

EVALUASI PENINGKATAN HASIL CURAH HUJAN DAN KETERSEDIAAN AIR AKIBAT KEGIATAN MODIFIKASI CUACA DI DAS CITARUM

Sutopo Purwo Nugroho¹
Sunu Tikno²

Intisari

Defisitnya air di ketiga waduk di DAS Citarum menyebabkan teknologi modifikasi cuaca segera diterapkan untuk meningkatkan ketersediaan air. Penerapan teknologi modifikasi cuaca telah menyebabkan meningkatnya curah hujan dan aliran di DAS Citarum. Hasil yang dicapai selama kegiatan adalah rata-rata aliran Sungai Citarum sebesar 326,81 m³/detik dan volume air yang tertampung di ketiga waduk sebesar 559,06 juta m³. Adanya tambahan air tersebut maka untuk kebutuhan air pada musim tanam gadu 2001 di daerah irigasi Jatiluhur cukup tersedia, bahkan masih terdapat cadangan air sebesar 1.440,26 juta m³. Namun demikian jika dibandingkan dengan pola rencana untuk kebutuhan air musim tanam rendeng 2001/2002 dan musim tanam gadu 2002 masih terdapat kekurangan air sebesar 152,7 juta m³.

Abstract

Weather modification technology was applied in Citarum for fullfil water in Citarum cascade dam (Saguling, Cirata dan Juanda) due to decreasing water storage. Weather modification technology has been increase the rainfall and inflow of Citarum Watershed. The average inflow of Citarum River was 326,81 m³/sec and nett volume storage in the dams were 559,06 million m³. Increassing water can be used to irrigation water supply in Pantura agriculture area during dry season. However, water irrigation requirement in wet and dry season 2001/2002 stil deficit 152.7 million m³.

Katakunci : modifikasi cuaca, hujan, aliran, DAS Citarum.

1. PENDAHULUAN

Kebijakan penyediaan air di masa depan merupakan salah satu prioritas utama kebijakan yang saat ini terus dilakukan, baik oleh pemerintah, swasta, maupun masyarakat. Hal ini disebabkan semakin menipisnya ketersediaan air, khususnya pada musim kemarau sehingga berpengaruh pada program ketahanan pangan nasional karena terganggunya sektor pertanian pangan. Jumlah total air tersedia untuk Indonesia adalah 2.110 mm/tahun atau setara dengan 127.775 m³/detik atau 4.032.266 MCM (*mega cubic meter*) per tahun. Distribusinya menurut pulau-pulau besar terutama di Sumatera, Kalimantan, dan Irian Jaya (Papua) mencapai 80% dari total tersedia, sedangkan Pulau Jawa, Bali dan Nusa Tenggara kurang dari 10% dari total tersedia (Pawitan dkk., 1996).

Krisis air sesungguhnya telah terjadi di Pulau Jawa. Kebutuhan penyediaan air di Pulau Jawa sangat mendesak untuk dilakukan mengingat besarnya jumlah penduduk yaitu sebesar 114.773.000 jiwa dengan kepadatan penduduk mencapai 867 jiwa/km². Berdasarkan model perhitungan keseimbangan di Pulau Jawa menyatakan bahwa ketersediaan air diperkirakan tinggal 1.750 meter kubik per kapita per tahun, yang telah mengisyaratkan krisis air jika dibanding dengan standar kecukupan air sebesar 2.000 meter kubik per kapita per tahun. Hal tersebut akan merosot sampai 1.200 meter kubik per kapita per tahun ketika penduduk Indonesia mencapai 267 juta pada tahun 2020, dimana 150 juta diantaranya tinggal di Pulau Jawa (Imron, 1999).

Berdasarkan proyeksi keseimbangan air untuk tiap kabupaten di Pulau Jawa untuk tahun 2020, menunjukkan bahwa sebagian besar daerah kondisi ketersediaan air sudah sangat mengkhawatirkan (Tabel 1). Potensi sumberdaya air suatu wilayah

1. Peneliti di P3TPSLK, BPP Teknologi, Jakarta
2. Peneliti di UPT Hujan Buatan, BPP Teknologi, Jakarta

Tabel 1. Proyeksi kondisi sumberdaya air tiap kabupaten di Pulau Jawa Tahun 2020.

Kondisi SD Air	Kabupaten
Krisis	Jakarta, Cirebon, Indramayu, Purwakarta, Karawang, Bekasi, Tangerang, Demak, Bantul, Sidoarjo, Lamongan.
Waspada	Bogor, Cianjur, Bandung, Tasikmalaya, Ciamis, Kuningan, Majalengka, Sumedang, Kudus, Pati, Rembang, Blora, Sragen, Sukoharjo, Klaten, Yogya, Sidoarjo, Jombang, Lamongan, Ngawi, Madiun, Nganjuk, Kediri, Trenggalek, Banyuwangi, Situbondo, Sampang, Pamekasan.
Aman	Kabupaten lainnya.

Sumber : Hidayat dkk., 1996

masih aman apabila total kebutuhan airnya kurang dari aliran rendah 10%. Status waspada diberikan apabila total kebutuhan air wilayah berada diantara 10% hingga 45%, sedangkan status kritis dinyatakan apabila total kebutuhan air wilayah sudah melampaui batas aliran rendah 45%.

Kondisi demikian akan lebih parah jika terjadi kemarau panjang yang akan menimbulkan kekeringan di daerah-daerah tersebut. Kekeringan tersebut akan berakibat pada lahan pertanian puso, penurunan produksi pertanian, penurunan pendapatan petani dan timbulnya masalah-masalah sosial dan ekonomi di masyarakat. Sebagai misal, kejadian kekeringan pada tahun 1994 telah mengakibatkan penurunan produksi beras nasional sebesar 3,2%, sedangkan kejadian kekeringan pada tahun 1997 telah menyebabkan produksi beras pada tahun 1997 dan 1998 merosot, sehingga pemerintah mengimpor beras sebanyak 5,8 juta ton pada tahun 1998 untuk memenuhi kebutuhan pangan (Saragih, 2001).

Untuk mengatasi defisit air, beberapa kebijakan pemerintah atau otoritas pengelola air

melakukan tindakan-tindakan pencegahannya seperti pompanisasi, suplai air bersih melalui tanki, hujan buatan, pengiriman bantuan dan sebagainya. Hujan buatan merupakan alternatif yang dipilih untuk mengatasi defisit air pada skala yang luas, baik intensitas defisit air maupun skala luas daerah yang terkena dampak kekeringan.

Demikian pula halnya dengan adanya anomali curah hujan di akhir tahun 2000, dimana curah hujan yang terjadi di bawah normal. Untuk mengantisipasi terjadinya kekeringan di tahun 2001-2002, maka Perum Jasa Tirta II bekerjasama dengan UPT Hujan Buatan telah melakukan kegiatan modifikasi cuaca di DAS Citarum untuk mengisi Waduk Saguling, Cirata dan Jatiluhur pada tanggal 12 Maret – 10 April 2001.

Kegiatan modifikasi cuaca di DAS Citarum dilakukan mengingat terjadinya kekurangan air sejak awal tahun 2001, dimana duga muka air (DMA) ketiga waduk yang terdapat di DAS Citarum, yaitu Waduk Saguling, Cirata, dan Jatiluhur di bawah dari pola rencana. DMA Waduk Saguling minus 8,26 meter, Cirata minus 1,79 meter dan Jatiluhur minus 2,96 meter jika dibandingkan dengan pola rencana, sehingga cadangan air di ketiga waduk defisit sebesar 486,36 juta m³.

Defisitnya air di ketiga waduk tersebut akan sangat berpengaruh pada sektor lain, mengingat keberadaan waduk-waduk tersebut sangat strategis dalam penyediaan air untuk berbagai keperluan. Di sektor pertanian Waduk Jatiluhur mampu memasok penyediaan air untuk irigasi pertanian seluas 242.000 ha. Areal sawah tersebut menghasilkan padi setara dengan ± 40% produksi Jawa Barat atau ± 8% produksi nasional setiap tahunnya. Sekitar 6 juta penduduk dengan matapecaharian petani dalam aktivitas pertanian sangat tergantung pada suplai air dari Waduk Jatiluhur. Di sektor industri, Waduk Jatiluhur menghasilkan tenaga listrik sebesar ± 1.000 juta kWh per tahun, dan fungsi lainnya seperti penyediaan air untuk air baku untuk keperluan air minum, perkotaan, industri, perikanan,

Tabel 2. Curah hujan yang terjadi di luar DAS Citarum dari tanggal 1 – 11 Maret 2001

Tgl	Tj. Priok	Rasela	Kemayoran	PK. Buono	Cileduk	Ps.Minggu	Halim Pk	Depok	Cengkareng	Kedoya	Bekasi	Tambun	Citeko	Bogor
1 Mar	0	10,0	7,5	8,0	33,3	42,0	11,8	35,0	24,0	17,0	3,0	0	15,4	6,5
2 Mar	0	0	0	1,0	2,8	0	0	0	2,8	5,0	1,0	14,0	5,3	2,1
3 Mar	0	0	0	0	0	0	0	0	2,1	ttu	0	0	0,3	6,1
4 Mar	8,3	4,0	0	0	ttu	0	0	0	5,0	0	0	0	7,0	2,8
5 Mar	0,8	Ttu	1,7	66,0	16,8	0	0,8	0	0	5,9	0	Ttu	6,9	3,5
6 Mar	17,3	12,0	11,4	2,0	0,2	0	Ttu	Ttu	12,5	3,0	0	0	16,2	3,5
7 Mar	0	0	0	0	1,2	0	0	0	0	0	0	0	0,5	ttu
8 Mar	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9,5
9 Mar	24,1	Ttu	0,2	7,0	31,6	53,0	4,6	8,0	0	0	54,0	51,0	28,0	10,2
10 Mar	0	0	0	50,0	9,0	40,0	97,0	0	1,0	0	12,0	34,0	0	ttu
11 Mar	39,1	41,0	41,7	10,0	69,5	0	0,4	ttu	56,2	10,7	23,0	12,0	44,0	21,0
Rerat	8,15	7,44	5,68	13,09	16,44	12,27	11,46	4,78	9,42	4,16	8,45	11,10	11,24	7,24

pariwisata dan sebagainya (Santoso, 2001).

Mengingat begitu vitalnya fungsi ketiga waduk tersebut kegiatan modifikasi cuaca dilakukan dengan tujuan agar dapat meningkatkan ketersediaan air yang ada. Diharapkan dengan meningkatnya ketersediaan air maka kebutuhan air, baik untuk irigasi, air minum, produksi listrik, industri dan sebagainya dapat dipenuhi, terlebih lagi pada musim kemarau tahun 2001.

2. BAHAN DAN METODE

2.1. Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah data curah hujan, data aliran sungai Citarum, dan data DMA Waduk Saguling, Cirata dan Jatiluhur. Data curah hujan yang digunakan adalah curah hujan harian yang diperoleh dari stasiun milik UPT Hujan Buatan (dari pos meteorologi), BMG, PJT II, TNI-AU, PLN dan milik Departemen Kimpraswil. Sedangkan data aliran dan DMA diperoleh dari stasiun pengukuran Waduk Saguling, Cirata dan Jatiluhur. Informasi data dilakukan dengan menggunakan telepon, faksimil dan telekomunikasi radio (SSB).

2.2. Metode Penelitian

Mengingat dalam kegiatan modifikasi cuaca kali ini menggunakan konsep sistem dan lingkungan, maka untuk mengetahui perubahan curah hujan dilakukan dengan menganalisis curah hujan di dalam dan di luar DAS Citarum. Pengertian konsep sistem dan lingkungan adalah akumulasi atau penipisan di dalam satu sistem sama dengan {jumlah pemindahan (*transport*) dari luar ke dalam sistem ditambah produksi di dalam sistem itu sendiri} dikurangi {jumlah pemindahan (*transport*) dari dalam ke luar sistem ditambah jumlah yang dikonsumsi di dalam sistem itu sendiri}. Dalam konsep sistem dan lingkungan dilakukan untuk meningkatkan *transport* awan atau uap air dari luar DAS ke dalam DAS ditambah dengan mengoptimalkan awan yang tersedia di dalam DAS, yaitu turun hujan sebelum keluar dari DAS (Sitorus, 2001).

Pada dasarnya, konsep sistem dan lingkungan tersebut adalah tambahan dan variasi dari kegiatan modifikasi cuaca seperti yang dilakukan pada kegiatan-kegiatan sebelumnya. Dalam konsep sistem dan lingkungan pemantauan terhadap pergerakan awan dilakukan secara terus menerus sehingga karakteristik awan pada suatu daerah dapat dikenali. Selain itu terdapat beberapa kegiatan baru dimana pada kegiatan sebelumnya tidak pernah dilakukan, seperti : a) menentukan

faktor dominan antara unsur global dan unsur lokal, b) mengoptimalkan intensitas radiasi matahari pada permukaan tanah melalui penyemaian awan *layer* atau jenis stratus, c) membuyarkan awan potensial di luar DAS pada daerah *inflow* (sisi suplai), d) membiarkan awan potensial tumbuh di luar DAS pada sisi *outflow* karena awan tersebut dapat berfungsi sebagai penahan aliran masa udara atau awan keluar dari DAS, e) membuyarkan awan tidak potensial sekitar awan potensial di dalam DAS supaya di sekitar awan potensial menjadi lebih lembab, f) menyemai awan potensial di dalam DAS untuk memicu proses *collision coalescence* agar proses pembesaran butir dipercepat sehingga hujan turun lebih cepat, dan sebagainya.

2.3. Evaluasi Curah Hujan dan Aliran

Evaluasi terhadap perubahan curah hujan dilakukan dengan menganalisis peningkatan atau penurunan rata-rata curah hujan wilayah. Analisis curah hujan juga dilakukan dengan membandingkan tebalnya curah hujan yang terjadi di dalam dan di luar DAS Citarum.

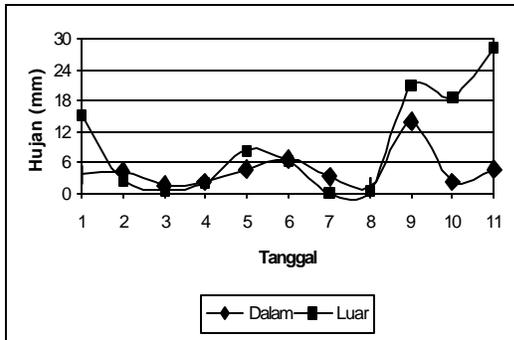
Evaluasi aliran sungai Citarum dilakukan dengan membandingkan debit aktual harian dengan debit rencana yang telah ditetapkan oleh PJT II. Perhitungan besarnya cadangan air yang tertampung di ketiga waduk dilakukan dengan menghitung selisih antara debit masukan, air masuk lokal dan debit keluaran sungai Citarum.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

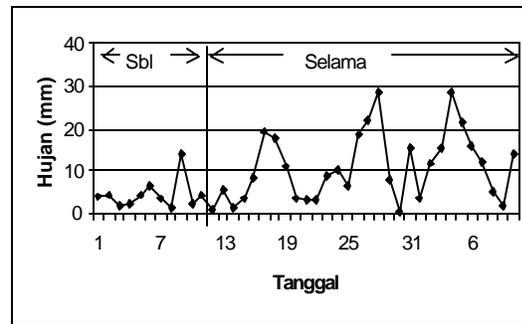
Pada dasa harian pertama bulan Maret 2001, yaitu tanggal 1 – 11 Maret 2001 rata-rata curah hujan yang terjadi di DAS Citarum lebih rendah dari pada di luar DAS Citarum. Pada periode tersebut curah hujan rata-rata wilayah DAS Citarum berkisar antara 1,2 – 14 mm/hari atau rata-rata keseluruhan sebesar 4,42 mm/hari. Kondisi demikian lebih rendah daripada rata-rata curah hujan di luar DAS Citarum, seperti di Jakarta, Bekasi, Depok, Bogor dan sekitarnya. Rata-rata curah hujan di luar DAS berkisar antara 4,16 – 16,44 mm/hari atau mencapai 9,5 mm/hari. Perbandingan antara curah hujan di dalam dan di luar DAS Citarum disajikan pada (Gambar 1 dan Tabel 2).

Rendahnya curah hujan demikian menyebabkan debit aliran Sungai Citarum semakin kecil, sebab sejak akhir tahun 2000 hingga diadakannya kegiatan modifikasi cuaca kondisinya sudah sangat kecil. Kondisi demikian menyebabkan debit Sungai Citarum juga kecil sehingga DMA di ketiga waduk yang terdapat di DAS Citarum kondisinya masih di bawah dari pola rencana operasi waduk.

Kecilnya curah hujan di DAS Citarum selama periode tersebut lebih disebabkan oleh adanya



Gambar 1. Perbandingan antara curah hujan rata-rata di dalam dan luar DAS Citarum tanggal 1 – 11 Maret 2001



Gambar 2. Perbandingan rata-rata curah hujan antara sebelum dan selama kegiatan modifikasi cuaca di DAS Citarum

pengaruh lokal dan global hujan yang terjadi di DAS Citarum yang lebih kecil daripada daerah di sekitarnya. Faktor global yang berpengaruh adalah adanya sistem tekanan rendah di Pantai Barat laut Australia dan Laut Cina Selatan. Sebab jika ditinjau dari aspek massa udara yang mengandung uap air yang masuk ke DAS Citarum pada awal bulan Maret sebenarnya potensinya cukup besar, yaitu yang berasal dari arah barat hingga barat daya dengan sumber dari Lautan Hindia dan Laut Cina Selatan. Kondisi tersebut berlangsung hingga 15 Maret 2001 yang menyebabkan awan-awan potensial yang terdapat di dalam DAS Citarum sedikit, namun di luar daerah target tersedia banyak.

Untuk mengatasi kendala yang demikian, maka dalam modifikasi cuaca, strategi penyemaian dilakukan dengan cara mengganggu kestabilan atmosfer di luar daerah target dengan cara mengganggu pertumbuhan awan-awan kecil dan berupaya segera menjatuhkan hujan dari awan-awan potensial di dalam daerah target. Adanya hujan maka timbul tekanan rendah lokal yang menyebabkan awan-awan di luar daerah target masuk ke dalam. Kondisi tersebut berlangsung hingga kestabilan atmosfer relatif berubah. Akibatnya awan-awan potensial yang semula banyak terdapat di luar daerah target menjadi berkurang dan sebaliknya di dalam banyak terbentuk sehingga curah hujan mulai meningkat intensitasnya.

Adanya pengaruh global yang dominan yaitu adanya tekanan rendah di selatan Jawa dan barat daya Jawa, menyebabkan disekitar Jawa Barat terjadi konvergensi pada tanggal 16 Maret 2001. Akibatnya pertumbuhan awan-awan berpotensi hujan terbentuk dengan jumlah yang banyak. Perubahan kondisi atmosfer tersebut berimplikasi pada strategi penyemaian, dimana curah hujan secepatnya dijatuhkan di dalam DAS Citarum agar awan-awan di luar DAS tertarik oleh tekanan rendah lokal ke dalam DAS. Dalam hal ini pengamatan

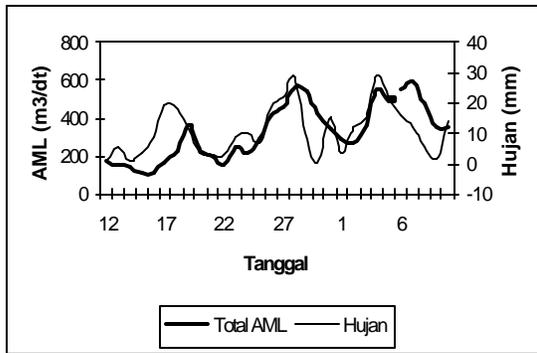
pergerakan dan pertumbuhan awan terus dimonitor dari pos meteorologi di Cariu, Ciwidey, Tanjungsari, Ciranjang, dan Kalijati.

Dengan adanya perubahan strategi penyemaian tersebut menyebabkan terjadi perubahan curah hujan yang cukup signifikan. Terlepas dari adanya faktor kebetulan seperti yang banyak diperdebatkan para pakar meteorologi, mengingat demikian besarnya faktor-faktor yang berpengaruh terhadap variabilitas curah hujan, namun secara matematis terlihat bahwa perubahan curah hujan terjadi secara nyata, dimana di dalam DAS Citarum terjadi kenaikan dan sebaliknya di luar DAS Citarum terjadi penurunan.

Hal ini merupakan suatu kenyataan. Jika sebelum kegiatan modifikasi cuaca yaitu tanggal 1 – 11 Maret 2001, rata-rata curah hujan yang terjadi sebesar 4,42 mm/hari, sedangkan selama kegiatan modifikasi cuaca yaitu tanggal 12 Maret – 10 April 2001 rata-rata curah hujan sebesar 10,84 mm/hari. Demikian pula jika ditinjau dari curah hujan maksimum harian, maka terjadi peningkatan, dimana periode sebelum sebesar 45 mm/hari di Chincona sedangkan periode selama sebesar 130,5 mm/hari di Kalijati (Tabel 3 dan Gambar 2).

Terjadinya peningkatan curah hujan tersebut berpengaruh langsung terhadap meningkatnya debit aliran Sungai Citarum. Akibatnya DMA dan volume air yang tertampung di ketiga waduk juga meningkat. Untuk menghitung besarnya debit aliran yang masuk ke masing-masing waduk, maka ditentukan besarnya air masuk lokal (AML) yang disebabkan oleh curah hujan setempat di sekitar daerah tangkapan air Waduk Saguling, Cirata dan Jatiluhur. Sedangkan AML DAS Citarum merupakan akumulasi dari AML yang masuk ketiga waduk tersebut. Gambar skematis yang menunjukkan pola AML Citarum dan rata-rata hujan DAS Citarum diperlihatkan pada Gambar 3.

Selama kegiatan modifikasi cuaca dilaksanakan rata-rata AML Sungai Citarum sebesar 326,96 m³/detik. Dibandingkan dengan



Gambar 3. Pola total AML Sungai Citarum dan rata-rata hujan wilayah di DAS Citarum selama kegiatan modifikasi cuaca.

periode sebelumnya (1 - 11 Maret 2001) berarti terjadi kenaikan sebesar 140,73 m³/detik, karena pada periode tersebut rata-rata AML hanya sebesar 186,23 m³/detik. Sedangkan jika dilihat dari perubahan AML harian, maka kenaikan AML tersebut terjadi pada tanggal 7 April 2001 yaitu sebesar 593,78 m³/detik, kemudian berturut-turut adalah 561,91 m³/detik (28 Maret 2001), 552,35 m³/detik (6 April 2001), dan seterusnya.

Dengan naiknya AML, maka secara langsung berpengaruh pada kenaikan DMA. Secara keseluruhan terjadi kenaikan DMA di Waduk Saguling sebesar 3,64 meter dengan air masuk lokal (AML) sebesar 443,81 juta m³, kenaikan DMA di Waduk Cirata sebesar 1,70 meter dengan AML sebesar 358,04 juta m³, dan kenaikan DMA di Waduk Jatiluhur sebesar 3,44 meter dengan AML sebesar 45,48 juta m³. Air keluar di Waduk Jatiluhur selama kegiatan berjumlah 288,27 juta m³. Hasil perhitungan aliran di masing-masing waduk, seperti DMA, AML, air keluar, dan volume AML serta volume air yang tertampung di DAS Citarum secara lengkap disajikan pada Tabel 4. Dengan demikian maka volume air yang tertampung di ketiga waduk adalah 559,06 juta m³. Adanya tambahan air tersebut maka untuk kebutuhan air pada musim tanam gadu 2001 di daerah irigasi Jatiluhur cukup tersedia, bahkan masih terdapat cadangan air sebesar 1.440,26 juta m³.

4. KESIMPULAN

Adanya kegiatan modifikasi cuaca telah menyebabkan terjadinya kenaikan rata-rata curah hujan di DAS Citarum yaitu sebesar 10,84 mm/hari. Rata-rata curah hujan tersebut lebih tinggi 245,25% bila dibandingkan dengan rata-rata curah hujan

sebelum kegiatan modifikasi cuaca yaitu tanggal 1 – 11 Maret 2001, dimana rata-rata curah hujannya hanya sebesar sebesar 4,42 mm/hari. Kenaikan tersebut tidak hanya tebal hujan tetapi juga meningkatkan jumlah hari hujan dan distribusi hujan.

Akibat tingginya hujan maka terjadi kenaikan DMA di Waduk Saguling sebesar 3,64 meter, Waduk Cirata sebesar 1,70 meter dan Waduk Jatiluhur sebesar 3,44 meter. Secara total jumlah air yang tertampung di tiga waduk sebanyak 559,06 juta m³, yaitu merupakan selisih dari volume total aliran yang masuk (847,33 juta m³) dengan air yang dikeluarkan selama kegiatan di Waduk Jatiluhur sebesar 288,27 juta m³.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada rekan-rekan di UPT Hujan Buatan, khususnya yang terlibat langsung di lapangan pada saat pelaksanaan kegiatan modifikasi cuaca di DAS Citarum. Tanpa adanya bantuan dan kerjasama, maka sangat sulit bagi penulis untuk menyusun makalah penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Imron, M., 1999: Kebijakan Nasional Dalam Pengelolaan Sumberdaya Air dan Lingkungan, Makalah Utama dalam Seminar Sehari Kebutuhan Air Bersih dan Hak Azasi Manusia, Masyarakat Hidrologi Indonesia – Panitia Nasional Program Hidrologi – HATHI, Jakarta.
- Pawitan H., 1996: Keseimbangan Air Hidrologi di Indonesia Menurut Kabupaten (Hydrology Water Balance of Indonesia), Lembaga Penelitian IPB, Bogor.
- Santoso, H.T., 2001, Pengalaman Perum Jasa Tirta II, Dalam Antisipasi Penyimpangan Iklim dan Penanggulangannya. Perum Jasa Tirta II. Purwakarta.
- Saragih, B., 2001: Mengantisipasi Penyimpangan Iklim El-Nino Serta Implementasi Kebijakan Sektor Pertanian. Makalah Seminar Antisipasi ElNino Tanggal 21 Februari 2001. PERAGI. Bogor.
- Sitorus, B. P., 2001: Teknologi Modifikasi Cuaca dengan Menerapkan Konsep Sistem dan Lingkungan, Tidak diterbitkan.

DATA PENULIS

SUTOPO PURWO NUGROHO. Lahir di Boyolali pada tanggal 7-10-1969. Menyelesaikan pendidikan S-1 di Program Studi Hidrologi, Jurusan Geografi Fisik, Fakultas Geografi UGM Yogyakarta pada tahun 1994. Lulus S2 Program Studi Pengelolaan DAS di IPB Bogor pada tahun 2000. Kursus yang pernah diikuti antara lain AMDAL A, AMDAL B dan Meteorologi/Modifikasi Cuaca. Tahun 1994-2001 bekerja sebagai peneliti di Kelompok Hidrologi dan Lingkungan, UPT Hujan Buatan, BPPT. Sejak tahun 2001 hingga sekarang bekerja di Pusat Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pengelolaan Sumberdaya Lahan dan Kawasan BPPT.

SUNU TIKNO Lahir di Yogyakarta 1958. Lulus S1 Geografi Jurusan Hidrologi UGM 1985. Bekerja di UPT Hujan Buatan BPP Teknologi sejak 1987 sampai sekarang sebagai staf peneliti kelompok Hidrologi dan Lingkungan. Tahun 1991 sampai 1992 sebagai Ketua Kelompok Hidrologi dan Lingkungan. Pada tahun 1992 melanjutkan pendidikan Pasca Sarjana (S2) di IPB pada program Studi Pengelolaan DAS (*Watershed Management*). Kursus dan pelatihan yang pernah diikuti : AMDAL A dan (GIS). Pada tahun 2001 diangkat sebagai Peneliti Muda.

Tabel 3. Perbandingan antara curah hujan yang terjadi di DAS Citarum dari tanggal 1 – 11 Maret 2001 (sebelum kegiatan modifikasi cuaca) dan 12 Maret - 10 April 2001 (selama kegiatan modifikasi cuaca)

No	Stasiun	Tanggal													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	Tanjungsari	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0	0	0,5
2	Ciranjang	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	0	0	0
3	Cariu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20	0	0	0
4	Ciwidey	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,5	0	0	1
5	Husein	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0
6	Kalijati	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	2	60	20,8
7	Cicalengka	1	0	0	0	0	0	19	2	1	0	11	0	0	0
8	Paseh	12	1	0	1	3	13	2	2	4	2	2	3	14	0
9	Chincona	12	17	1	11	4	8	8	5	45	1	1	2	1	6
10	Ciparay	10	0	0	0	0	7	7	2	1	0	13	0	0	0
11	Ujungberung	0	0	0	0	5	2	3	10	10	0	2	0	0	0
12	Bandung	0	0	0	4	1	8	5	0	0	1	0	0	0	0
13	Montaya	0	0	14	1	5	12	6	0	48	0	1	0	0	3
14	Sukawana	1	0	0	0	1	4	7	0	0	14	1	1	0	0
15	Saguling DAM	1	4	4	2	2	18	3	0	0	0	7	0	0	0
16	Cisondari	4	0	1	0	1	3	0	0	33	0	0	0	0	0
17	Cikundul	0	0	0	3,5	0	12	0	2	39	0	12,5	0	19	0
18	Cibalagung	3	17,5	0	0	5	10	0	0	19,5	2,5	2,5	0	3,5	0
19	Cisokan	9,5	28	1	2,5	33	8	0	0	16	0	3,5	0,5	0	0
20	Cimeta	0	0	0	6	4	0	0	0	8,5	0	4	0	0	0
21	Cirata	0	0	0	0	3	0	0	0	17	0	10,5	5	21	0
22	Janggari	3,5	8,5	0	0	4,5	3	0	0	8,5	3,5	0	0	0	0
23	Cipicung	0	0	0	1,5	5	0	0	0	15	0	8,5	9	17	0
24	Padalarang	2	5	3,5	7	9,5	5,5	3,5	0	0	2	0	0	0	0
25	Pacet	13	1	9	3	0	11	0	0,5	0,5	19	6,5	0,5	0	0
	Rerata	3,79	4,32	1,76	2,24	4,53	6,55	3,34	1,24	14	2,37	4,52	0,96	5,65	1,28

Lanjutan Tabel 3

No	Stasiun	Tanggal													
		15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
1	Tanjungsari	0,5	19	16	16,5	8,5	1,5	1,3	22	23	24	25	26	27	28
2	Ciranjang	0	2	5	20,8	30,7	1,8	2,5	24,5	5	4,5	5,5	40,3	21,5	21,5
3	Cariu	0	0	2,5	3	8	3,5	0	0,5	2,8	3	1,5	6,3	28	12,7
4	Ciwidey	0	6,5	13,5	55,5	2	12	4	0,5	0,5	0	11	12,5	2	10
5	Husein	0	0	7,4	19,5	10,2	7,2	3,8	0,75	2,25	21,5	13	19,8	82,5	27
6	Kalijati	82,5	2	16,5	16	35	0,3	2	0	22,6	12	3,6	41,5	31	17,8
7	Cicalengka	2	11	46	10	9	0	0	0	22,5	26	0	0	24,5	113
8	Paseh	0	4	17	13	2	0	8	4	0	3	15	0	11	25
9	Chincona	1	58	13	36	6	6	3	14	1	27	28	20	23	25
10	Ciparay	0	0	12	29	5	4	1	20	2	26	14	24	17	14
11	Ujungberung	0	0	9	9	3	0	2	9	4	6	6	13	14	19
12	Bandung	0	0	4	19	6	0	4	1	1	19	5	2	2	3
13	Montaya	0	1	0	7	8	1	7	0	15	16	3	37	23	21
14	Sukawana	0	9	27	26	8	0	4	3	12	10	15	9	4	50
15	Saguling DAM	0	2	23	12	5	6	5	2	16	22	6	14	44	11
16	Cisondari	0	4	6	19	2	4	3	1	4	3	2	11	7	12
17	Cikundul	0	12,5	14,5	11	7,5	2,5	1	0	8	1	7	13	47	27
18	Cibalagung	0	4	22,5	61	8,5	2,5	0	3,5	1,5	10,5	1,5	17,5	48,5	33
19	Cisokan	0	9,5	7,5	5,5	16,5	10,5	0,5	0	2	1,5	3,5	60	34,5	21,6
20	Cimeta	0	3,5	10,5	16	34	8,5	1	1,5	1,5	4,5	2	44	9	8,5
21	Cirata	0	32	66	2,5	14,5	0,5	3,5	0	7	2	0,5	2,5	13	5
22	Janggari	0	13	34	15,5	30	2,5	4,5	0	40	2,5	1	10	5	74,4
23	Cipicung	0	21	48	1,5	15	5	1,5	0	31	2,5	4,5	49	24,5	38
24	Padalarang	0	0	2	2	0	8,5	6,5	2,5	0	11	8,5	12	3,5	69,5
25	Pacet	0,5	3	53	14	1	0,5	3	0	0	8,5	7	5	9,5	11
	Rerata	3,58	8,25	19,2	17,7	11,1	3,62	2,95	9	10	0,5	3	15	23	35
									3,0	8,6	10,0	6,7	18,3	22,1	28,5

No	Stasiun	Tanggal													Jml
		29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	Tanjungsari	7,25	0	4	8,5	2	54,5	2,6	4	31,5	1,5	0	0	0	64,8
2	Ciranjang	12,5	0	21	0	7,5	35,5	57,5	2,5	21,5	11	0	0	0	64,8
3	Cariu	0,5	0	4,8	1	39	0,5	1	5	52	1,5	0	0	0	37
4	Ciwidey	14	0	25,8	0	0	14,8	19,8	36,3	8,5	11	14	0	5	95
5	Husein	0,5	0	15,6	0	4,6	8,6	27	36	5,4	0,4	0	8,4	27	48,1
6	Kalijati	5,5	0	67	54,5	66,5	34	44,8	131	40	14,6	3	24,4	8	237,1
7	Cicalengka	6	1	16	0	16	5	4	6	5	6	0	0	5	112
8	Paseh	24	0	24	0	0	32	42	9	54	16	22	2	3	103
9	Chincona	2	0	2	0	4	16	15	31	22	30	2	0	18	245
10	Ciparay	2	1	32	6	25	10	16	14	33	24	24	0	10	91
11	Ujungberung	6	0	2	19	5	8	1	6	2	20	0	0	18	55
12	Bandung	1	0	18	0	3	12	28	11	0	1	0	0	25	52
13	Montaya	6	0	38	0	2	3	68	20	6	23	45	0	6	114
14	Sukawana	4	0	20	0	0	15	24	3	9	7	4	0	16	103
15	Saguling DAM	3	0	18	0	0	16	15	54	6	16	0	0	40	94
16	Cisondari	4	1	14	0	6	13	22	20	30	31	0	2	21	80
17	Cikundul	3,5	0	1,5	4,5	8	12	82	2,5	9	1	0	0	3,5	137
18	Cibalagung	4	0	7	0	20,5	4,5	16	38	25	20	0	0	10,5	162
19	Cisokan	6	0	2	0	1,6	16,5	18	2,5	11,5	4	0	0	71,5	152
20	Cimeta	2	0	9	0	8,5	22	13	23,5	4,5	28	0	0	0,5	96
21	Cirata	40,5	0	15	0	28,5	38,5	54	3,5	1,5	0	0	0	2,5	175,5

Tabel 4. Hasil perhitungan duga muka air (DMA), perubahan DMA (N/T), air masuk lokal (AML), air keluar (AK), dan volume AML untuk Waduk Saguling, Cirata dan Jatiluhur selama kegiatan modifikasi cuaca pada tanggal 12 Maret – 10 April 2001

TGL	SAGULING					CIRATA						JATILUHUR						CITARUM	
	DMA	N/T	AML	AK	Volume	DMA	N/T	AM	AK	AML	Volume	DMA	N/T	AM	AK	AML	Volume	Total	Total
	m				AML	m					AML	m					AML	AML	Volume
maks.	643.00	m	m3/dt	m3/dt	(juta m3)	220.00	m	m3/dt	m3/dt	m3/dt	(juta m3)	107.00	m	m3/dt	m3/dt	m3/dt	(juta m3)	m3/dt	(juta m3)
min.	623.00					205.00						92.00							
12-Mar-01	637.82		97.20	59.03	8.40	214.95		135.37	122.50	76.34	6.60	98.19		130.46	97.70	7.96	0.69	181.50	15.68
13-Mar-01	637.85	0.03	68.50	59.93	5.92	214.96	0.01	124.27	137.14	64.34	5.56	98.23	0.04	149.34	93.34	12.20	1.05	145.04	12.53
14-Mar-01	637.85	0.00	64.79	64.80	5.60	214.95	-0.01	126.49	139.35	61.69	5.33	98.33	0.10	150.55	82.44	11.20	0.97	137.68	11.90
15-Mar-01	637.80	-0.05	52.63	65.29	4.55	214.89	-0.06	112.25	150.80	46.96	4.06	98.42	0.09	158.66	78.35	7.86	0.68	107.45	9.28
16-Mar-01	637.72	-0.08	47.96	67.34	4.14	214.82	-0.07	123.01	155.09	55.67	4.81	98.50	0.08	159.98	86.06	4.89	0.42	108.52	9.38
17-Mar-01	637.63	-0.09	61.25	94.74	5.29	214.80	-0.02	176.82	151.15	82.08	7.09	98.57	0.07	179.09	108.00	27.94	2.41	171.27	14.80
18-Mar-01	637.55	-0.08	120.37	75.27	10.40	214.87	0.07	171.59	139.47	96.32	8.32	98.66	0.09	147.65	108.26	8.18	0.71	224.87	19.43
19-Mar-01	637.71	0.16	190.04	90.67	16.42	214.96	0.09	255.37	126.50	164.70	14.23	98.68	0.02	135.55	107.26	9.05	0.78	363.79	31.43
20-Mar-01	637.87	0.16	124.79	87.54	10.78	215.11	0.15	185.50	150.61	97.96	8.46	98.76	0.08	159.26	110.70	8.65	0.75	231.40	19.99
21-Mar-01	637.90	0.03	103.12	90.10	8.91	215.14	0.03	173.12	153.71	83.02	7.17	98.84	0.08	160.22	109.71	6.51	0.56	192.65	16.64
22-Mar-01	637.89	-0.01	91.54	92.11	7.91	215.17	0.03	155.44	192.24	63.33	5.47	98.89	0.05	198.50	113.27	6.26	0.54	161.13	13.92
23-Mar-01	637.90	0.01	127.00	89.92	10.97	215.12	-0.05	176.31	182.77	86.39	7.46	98.99	0.10	216.21	110.40	33.44	2.89	246.83	21.33
24-Mar-01	637.92	0.02	129.67	92.80	11.20	215.10	-0.02	157.94	190.23	65.14	5.63	99.12	0.13	210.54	111.00	20.31	1.75	215.12	18.59
25-Mar-01	637.97	0.05	170.75	61.05	14.75	215.04	-0.06	162.14	129.85	101.09	8.73	99.23	0.11	142.67	109.97	12.82	1.11	284.66	24.59
26-Mar-01	638.23	0.26	195.58	63.23	16.90	215.12	0.08	269.15	152.59	205.92	17.79	99.25	0.02	163.16	120.26	10.57	0.91	412.07	35.60
27-Mar-01	638.54	0.31	214.08	92.96	18.50	215.35	0.23	310.25	199.68	217.29	18.77	99.30	0.05	219.74	121.35	20.06	1.73	451.43	39.00
28-Mar-01	638.86	0.32	237.79	100.50	20.55	215.49	0.14	395.61	271.49	295.11	25.50	99.43	0.13	300.52	119.46	29.03	2.51	561.93	48.55
29-Mar-01	639.16	0.30	252.21	103.90	21.79	215.68	0.19	375.31	283.48	271.41	23.45	99.72	0.29	305.00	118.92	21.52	1.86	545.14	47.10
30-Mar-01	639.39	0.23	198.08	113.63	17.11	215.81	0.13	328.84	341.98	215.21	18.59	99.91	0.19	350.41	118.93	8.43	0.73	421.72	36.44
31-Mar-01	639.38	-0.01	184.79	103.70	15.97	215.72	-0.09	257.32	237.61	153.62	13.27	100.18	0.27	244.89	119.64	7.28	0.63	345.69	29.87
01-Apr-01	639.64	0.26	188.87	70.86	16.32	215.80	0.08	148.29	148.29	77.43	6.69	100.30	0.12	168.93	118.72	20.64	1.78	286.94	24.79
02-Apr-01	639.76	0.12	146.92	101.56	12.69	215.85	0.05	204.94	158.84	103.38	8.93	100.33	0.03	177.01	118.35	18.17	1.57	268.47	23.20
03-Apr-01	639.83	0.07	170.67	78.38	14.75	215.90	0.05	228.79	189.22	150.41	13.00	100.42	0.09	237.24	119.65	48.02	4.15	369.10	31.89
04-Apr-01	640.03	0.20	273.54	118.53	23.63	215.92	0.02	359.59	300.13	241.06	20.83	100.58	0.16	336.63	117.31	36.50	3.15	551.10	47.62
05-Apr-01	640.32	0.29	271.45	126.27	23.45	216.05	0.13	332.42	292.71	206.15	17.81	100.88	0.30	304.04	117.52	11.33	0.98	488.93	42.24
06-Apr-01	640.58	0.26	278.71	142.86	24.08	216.17	0.12	349.94	210.48	207.08	17.89	101.07	0.19	277.04	121.65	66.56	5.75	552.35	47.72
07-Apr-01	640.86	0.28	341.20	139.42	29.48	216.37	0.20	360.27	226.79	220.85	19.08	101.24	0.17	258.52	121.95	31.73	2.74	593.78	51.30
08-Apr-01	641.20	0.34	304.33	109.05	26.29	216.55	0.18	269.74	229.57	160.69	13.88	101.39	0.15	237.66	117.66	8.09	0.70	473.11	40.88
09-Apr-01	641.43	0.23	224.87	159.40	19.43	216.61	0.06	280.10	246.58	120.70	10.43	101.49	0.10	251.78	118.54	5.20	0.45	350.77	30.31
10-Apr-01	641.46	0.03	204.00	162.37	17.63	216.65	0.04	313.95	300.53	151.58	13.10	101.63	0.14	304.73	118.30	4.20	0.36	359.78	31.08
Jumlah					443.81														
Total Naik		3.64					1.70						3.44					9804.22	
Rata-rata		0.13	171.22	95.91			0.06		197.05	138.10			0.12		114.25	17.54		326.81	