), selorejo (4), W. Sawahan (4), Berbek (44), Tampung (40), Pagerwojo (3), Kampak (2).

21 Januari 1998

Penyemaian awan sebanyak 6 sorti di Doko, Kepanjen, Wajak, Dampit, Doko, Wlingi, Dampit dan Turen. Hujan di Tangkil (13), Dampit (23), Sutami Dam (1), Tunggorono (24), Sumberagung (3), Semen (8), Wates Wlingi (29), Wlingi Dam (1), Jeli (21), Wates (16), Wilis (46), Pujon (19), Salerejo (65), W. Sawahan (40), Berbek (2), Tampung (24), Pagerwojo (46), Pare (0,5), dan Purwosari (18,5).

22 Januari 1998

Penyemaian awan sebanyak 6 sorti di Sumber Pucung, W. Kesamben, W. Sutami, Turen, G. Legi, Garum, G. Butak, W. Salerejo, Lawang, Ngantang. Sementara hujan terjadi di tangkil (7), Poncokusumo (2), Dampit (2), Sengguruh Dam (15), Wagir (5), Sutami Dam (4), Birowo (16), Tunggorono (25), Semen (1), Doko (5), Wates Wlingi (3), Wilis (33), Kediri (9), W. Sawahan (16), Pagerwojo (1) Abd. Saleh (4).

23 Januari 1998

Penyemaian awan sebanyak 6 sorti di Malang, Abd. Saleh W. salerejo, Nglegok, Garum Wlingi Pakisaji, Kepanjen, Wates Kediri dan Lawang. Sementara hujan terjadi di tangkil (7), Poncokusumo (11), Dampit (4), Wagir (4), Sutami dam (3), Birowo (19), Tunggorono (29), Sumberagung (49), Semen (10), Doko (6), Wates Wlingi (18), Wlingi Dam (1), Wates (8), Wilis (65), Selorejo (18), Wates Sawahan (16), Berbek (72), Tampung (22), Pagerwojo (16), Tugu (46), Purwosari (30), Garum (1,6), Abd. Saleh (21,5).

24 Januari 1998

Penyemaian awan sebanyak 6 sorties di pakisaji, W. Sutami, Sumber Manjing, G. kawi, W Salerejo, Wates dan Tumpang. Hujan di Sumberagung (2), Kertosono (8), Selorejo (7), W. Sawahan (18), dan Tugu (2).

Periode II**03 Pebruari 1998**

Penyemaian awan sebanyak 4 Sorties di Sumber Pucung, W. Sutami, W. Selorejo, Wlingi, Doko, Badek, Abd. Saleh malang dan Tumpang. Hujan di tangkil (45), Poncokusumo (7), Dampit (49), Sengguruh Dam (13), Wagir (24), Sutami Dam (7), Birowo (49), Tunggorono (6), Sumberagung (46), Semen (2), Doko (82), Wates Wlingi (31), Wlingi Dam (6), Jeli (31), Wates (15), Wilis (29), Kediri (22), Kertosono (7), Pujon (1), Selorejo (33), W. sawahan

(11), Berbek (28), Pagerwojo (3), Kampak (38), Tugu (10), Pare (6), Purwosari (8,3), Garum 95,5), Abd. Saleh (6,6).

04 Pebruari 1998

Penyemaian awan sebanyak 6 sorti di gondanglegi, Sumber Manjing, Turen W.Selorejo, Ngantang, Turen, Wajak, Wlingi, Doko, Tretes dan Lawang. Hujan di Tangkil (16), Poncokusumo (38), Dampit (5), Sengguruh Dam (6), Wangir (12), Wlingi Dam (1), Tunggorono (101), Sumberagung (66), Semen (38), Doko (67), Wates Wlingi (12), wlingi Dam (1), Jeli (23), Wates (37), Wilis (60), Kediri (1), Pujon (13), Selorejo (5), W. sawahan (3), Berbek (2), Pagerwojo (21), Kampak (2), Pare (5), Purwosari (7), Garum (9,5), dan Abd. Saleh (5).

05 Pebruari 1998

Penyemaian awan sebanyak 6 sorti di W. Sutami, Gondang Legi, Turen, dampit, W. Selorejo, W. Wlingi dan Batu. Hujan di Tangkil (10), Poncokusumo (13), Dampit (64), Sengguruh Dam (39), Wagir (10), Sutami Dam (7), Birowo (24), Tunggorono (51), Sumberagung (3), Semen (8), Doko (14), Wates Wlingi (54), Wlingi Dam (21), Jeli (38), Wates (114), Wilis (47), Kediri (83), Kertosono (27), Pujon (25), Selorejo (17), W. sawahan (44), Berbek (81), Tampung (10), Pagerwojo (24), Kampak (3), Tugu, (52), Pare (103), Purwosari (9), Garum (15), dan Abd. Saleh (10).

06 Pebruari 1998

Penyemaian awan sebanyak 6 sorti di Turen, Gondang Legi, Sumber Pucung, Batu, Lawang, Singosari, Dampit, Nglegok, Garum, Wlingi dan Lawang. Hujan di tangkil (30), Poncokusumo (25), Dampit (10), Sengguruh Dam (3), Wagir (80), Sutami Dam (13), Birowo (121), Tunggorono (256), Sumberagung (41), Semen, (120), Doko (45), Wates Wlingi (93), Wlingi Dam (18), Jeli (44), Wates (57), Wilis (133), Kediri (20), Kertosono (52), Pujon (44), Salerejo (46), W. Sawahan (47), berbek (142), Tampung (73), Pagerwojo (60), Kampak (46), Tugu (4), Pare (47), Purwosari (60), Garum (102), dan Abd. Saleh (59).

07 Pebruari 1998

Penyemaian awan sebanyak 6 sorti di Turen, Gondang legi, Sumberpucung, Batu, Lawang, Singosari, Dampit, Nglegok, Garum, Wlingi dan Lawang. Hujan di Poncokusumo (6), Dampit (1), Sengguruh Dam (21), Sutami Dam (2), Birowo (3), Tunggorono (3), Doko (4), Wates Wlingi (38), Wlingi Dam (1), Jeli (9), Wates (29), Wilis (3), Kertosono (48), Selorejo (3), tampung (48), kampak (22), Pare (2).

08 Pebruari 1998

Penyemai awan sebanyak 5 sorti di Gondang Legi, Sumber Manjing, W. Sutami Ngantang, Pujon, Batu, Pakisaji, Malang dan Dampit. Hujan di Tangkil (1),

Sutami (Dam (9), Birowo (1), Tunggorono (110), Sumberagumg (5), Semen (58), Doko (35), Wates Wlingi (57), Wlingi Dam (3), Wates (1), Wilis (6), Kediri (21), Kertosono (1), Pujon (4), Selorejo (64), W. Sawahan (4), Berbek (22), Tampung (26), Kampak (1), Pare (6.4), Purwosari (71), Abd. Saleh (10).

09 Pebruari 1998

Penyemaian awan sebanyak 4 sorti di atas Waduk Sutami, Pare, Kepang, Turen dan Wajak. Hujan terjadi di Tangkil (5), Poncokusumo (48), Wagir (5), Tunggorono (19), Semen (2), Doko (32), Wates Wlingi (41), Wlingi Dam (2), Wates (2), Wilis (6), Kediri (48), Kertosono (18), Pujon (16), Selorejo (18), W. Sawahan (6), Berbek (14), Tampung (53), Pare (20), Purwosari (8.5), Abd. Saleh (9).

10. Pebruari 1998

Penyemaian awan sebanyak 4 sorti di atas Sumbermanjing, Pare, Wates, Papar dan Kediri. Hujan di Tangkil (30), Poncokusumo (3), Dampit (9), Wagir (34), Sutami Dam (1), Tunggorono (171), Sumberagung (11), Semen (37), Doko (44), Wates Wlingi (78), Wlingi Dam (5), Jeli (6), Wates (71), Wilis (48), Kediri (9), Kertosono (4), Pujon (48), Tampung (4), Pagerwojo (43), Kapak (26), Tugu (1), Purwosari (6), Garum (4) dan Abd. Saleh (5).

11 Pebruari 1998

Penyemaian awan sebanyak 6 sorti di atas Wajak, Turen, W. Selorejo, Kepanjen, Turen, Dampit dan Pare. Hujan di tangkil (17), Poncokusumo (68), Dampit (11), Sengguruh Dam (2), Wagir (13), Sutami Dam (3), Birowo (11), Tunggorono (34), Sumberagung (46), Semen (50), Wates Wlingi (8), Jeli (4), Wilis (99), Pujon (4), Selorejo (47), W. Sawahan (14), Berbek (6), Tampung (3), Pagerwojo (47), Kampak (10), Tugu (3), Pare (1), Purwosari (2.5), Garum (24), Abd. Saleh (17).

12. Pebruari 1998.

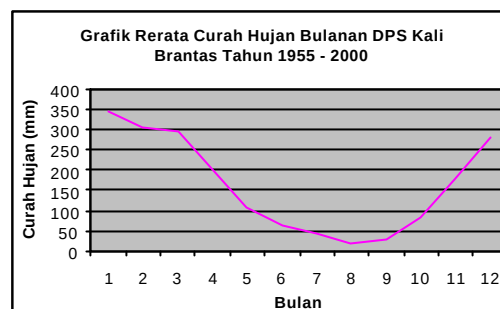
Penyemaian awan sebanyak 6 sorti di atas Gondanglegi, Sumbermanjing, Turen, Waduk selorejo, Ngantang, Turen, Wajak, Wlingi, Doko, Tretes dan lawang. Hujan di Dampit (16), Wagir (6), Birowo (11), Wates (12), Wilis (3), Kediri (1), W. Sawahan (1), Berbek (10), Tampung (5), Pagerwojo (6).

Kegiatan hujan buatan pada kali ini dilaksanakan pada bulan dengan puncak hujan tertinggi. Sedangkan Pola Curah Hujan Daerah Brantas adalah sebagai berikut:

3.b. PERGERAKAN ANGIN DAN HUJAN

Menurut Sandy, 1987 angin adalah udara yang bergerak. Udara bergerak karena tekanannya di dua tempat berbeda. Tekanannya berbeda karena suhunya berbeda. Perbedaan suhu di muka bumi

disebabkan oleh adanya "giliran" dalam pemanasan muka bumi.



Gambar 1. Rerata curah hujan bulanan di DPS Brantas Tahun 1955-2000 (Sumber Sie. Data UPT. Hujan Buatan BPPT)

Angin berhembus dari daerah yang bertekanan udara tinggi ke daerah yang bertekanan udara rendah, sesuai dengan musimnya. Sehari-hari dikenal dengan adanya angin musim barat dan angin musim timur. Angin musim itu tidak senantiasa berhembus dengan kekuatan dan arah yang tetap. Arah dan kekuatan angin musim ini senantiasa berubah, baik pada satu lapis ketinggian maupun pada beberapa lapis ketinggian. Lebih jauh Sandy mengatakan bahwa angin musim mempunyai jangkauan perputaran yang jauh, yang meliputi antara benua dan saling berkaitan dengan perputaran udara seluruh dunia. Terlepas dari perputaran angin musim itu, ada pula perputaran angin yang mempunyai jangkauan perputaran setempat. Ini diakibatkan oleh adanya perbedaan suhu yang bersifat setempat pula.

3.c. RINGKASAN KONDISI HUJAN DAN KAITANNYA DENGAN ARAH DAN KECEPATAN ANGIN.

Kecepatan dan arah angin juga berpengaruh langsung dan aktif terhadap proses fisis pembentukan awan dan distribusi hujan, sebagai gambaran diketahui bahwa kecepatan kencang/ kuat dan arah angin tertentu dapat mengganggu pertumbuhan dan pembentukan awan dan hujan di daerah tertentu.

Dari 20 hari kegiatan hujan buatan didapat arah dan kecepatan angin yang secara garis besar diambil pada paras 5000 kaki dan 10.000 kaki. Tidak semua waktu-waktu pengamatan pilot balon dapat dilaksanakan, disebabkan karena (salah satunya) hujan. Angin merupakan salah satu parameter yang dapat mempengaruhi pertumbuhan awan konvektif. Pertumbuhan awan konvektif di daerah tropis umumnya berkisar antara 4 ribu sampai 12000 kaki, sehingga perlu diamati arah dan kecepatan angin pada level tersebut.

Angin dikatakan *calm* jika kecepatannya < 10 knot (< 5ms^{-1}), "sedang" bila kecepatannya 10 - 15 knot (5 - 7ms^{-1}) dan "kencang" jika kecepatannya di atas 16 knot (8ms^{-1}).

Secara ringkas pada periode 1 terlihat bahwa paras 5000 kaki angin bergerak dari Barat (10 hari kejadian, dengan kecepatan tertinggi 22 knot). Demikian juga di paras 10.000 kaki angin bergerak dari Barat (7 hari kejadian, dengan kecepatan tertinggi 38 knott), walaupun sudah terlihat arah Timuran.

Sedangkan pada periode 2 terlihat bahwa paras 5000 kaki angin bergerak dari Barat (7 hari kejadian, dengan kecepatan tertinggi 13 knott). Sedangkan angin pada paras 10.000 kaki terlihat dari Barat (5 hari kejadian dengan kecepatan tertinggi 22 knot) juga Timur (4 hari kejadian) sudah juga sering muncul.

Sehingga dapat dikatakan kondisi angin pada periode I umumnya dari baratan sedangkan pada periode II dari timuran. Walaupun secara global hal ini kurang bagus, tetapi karena kondisi geografis daerah sasaran terdapat beberapa gunung di bagian Barat, sehingga uap air yang berada di daerah sasaran dan sekitarnya yang terdorong ke Barat akan terhalang oleh gunung-gunung tersebut dan terangkat ke atas menjadi awan potensial.

Selain itu kecepatan angin yang tinggi akan menyebabkan Bergeraknya awan potensial di dalam target ke luar target. Atau dapat dikatakan dengan kecepatan angin yang tinggi di dalam target akan memperkecil kejadian hujan di dalam target seperti contoh pada tanggal 24 Januari dimana curah hujan wilayahnya sangat sedikit (1.4 mm) dengan dibarengi kecepatan angin yang sangat kuat di Abd. Saleh yakni 22 knot pada paras 5000 kaki dan 38 knot pada paras 10000 kaki. Kondisi ini seperti pernah diungkapkan Haryanto, 2000 dalam Tabel 1.

Tabel 1. Desain perumusan indeks U-3

No	Parameter	Kecenderungan Terhadap Curah Hujan (RR) dan U-3	Perumusan
1	Kecepatan angin (V)	$V >>> RR <<< U-3 >>$ Atau $V <<< RR >>> U-3 <<$	$U-3 \approx C1 \times V$
2	Lapse Rate (LR)	$LR >>> RR >>> U-3 <<$ Atau $LR <<< RR <<< U-3 >>$	$U-3 \approx C2 - LR$
3	Uap Air (dpd)	$dpd >>> RR <<< U-3 >>$ atau $dpd <<< RR >>> U-3 <<$	$U-3 \approx C3 \times dpd$

Sumber: Untung Haryanto, 2000

Disimpulkan bahwa 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 U-3 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.

Dalam kaitannya dengan permasalahan di depan bahwasanya kegiatan hujan buatan sering jatuh hujan di luar target, itu adalah suatu kenyataan bahwa arah dan kecepatan angin merupakan faktor yang sangat penting dalam mengarahkan hujan di dalam target.

3.d. EVALUASI HASIL KEGIATAN MODIFIKASI CUACA

Dalam menghitung tambahan hujan berdasarkan curah hujan menggunakan rumus $V = Ch \times A$, dimana V = volume, Ch = Total curah hujan, yaitu jumlahan dari rerata curah hujan wilayah dihitung dengan metode Poligon Thiesen dan A = Luas DAS. Sedangkan besarnya curah hujan efektif dihitung dengan mengalikan volume hujan total dengan koefisien runoff (C) dari masing-masing wilayah.

Dari hasil perhitungan, diketahui pada periode I di waduk Sutami-Lahor, curah hujan 79.56 mm atau setara 163.10 juta m³ dan curah hujan efektif sebesar 31.73 juta m³. Sedangkan pada Periode II waduk Sutami-Lahor, curah hujan 200.08 mm atau setara 410.16 juta m³ dan curah hujan efektif sebesar 57.90 juta m³. (UPT. Hujan Buatan, 1998)

4. KESIMPULAN DAN SARAN

1. Arah dan kecepatan angin selain berpengaruh terhadap pergerakan dan perkembangan awan, juga berpengaruh terhadap pergerakan masa udara di daerah sasaran dan sekitarnya. Lokasi hujan akan sangat dipengaruhi terhadap arah dan kecepatan angin setempat dan juga faktor global lainnya.
2. Kecepatan angin yang tinggi di dalam target akan memperkecil kejadian hujan di dalam target seperti contoh pada tanggal 24 Januari dimana curah hujan wilayahnya sangat sedikit (1.4 mm) dengan dibarengi kecepatan angin yang sangat kuat di Abd. Saleh yakni 22 knot pada paras 5000 kaki dan 38 knot pada paras 10000 kaki.
3. Dari 20 hari penyemaian terdapat satu hari (95 %) yang tidak ada hubungan antara lokasi seeding dengan lokasi hujan. Dari korelasi jumlah titik lokasi seeding dengan titik lokasi hujan didapat hubungan sebesar 27 %. Korelasi dimaksud adalah kejadian dimana titik lokasi semai bertepatan dengan titik lokasi seeding, dan belum memperhitungkan pengaruh angin terhadap pergerakan awan dan waktu kejadian hujan.
4. Karena jatuhnya hujan yang tepat sasaran merupakan hasil dari suatu penyemaian yang efektif, maka arah dan kecepatan angin merupakan parameter yang sangat menentukan bagi *flight scientist* untuk memutuskan lokasi penyemaian.

5. KENDALA

Arah angin yang digunakan hanya satu arah angin yang paling sering muncul dari empat kali peluncuran Pibal dalam sehari.

Dengan berpegang pada dinamika awan Cumulus, yaitu awan yang menjadi sasaran penyemaian, maka DAS yang sempit sangat tidak menguntungkan dalam hal perolehan tambahan hujan.

6. UCAPAN TERIMA KASIH

Kepada personil yang terlibat di Posko maupun di Posmet serta Crew Skadron 4 Lanud Abd. Saleh Malang dalam kegiatan modifikasi cuaca di Malang pada bulan Januari s/d Pebruari 1998.

DAFTAR PUSTAKA

- BMG, 1998. Prakiraan Musim Hujan 1998/1999 Di Indonesia, Jakarta.
- Haryanto, U., Karakteristik Index U-3 Pada Hari-Hari Dengan Curah Hujan Lebih Dari 5 mm Pada Beberapa Daerah Di Indonesia, Dalam Jurnal Sains & Teknologi Modifikasi Cuaca Vo. 1, No.2, Desember 2000.
- Sri Harto, Br., Analisis Hidrologi, Penerbit PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta, 303.
- Sandy, 1987, Iklim Regional Jurusan Geografi FMIPA-UI, Jakarta.
- Sandy, I Made, 1986, Republik Indonesia Geografi Regional, Geografi FMIPA UI, Jakarta.
- UPT. Hujan Buatan, 1998. Laporan Kegiatan Penyemaian Awan/ Modifikasi Cuaca di Sub DPS Kali Brantas Tanggal 15 – 24 Januari 1998 dan 03 – 12 Pebruari 1998.
- UPT. Hujan Buatan, 2000, Seksi Data UPT. Hujan BPP. Terknologi
- UPT. Hujan Buatan, Kegiatan Harian Penyemaian Awan/ Modifikasi Cuaca di Sub DPS Kali Brantas 15 – 24 Januari 1998 dan 03 – 12 Pebruari 1998.

DATA PENULIS, lahir di Jakarta 11 Oktober 1961. Lulus Sarjana Geografi FMIPA-Universitas Indonesia, tahun 1986, menyelesaikan S2 bidang Regional Planning dari Pasca Sarjana Universitas Gadjah Mada tahun 1997. Bekerja di UPT. Hujan BPPT sejak 1989, pada Kelompok Hidrologi dan Lingkungan UPT. Hujan Buatan, Deputi TPSA BPP Teknologi. Kursus dan Pelatihan yang pernah diikuti: Kursus AMDAL tipe A (Dasar-Dasar AMDAL) dan tipe C (Penilai Dokumen AMDAL). Pada Tahun 2001 diangkat sebagai Peneliti Muda Bidang Pengembangan Wilayah dan Modifikasi Cuaca.