

EVALUASI HASIL PENELITIAN PENGUJIAN EFEK BAHAN SEMAI CaO UNTUK MENGURANGI CURAH HUJAN DI DAS SAGULING JAWA BARAT TAHUN ANGGARAN 1999/2000 - 2000

F. Heru Widodo¹

Intisari

UPT Hujan Buatan telah melakukan penelitian pembuyaran awan dengan bahan semai CaO sejak tahun 1999. Sampel data yang dikumpulkan hanya untuk kondisi cuaca yang mendukung terbentuknya awan potensial. Hari-hari untuk dilakukan semai dan tidak semai ditentukan dengan metode random. Walaupun kesimpulan sementara dari penelitian ini belum final, pengujian statistik dengan Metode Wilcoxon-Mann-Whitney sementara ini menunjukkan bahwa injeksi kapur tohor kedalam awan tidak memberikan efek terhadap eksistensi awan, dan curah hujan wilayah saat dilakukan semai tidak beda nyata dengan curah hujan wilayah ketika tidak dilakukan semai.

Abstract

Weather Modification Technical Service Unit (UPT Hujan Buatan) was conducted experiments of cloud dispersal using quick lime (CaO) since 1999. Samples data were collected only during favorable days. Seeded days or unseeded days were decided randomly. Although the conclusion not final yet, statistical test of Wilcoxon-Mann-Whitney method indicated that injection of Calcium Oxide (CaO) on cloud didn't have any significant effect on cloud dispersal and rainfall data during seeding days were not different significantly from that during unseeding days.

Kata Kunci : Kapur tohor, pembuyaran awan, random, intensitas hujan

1. PENDAHULUAN

Hasil penelitian efek bahan semai kapur tohor terhadap awan cumulus congestus masih menjadi bahan diskusi yang menarik diantara para peneliti di UPT Hujan Buatan. Hasil kesimpulan sementara yang didapatkan dari dua kali kegiatan ternyata memberikan kesimpulan yang bertolak belakang. Pada penelitian tahun anggaran 1999/2000 hasil pengujian menyatakan kapur tohor memberikan efek nyata terhadap eksistensi awan (Widodo, F.H. dan Nuryanto, S., 2000), sedangkan penelitian tahun anggaran 2000 memberikan hasil sebaliknya. Hasil sementara ini menimbulkan kontroversial diantara para peneliti di UPT Hujan Buatan. Pendekatan yang digunakan oleh para peneliti untuk menilai efektivitas kapur

tohor masih cukup beragam, baik menyangkut disain penelitiannya, keakuratan datanya, strategi penyemaian maupun metode evaluasinya. Untuk itu penulis tertarik untuk mengevaluasi serta memberikan tanggapan atas tulisan penulis terdahulu yang mendapat tanggapan dari peneliti lain di UPT Hujan Buatan khususnya menyangkut keabsahan data.

Teknologi modifikasi cuaca semakin menampakkan kemajuan pesat. Seiring adanya tuntutan untuk menyelesaikan permasalahan di lapangan khususnya dibidang mitigasi bencana banjir, maka UPT Hujan Buatan melakukan kajian penerapan teknologi modifikasi cuaca untuk mengurangi intensitas curah hujan.

Indonesia yang terletak di daerah tropis sangat rentan terhadap banjir karena banyaknya awan-awan cumulus penghasil hujan yang tumbuh

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

khususnya pada musim penghujan. Awan-awan cumulus ini dapat dikurangi intensitas curah hujannya dengan cara membuyarkannya sebelum awan ini berkembang menjadi awan cumulus aktif (Cb). Kalau pada hujan buatan dengan memasukkan bahan semai yang bersifat endotermis seperti NaCl yang dapat mengikat uap air didalam awan, sedangkan pada kegiatan pembuyaran awan ini digunakan bahan semai yang bersifat eksotermis yaitu CaO yang dihipotesakan dapat menguapkan butir air yang ada di dalam awan.

Pada penelitian modifikasi cuaca untuk mengurangi intensitas curah hujan tahun anggaran 1999/2000 dan tahun 2000 dilakukan pemilihan awan yang diberi perlakuan yaitu awan Cu-kongestus dengan kriteria : tinggi puncak awan ≤ 15.000 kaki, tinggi dasar awan ≤ 4.500 kaki, ketebalan awan tidak kurang dari 9.000 kaki, kondisi awan dalam masa pertumbuhan, updraft kuat, belum terjadi hujan, dan awan masih berada di atas daerah penelitian (Anonim, 2000). Kriteria awan ini dibuat agar awan yang disemai benar-benar awan-awan penghasil hujan sehingga nantinya dapat untuk menguji apakah bahan semai yang digunakan efektif untuk membuyarkan awan. Metode yang digunakan untuk melakukan pengujian dengan menggunakan uji statistik *Metode Wilcoxon Mann-Whitney* karena dimungkinkan banyaknya sampel sangat kecil sehingga dibutuhkan uji statistik yang bersifat non parametrik. Penelitian ini dilakukan di DAS Saguling Jawa Barat (Gambar 1).

2. TUJUAN

Tujuan dari tulisan ini untuk memberikan evaluasi sekaligus tanggapan terhadap beberapa peneliti di UPT Hujan Buatan mengenai hasil kesimpulan sementara pengujian efek bahan semai CaO untuk mengurangi curah hujan pada penelitian modifikasi cuaca tahun anggaran 1999/2000 dan 2000.

3. DATA DAN METODE

Data yang digunakan dalam tulisan ini adalah data curah hujan harian dan data hari seeding/unseeding pada 2 periode penelitian, yaitu:

- Data rerata curah hujan harian periode 10 Desember 1999 s.d. 4 Januari 2000 dan periode 23 Oktober s.d. 15 Nopember 2000
- Data hari seeding dan unseeding periode 10 Desember 1999 s.d. 4 Januari 2000 dan periode 23 Oktober s.d. 15 Nopember 2000.

Hal ini dimaksudkan agar hasil yang didapatkan lebih mendekati kebenaran karena didukung oleh data yang lebih banyak tanpa ada

penyeleksian data, karena menurut Haryanto, 2000, data *seeding* tanggal 18 Desember 1999 tidak layak disertakan dalam analisis. Penyeleksian data tidak dilakukan mengingat pengambilan keputusan dalam menentukan kondisi cuaca pada hari seeding dan unseeding sudah sesuai dengan desain penelitian yang ada, sehingga data yang diperoleh sah secara ilmiah. Mengenai kurang akuratnya dalam menentukan kondisi cuaca (*favourable dan atau unfavourable*), dikarenakan kekeliruan dalam mengambil keputusan kondisi cuaca masing-masing wahana, yaitu wahana permukaan dan pibal, wahana radiosonde, wahana sinop dan satelit serta hasil survei dengan pesawat.

Metode yang digunakan dalam tulisan ini adalah metode kuantitatif dengan analisa statistik menggunakan Uji Wilcoxon *Mann-Whitney*.

Perumusan Hipotesa :

H_0 : Injeksi kapur tohor ke dalam awan tidak memberikan efek nyata terhadap eksistensi awan dan curah hujan wilayah DAS Saguling ketika dilakukan penyemaian (seeded) tidak berbeda nyata dengan curah hujan ketika tidak dilakukan penyemaian (non seeded).

H_1 : Injeksi kapur tohor kedalam awan memberikan efek nyata terhadap eksistensi awan dan curah hujan wilayah DAS Saguling ketika dilakukan penyemaian (seeded) berbeda nyata dengan curah hujan ketika tidak dilakukan penyemaian (non seeded).

Statistik Uji yang digunakan :

$$U = \min \{ U_1, U_2 \}$$

Keterangan :

$$U_1 = n_1 \times n_2 + \frac{1}{2} n_2 (n_2 + 1) - \sum R_2$$

$$U_2 = n_1 \times n_2 + \frac{1}{2} n_1 (n_1 + 1) - \sum R_1$$

n_1 = jumlah ulangan untuk kelompok seeding

n_2 = jumlah ulangan untuk kelompok unseeding

R_1 = jumlah urutan data kelompok seeding

R_2 = jumlah urutan data kelompok unseeding

Keputusan menerima H_0 jika $U_{hitung} > U_{tabel}$ dimana $U_{tabel} = U_{\alpha, (n_1, n_2)}$. Tingkat kepercayaan dalam analisa ini diambil 95% atau dengan tingkat kesalahan (α) sebesar = 5%.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Analisis Curah Hujan

Penakar curah hujan yang digunakan dalam penelitian ini sebanyak 29 lokasi yang terdiri dari penakar curah hujan manual sebanyak 12 lokasi,

penakar curah hujan otomatis sebanyak 6 bkasi dan *telemetry* sebanyak 11 lokasi, seperti terlihat pada Gambar 1.

Hasil pengamatan memperlihatkan bahwa curah hujan harian selama kegiatan berlangsung cukup beragam antara tt (tidak terukur) sampai sebesar 163 mm/hari, sedangkan intensitas hujan tertinggi sebesar 90 mm/jam terjadi pada tanggal 29 Oktober 2000. Curah hujan rerata terbesar terjadi pada tanggal 29 Oktober 2000 dan terkecil terjadi pada tanggal 6 Nopember 2000. Rerata curah hujan di daerah penelitian selama kegiatan sebesar 234.18 mm. Distribusi keruangan curah hujan selama kegiatan dapat dilihat pada Isohiet curah hujan (Gambar 2). Konsentrasi curah hujan berada di bagian utara dan selatan DAS. Konsentrasi curah hujan di bagian Utara DAS berada di sekitar Gunung Tangkubanperahu dan Burangrang, sedangkan di bagian Selatan DAS berada di sekitar Gunung Kondang, Wayang dan Gunung Patuha. Curah hujan terkecil berada di bagian tengah DAS tepatnya di seputaran Waduk Saguling

Untuk menguji adanya dugaan bahwa telah terjadi perubahan dalam rata-rata curah hujan setelah dilakukan perlakuan, maka dilakukan pengujian dugaan tersebut dengan pendekatan statistik. Metode statistik yang digunakan dalam pengujian ini adalah *Metode Mann-Whitney* dengan alasan peluang memperoleh ulangan data relatif kecil. Dalam analisa statistik ini, data dibedakan dalam dua kelompok yaitu kelompok data *seeding* dan *unseeding* yang ditentukan secara random setelah didapatkan kondisi cuaca yang *favourable*. Analisa statistik ini mempergunakan 6 data hasil penelitian tahun anggaran 1999/2000 dan 13 data hasil penelitian tahun anggaran 2000, tanpa ada proses seleksi curah hujan wilayah yang kurang dari 5 mm. Secara lengkap data rerata curah hujan dari kedua kelompok berikut pengurutannya disajikan dalam Tabel 1 dan 2.

4.2. Penentuan potensi cuaca

Selama kegiatan penelitian diperoleh 19 hari yang menunjukkan kondisi cuaca yang *favourable*. Setelah dilakukan randomisasi, diperoleh 8 (delapan) hari *seeding* yaitu tanggal 18, 27 Desember 1999, 02 Januari 2000, 26, 27, 29, 31 Oktober 2000 serta 14 Nopember 2000 dan 11 (sebelas) hari *unseeding* yaitu pada tanggal 28, 29 Desember 1999, 03 Januari 2000, 24 Oktober serta tanggal 04, 05, 07, 09, 12, 13, dan 15 Nopember 2000 (Tabel 1). Dari Tabel 1 terlihat ada 4 data yang mempunyai curah hujan kurang dari 5 mm, kondisi ini memang kesalahan dalam memprediksi cuaca, khususnya untuk kondisi *unseeding*. Namun karena proses pengambilan keputusan sudah sesuai dengan disain penelitian

yang ada maka walaupun kurang dari 5 mm tetap dipakai dalam analisa selanjutnya.

4.3. Pengujian Statistik Efek Bahan Semai

Untuk menguji adanya dugaan bahwa telah terjadi perubahan dalam rata-rata curah hujan setelah dilakukan perlakuan, maka dilakukan pengujian dugaan tersebut dengan pendekatan statistik. Metode statistik yang digunakan dalam pengujian ini adalah *Metode Mann-Whitney* dengan alasan peluang memperoleh ulangan data relatif kecil. Dalam analisa statistik ini, data dibedakan dalam dua kelompok yaitu kelompok data *seeding* dan *unseeding* yang ditentukan secara random setelah didapatkan kondisi cuaca yang *favourable*. Analisa statistik ini mempergunakan 6 data hasil penelitian tahun 1999/2000 dan 13 data hasil penelitian tahun 2000, tanpa ada proses seleksi curah hujan wilayah yang kurang dari 5 mm, baik saat *seeding* maupun *unseeding*. Secara lengkap data rerata curah hujan dari kedua kelompok berikut pengurutannya disajikan dalam Tabel 1 dan 2.

Tabel 1. Rerata curah hujan (CH) wilayah saat *seeding* dan *unseeding*

Kelompok Data	Rerata CH (mm)	Tanggal Sampel Data
Seeding	0.8	18 Desember 1999
Seeding	5.1	27 Desember 1999
Seeding	7.2	02 Januari 2000
Seeding	15.7	26 Oktober 2000
Seeding	7.5	27 Oktober 2000
Seeding	34.4	29 Oktober 2000
Seeding	17.5	31 Oktober 2000
Seeding	11.9	14 Nopember 2000
Unseeding	7.0	28 Desember 1999
Unseeding	7.1	29 Desember 1999
Unseeding	12.5	03 Januari 2000
Unseeding	1.5	24 Oktober 1999
Unseeding	1.1	04 Nopember 2000
Unseeding	1.7	05 Nopember 2000
Unseeding	5.0	07 Nopember 2000
Unseeding	14.8	09 Nopember 2000
Unseeding	21.1	12 Nopember 2000
Unseeding	9.1	13 Nopember 2000
Unseeding	8.9	15 Nopember 2000

Sumber: Analisa data primer, 2001

Berdasarkan Tabel 1 diperoleh hasil nilai ulangan untuk $n_1 = 8$ dan $n_2 = 11$. Kriteria pengujian adalah menerima H_0 jika $U_{hitung} \geq U_{tabel}$ dan menolak H_0 jika $U_{hitung} < U_{tabel}$ dimana $U_{tabel} = U_{\alpha, (n_1, n_2)}$ (Djarwanto, 1991). Tingkat kepercayaan

dalam analisa ini diambil 95% atau dengan tingkat kesalahan (α) sebesar 5%.

Hasil perhitungan berdasarkan data pada Tabel 2, diperoleh statistik uji Mann-Whitney; $U = \min \{55; 33\} = 33$, sedangkan berdasarkan Tabel *U Mann Whitney* dengan tingkat kepercayaan 95%

Tabel 2. Pengurutan data berdasarkan jumlah Curah Hujan

Rangking Jumlah CH (Urutan Data)	Urutan Data Seeding	Urutan Data Unseeding
0.8	1	
1.1		2
1.5		3
1.7		4
5.0		5
5.1	6	
7.0		7
7.1		8
7.2	9	
7.5	10	
8.9		11
9.1		12
11.9	13	
12.5		14
14.8		15
15.7	16	
17.5	17	
21.1		18
34.4	19	
Jml Urutan (Ri)	91	99

Sumber: Analisa data primer, 2001

Serta jumlah ulangan data untuk kedua kelompok data diperoleh $U_{\text{tabel}} = 23$, (untuk 97.5% sebesar 19 dan 99% sebesar 15), sehingga $U_{\text{hitung}} > U_{\text{tabel}}$. Keputusan yang diambil berdasarkan uji statistik ini adalah menerima hipotesa H_0 dan menolak hipotesa H_1 . Hal ini menunjukkan bahwa injeksi kapur tohor ke dalam awan tidak memberikan efek nyata terhadap eksistensi awan dan curah hujan wilayah DAS Saguling ketika dilakukan penyemaian (seeded) tidak berbeda nyata dengan curah hujan ketika tidak dilakukan penyemaian (non seeded).

4.4. Analisa Pengujian Statistik Efek Bahan Semai dengan berbagai set data

Pada bagian ini akan dianalisa pengujian statistik efek bahan semai dengan berbagai sampel data, yang meliputi antara lain: (1) Sampel data lengkap hasil penelitian tahun 2000, (2) Sampel data hasil penelitian tahun 2000 dengan curah hujan di atas 5 mm, (3) Sampel data

penelitian tahun 1999/2000 dan tahun 2000 dengan curah hujan diatas 5 mm.

4.4.1. Sampel data lengkap hasil penelitian tahun 2000

Jumlah data pada kelompok ini sebanyak 13 data, yang terdiri dari 5 data seeding dan 8 data unseeding. Data selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Sampel data lengkap hasil penelitian tahun 2000

Kelompok Data	Rerata CH (mm)	Tanggal Sampel Data
SEEDING	15.7	26 Oktober 2000
SEEDING	7.5	27 Oktober 2000
SEEDING	34.4	29 Oktober 2000
SEEDING	17.5	31 Oktober 2000
SEEDING	11.9	14 Nopember 2000
UNSEEDING	1.5	24 Oktober 2000
UNSEEDING	1.1	04 Nopember 2000
UNSEEDING	1.7	05 Nopember 2000
UNSEEDING	5.0	07 Nopember 2000
UNSEEDING	14.8	09 Nopember 2000
UNSEEDING	21.1	12 Nopember 2000
UNSEEDING	9.1	13 Nopember 2000
UNSEEDING	8.9	15 Nopember 2000

Sumber: Analisa data primer, 2001

Menggunakan sampel data ini, diperoleh statistik uji Mann-Whitney; $U = \min \{8; 32\} = 8$, sedangkan berdasarkan Tabel *U Mann Whitney* dengan tingkat kepercayaan 95% serta jumlah ulangan data untuk kedua kelompok data diperoleh $U_{\text{tabel}} = 8$ (untuk 97.5% sebesar 6 dan 99% sebesar 4), sehingga $U_{\text{hitung}} > U_{\text{tabel}}$. Keputusan yang diambil berdasarkan uji statistik ini adalah menerima hipotesa H_0 dan menolak hipotesa H_1 . Hal ini menunjukkan bahwa injeksi kapur tohor ke dalam awan tidak memberikan efek nyata terhadap eksistensi awan dan curah hujan wilayah DAS Saguling ketika dilakukan penyemaian (seeded) tidak berbeda nyata dengan curah hujan ketika tidak dilakukan penyemaian (non seeded).

4.4.2. Sampel data hasil penelitian tahun 2000, dengan curah hujan di atas 5 mm

Setelah diadakan seleksi, jumlah data yang digunakan pada kelompok data ini berjumlah 10 data. Data selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 4.

Menggunakan sampel data ini, diperoleh statistik uji Mann-Whitney; $U = \min \{8;17\} = 8$, sedangkan berdasarkan Tabel *U Mann Whitney* dengan tingkat kepercayaan 95% serta jumlah ulangan data untuk kedua kelompok data diperoleh $U_{\text{tabel}} = 2$ (untuk 97.5% sebesar 1 dan 99% sebesar 0), sehingga $U_{\text{hitung}} > U_{\text{tabel}}$.

Tabel 4. Sampel data hasil penelitian tahun 2000, dengan curah hujan di atas 5 mm

Kelompok Data	Rerata CH (mm)	Tanggal Sampel Data
SEEDING	15.7	26 Oktober 2000
SEEDING	7.5	27 Oktober 2000
SEEDING	34.4	29 Oktober 2000
SEEDING	17.5	31 Oktober 2000
SEEDING	11.9	14 Nopember 2000
UNSEEDING	5.0	07 Nopember 2000
UNSEEDING	14.8	09 Nopember 2000
UNSEEDING	21.1	12 Nopember 2000
UNSEEDING	9.1	13 Nopember 2000
UNSEEDING	8.9	15 Nopember 2000

Sumber: Analisa data primer, 2001

Keputusan yang diambil berdasarkan uji statistik ini adalah menerima hipotesa H_0 dan menolak hipotesa H_1 , sehingga hasil kesimpulan yang diambil sama bahwa injeksi kapor tohor ke dalam awan tidak memberikan efek nyata terhadap eksistensi awan.

4.4.3. Sampel data penelitian tahun anggaran 1999/2000 dan tahun 2000, dengan curah hujan diatas 5 mm.

Jumlah data pada kelompok ini sebanyak 15 data, yang terdiri dari 7 data seeding dan 8 data unseeding. Data selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 5.

Menggunakan sampel data ini, diperoleh statistik uji Mann-Whitney; $U = \min \{22;34\} = 22$, sedangkan berdasarkan Tabel *U Mann Whitney* dengan tingkat kepercayaan 95% serta jumlah ulangan data untuk kedua kelompok data diperoleh $U_{\text{tabel}} = 13$ (untuk 97.5% sebesar 10 dan 99% sebesar 7), sehingga $U_{\text{hitung}} > U_{\text{tabel}}$. Keputusan yang diambil berdasarkan uji statistik ini adalah menerima hipotesa H_0 dan menolak hipotesa H_1 , sehingga dapat simpulkan bahwa injeksi kapor tohor ke dalam awan tidak memberikan efek nyata terhadap eksistensi awan.

Kalau dibandingkan hasil perhitungan pengujian efek bahan semai dari 4 set sampel data menunjukkan hasil yang sama, sehingga kesimpulan sementara yang diambil adalah bahwa injeksi kapor tohor ke dalam awan tidak

memberikan efek nyata terhadap eksistensi awan dan curah hujan wilayah DAS Saguling ketika dilakukan penyemaian (*seeded*) tidak berbeda nyata dengan curah hujan ketika tidak dilakukan penyemaian (*non seeded*).

Tabel 5. Sampel data penelitian tahun 1999/2000 dan tahun 2000, dengan curah hujan diatas 5 mm.

Kelompok Data	Rerata CH (mm)	Tanggal Sampel Data
SEEDING	5.1	27 Desember 1999
SEEDING	7.2	02 Januari 2000
SEEDING	15.7	26 Oktober 2000
SEEDING	7.5	27 Oktober 2000
SEEDING	34.4	29 Oktober 2000
SEEDING	17.5	31 Oktober 2000
SEEDING	11.9	14 Nopember 2000
UNSEEDING	5.0	07 Nopember 2000
UNSEEDING	7.0	28 Desember 1999
UNSEEDING	7.1	29 Desember 1999
UNSEEDING	12.5	03 Januari 2000
UNSEEDING	14.8	09 Nopember 2000
UNSEEDING	21.1	12 Nopember 2000
UNSEEDING	9.1	13 Nopember 2000
UNSEEDING	8.9	15 Nopember 2000

Sumber: Analisa data primer, 2001

Kesimpulan sementara dalam penelitian ini terbatas untuk kondisi cuaca yang favourable pada awan-awan cumulus congestus. Karena perlakuan penyemaian awan yang dilakukan hanya untuk beberapa awan, maka monitoring curah hujan bukan curah hujan wilayah tetapi curah hujan titik (*point rainfall*) yang dapat digunakan untuk mengevaluasi intensitas curah hujan pada masing-masing awan baik pada saat *seeding* maupun *unseeding*. Untuk melakukan evaluasi ini diperlukan tambahan penakar curah hujan sehingga kerapatan penakar curah hujannya lebih baik.

5. KESIMPULAN

- Pengujian statistik menunjukkan bahwa injeksi kapor tohor ke dalam awan tidak memberikan efek nyata terhadap eksistensi awan
- Curah hujan wilayah DAS Saguling ketika dilakukan penyemaian (*seeded*) tidak berbeda nyata dengan curah hujan ketika tidak dilakukan penyemaian (*non seeded*)
- Pengambilan keputusan dalam menentukan kondisi cuaca pada hari *seeding* dan *unseeding* sudah sesuai dengan desain penelitian yang ada,

sehingga data yang diperoleh sah secara ilmiah, baik penelitian tahun 1999/2000 maupun 2000.

6. UCAPAN TERIMA KASIH

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada rekan-rekan peneliti di UPT Hujan Buatan khususnya Drs. Satyo Nuryanto, M.Si dan Drs. Sunu Tikno, M.Si.

DAFTAR PUSTAKA

Anonim, 2000. Disain Penelitian Modifikasi Cuaca untuk mengurangi intensitas Curah Hujan di DAS Citarum Hulu Jawa Barat. UPT Hujan Buatan BPP Teknologi. Jakarta: UPT-Hujan Buatan.

Djarwanto, 1991. Statistik Non Parametrik. Yogyakarta: BPFE

Howard B.Lee, Psychology 320: Psychological Statistics. Lecture Notes Nonparametric Statistic Method.

Storch, H.V. and Zwiers, F.W., 1998. Statistical Analysis in Climate Research. English: Cambridge University Press.

U. Haryanto, 2000. Note and Correspondence Reanalisis Kondisi Atmosfer untuk Deklarasi Favourable-Day. Jurnal Sains & Teknologi Modifikasi Cuaca, Vol. 1, No.2. Desember 2000.

Anonim, 2000. Laporan Penelitian Tolok Ukur Pengkajian dan Pengembangan Modifikasi Cuaca Proyek Penelitian Wahana Kedirgantaraan Tahun Anggaran 1999-2000.

Widodo, F.H. dan Nuryanto, S. 2000. Analisis Curah Hujan serta Pengujian Statistik Pendugaan Efek Bahan Semai CaO pada Penelitian Modifikasi Cuaca Untuk mengurangi Curah Hujan di DAS Citarum Hulu Jawa Barat, 10 Desember 1999 s.d. 4 Januari 2000. Laporan Teknis Intern UPT Hujan Buatan. Tidak diterbitkan

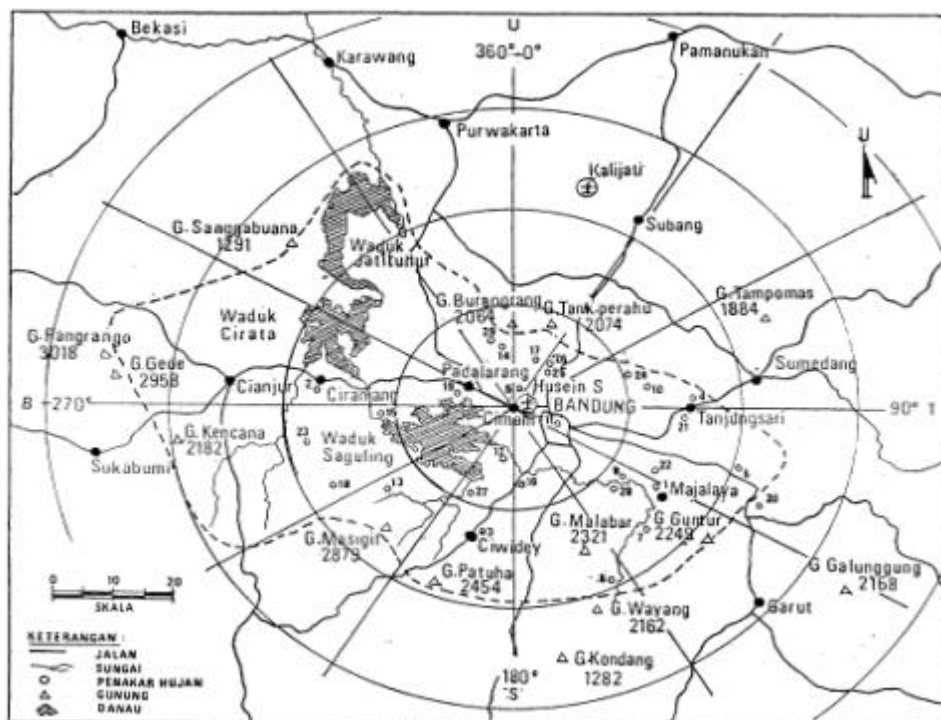
Widodo, F.H. dan Nuryanto, S., Sunu Tikno. 2000. Pengujian Efektifitas Bahan Semai Kapur Tohor (CaO) Untuk Pembuyaran Awan Cumulus Conestus. Dipresentasikan pada Seminar Teknologi Untuk Negeri BPP Teknologi.

DATA PENULIS

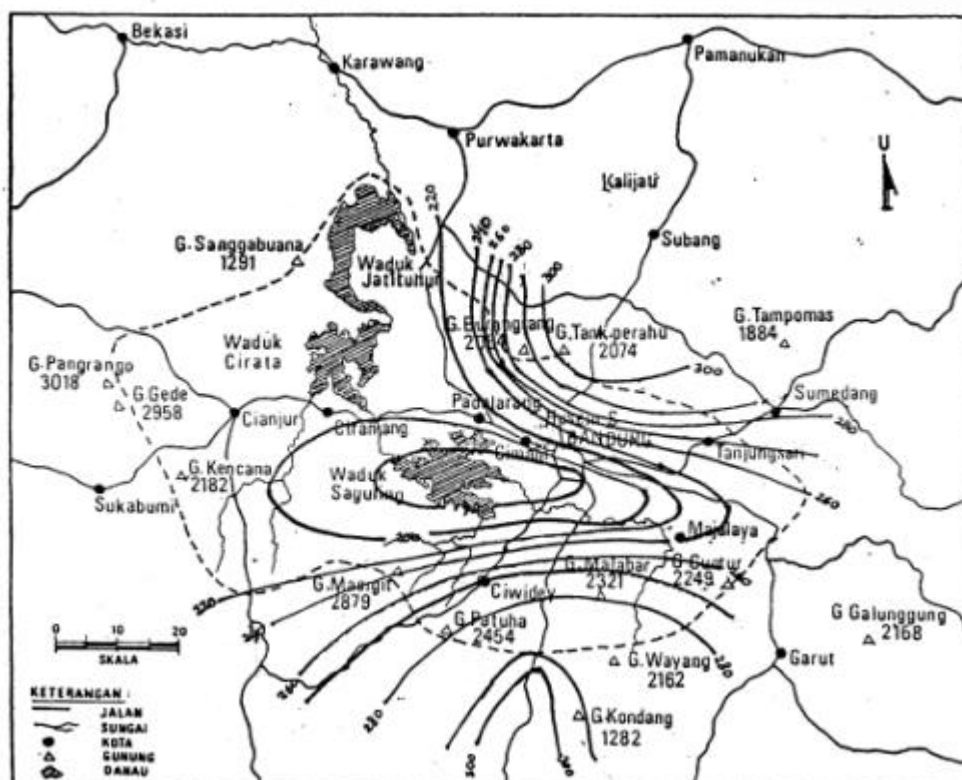


Iklim ECHAM.

F. Heru Widodo, lahir di Yogyakarta 5 Oktober 1965, menamatkan S1 bidang Geografi fisik/Hidrologi (1989) dan S2 bidang Penginderaan Jauh untuk Hidrologi dan Meteorologi (1998) di UGM. Bekerja di UPT Hujan Buatan BPPT sejak 1990 dan saat ini sebagai Ketua kelompok Hidrologi dan Lingkungan. Mulai 1 April 2000 diangkat menjadi Ajun Peneliti Madya Bidang PSDA. Mengikuti beberapa training di bidang hidrologi, meteorologi, klimatologi, GIS, dan pernah mengikuti program Peneliti Tamu di Max Planck Institute for Meteorology Jerman periode Januari-September 1999 bidang Validasi Model



Gambar 1. Lokasi Daerah Penelitian dan Penakar Curah Hujan



Gambar 2. Isohyet curah hujan wilayah selama kegiatan