

# KAJIAN KEGIATAN MODIFIKASI CUACA DI CATCHMENT AREA TOWUTI, SULAWESI SELATAN (Kasus Tahun 1998)

Jon Arifian<sup>1</sup>

## Abstract

*Long dry season and el-niño phenomena during 1997 had caused the decrease of water resource in place for storing it. That decrease caused limited amount of water for various public activities and economically impacted negative. Weather modification as one of alternative technology had applied for solving it problem. Different from conventional technique, this activity had applied base cloud seeding technique on seedable cloud in order to create rainfall enhancement. Seeding agent used was hygroscopic type and was packed into flare. During this activity, there was generally increase amount of rainfall and lake level in target area.*

## Intisari

*Musim kemarau yang panjang dan fenomena el-niño selama tahun 1997 telah menyebabkan menurunnya sumberdaya air di tempat-tempat penyimpanannya. Adanya penurunan tersebut menyebabkan terbatasnya jumlah air yang dapat digunakan untuk berbagai aktifitas di masyarakat sehingga berdampak luas secara ekonomi. Untuk itulah maka diterapkan teknologi modifikasi cuaca sebagai salah satu alternatif untuk mengatasi penurunan tersebut. Berbeda dengan teknik konvensional, kegiatan kali ini menerapkan teknik seeding di dasar awan pada awan-awan yang berpotensi hujan agar terjadi penambahan curah hujan. Bahan semai yang digunakan adalah bersifat hygroscopic yang dikemas dalam bentuk flare. Secara umum selama kegiatan ini berlangsung terjadi penambahan jumlah curah hujan dan tinggi muka air danau di daerah target.*

**Kata kunci :** modifikasi cuaca, flare, awan, curah hujan, inflow, tinggi muka air.

## 1. PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Penyimpangan jumlah sumberdaya air permukaan merupakan suatu permasalahan yang terjadi secara periodik di wilayah Indonesia. Penyimpangan ini biasanya disebabkan oleh perubahan lama periode musim hujan atau musim kemarau dari periode musim pada tahun-tahun normal. Salah satu akibat dari perubahan tersebut adalah terjadinya musim kemarau yang panjang, seperti yang terjadi pada tahun 1997, 1992 dan tahun-tahun kering sebelumnya.

Dari beberapa kejadian tersebut, musim kemarau pada pertengahan 1997 yang berlangsung hingga pertengahan 1998 merupakan salah satu kemarau yang berdampak cukup ekstrim, baik dari skala keruangan yang dicakupinya maupun lama periode waktu terjadinya. Disamping itu musim kemarau ini diperparah dengan terjadinya fenomena el-niño. Hal ini terindikasi dari dua parameter global yaitu *sea surface temperature* (SST) dan *south oscillation index* (SOI) pada saat itu (<http://www.dnr.cld.gov.au/longpdk.ipsoidat.htm>).

1. UPT Hujan Buatan-BPP Teknologi, Jl. M. H. Thamrin No 8, Jakarta 10340

Tingginya anomali SST di Pasifik timur equator hingga +2.8°C (nino 34) pada bulan Nopember 1997 mengindikasikan bahwa masa udara lembab banyak terbentuk di daerah tersebut, sedangkan parameter SOI yang mencapai -24.3 pada bulan Juni 1997, menunjukkan bahwa wilayah Pasifik barat equator termasuk sebagian wilayah Indonesia dominan dipengaruhi oleh pergerakan masa udara kering dari benua Australia.

Dengan memperhatikan faktor-faktor di atas serta terjadinya bencana lain yang mengikutinya seperti kebakaran hutan di mana-mana, maka periode kemarau yang disertai dengan kekeringan ini dapat digolongkan sebagai bencana nasional karena berpotensi mengancam sumber-sumber perekonomian, terutama yang bersentuhan langsung dengan keberadaan air.

Kelangkaan sumberdaya air pada periode kemarau tersebut juga dialami oleh PT. INCO, sebuah perusahaan multinasional yang bergerak di bidang penambangan nikel di Sulawesi Selatan. Hal ini berawal dari turunnya tinggi muka air (TMA) danau Towuti, sehingga PLTA Larona sebagai outlet danau tersebut tidak dapat difungsikan secara optimal dalam memasok energi listrik untuk menunjang semua proses pasca penambangan hingga terpisahnya bijih nikel, yang akhirnya berdampak pada penurunan produksi. Tercatat

pada bulan Nopember 1997 posisi TMA 316,41 m atau turun 2 m lebih dari TMA pertengahan 1997. Posisi tersebut adalah yang paling kritis selama pemanfaatan air danau Towuti oleh PLTA Larona.

Untuk mengantisipasi keadaan tersebut PT. INCO selaku pengelola danau Towuti, telah melakukan beberapa upaya mempertahankan ketersediaan air danau, diantaranya dengan mengefisienkan penggunaan air selama periode tersebut, penghematan listrik, menerapkan teknologi modifikasi cuaca, dan sebagainya.

Dari beberapa upaya yang dilakukan tersebut, teknologi modifikasi cuaca untuk menambah jumlah curah hujan di *catchment area* (daerah aliran sungai) danau Towuti merupakan hal yang cukup menarik untuk dikaji. Selain disebabkan oleh kompleksnya penyusunan parameter untuk mengevaluasi tingkat keberhasilannya, teknologi ini terbilang baru di Indonesia terutama dari teknik penyampaian *seeding agent* (bahan semai) ke dalam awan, yang dalam kegiatan ini menggunakan *flare* beserta teknik-teknik penunjangnya (teknologi *flare*).

Kegiatan untuk menambah curah hujan (rain enhancement) pada prinsipnya adalah upaya merekayasa proses fisis di dalam awan agar terjadi peningkatan efisiensi proses sehingga secara keseluruhan menambah curah hujan. Adanya perlakuan ini diharapkan dapat menimbulkan respon positif di dalam awan sehingga proses alamiah yang terjadi menjadi lebih optimal yang akhirnya menghasilkan curah hujan dalam jumlah yang lebih banyak. Bagaimana metode pelaksanaannya dan evaluasi hasil kegiatan tersebut, maka disini akan dicoba untuk dipaparkan berdasarkan ukuran jumlah curah hujan serta perubahan TMA danau Towuti.

## 1.2. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah memaparkan dan mengevaluasi secara garis besar hasil kegiatan modifikasi cuaca yang menggunakan teknologi *flare* untuk menambah jumlah curah hujan di *catchment area* sekaligus menaikkan TMA danau Towuti.

## 2. METODE

### 2.1 Daerah Kerja

Dalam kegiatan modifikasi cuaca yang dilaksanakan mulai 21 April s.d. 30 Juni 1998 ini, daerah operasinya meliputi seluruh *catchment area* danau Towuti. Di dalam *catchment* yang luasnya 2.444 km<sup>2</sup> ini, selain danau Towuti terdapat dua danau lainnya yang terhubung secara kaskade dengan danau Towuti yaitu danau Matano dan danau Mahalona. Disekitar danau-

danau tersebut terdapat lahan yang pemanfaatannya untuk pertanian, perkebunan dan sebagian besar hutan alami yang saat ini juga mengalami kekeringan. Oleh karena itu kegiatan modifikasi cuaca ini selain membantu menaikkan TMA danau juga akan bermanfaat bagi sektor-sektor lainnya.

### 2.2. Bahan dan Alat Penelitian

Bahan yang digunakan dalam kegiatan modifikasi cuaca ini adalah *flare*, yaitu kemasan bahan semai yang apabila dinyalakan akan menghasilkan partikel-partikel berukuran mikron meter. Partikel-partikel ini di dalam awan akan berfungsi efektif sebagai *cloud condensation nuclei* (CCN) karena jenis dan sifat bahan-bahan penyusunnya. Ada dua jenis *flare* yang digunakan pada kegiatan ini, yaitu *hygroscopic flare* dan *ejectable flare*. *Hygroscopic flare* adalah *flare* dengan bahan utama bersifat *hygroscopic* seperti natrium klorida (NaCl) sedangkan *ejectable flare* adalah *flare* yang bahan utamanya berfungsi sebagai pengikat butiran es seperti silver iodide (AgI). *Hygroscopic flare* ini hanya digunakan untuk jenis *warm cloud* (awan panas) yang biasa terdapat di daerah tropis. Sedangkan *silver iodide* (AgI) yang dikemas dalam *ejectable flare* yang digunakan hanya untuk jenis *cold cloud* (awan dingin) yang dilepaskan di atas *freezing level*.

Peralatan yang digunakan untuk menaburkan bahan-bahan tersebut adalah pesawat terbang. Dalam kegiatan ini pesawat yang digunakan adalah pesawat mesin ganda PIPER N178R yang berpangkalan di landasan udara perintis milik PT. INCO di Soroako, yang berada di dalam *catchment area* danau Towuti. Pesawat tersebut sebelumnya telah dimodifikasi dengan dilengkapi sistem pembakaran dan pelontaran *flare* yang berada dibawah kontrol pilot. Selain pesawat terbang, peralatan penting lainnya yang digunakan dalam kegiatan ini adalah *Ellason weather radar* tipe *E400-X Band*. Alat yang ditempatkan secara stationer ini dilengkapi oleh layar monitor yang secara *visual* dapat menginformasikan intensitas presipitasi dari awan-awan yang berada di dalam maupun di sekitar *catchment area*, sehingga informasi yang diperoleh dari peralatan ini dapat digunakan oleh pilot dalam memutuskan awan-awan mana yang akan disemai.

Selain peralatan tersebut di atas, kegiatan ini juga didukung oleh peralatan penakar curah hujan yang tersebar di *catchment area*, Internet untuk download data cuaca, dan lain-lain.

### 2.3. Metode Penelitian

Pada prinsipnya, presipitasi dapat dipicu dengan memanfaatkan tahap ketidak-stabilan pada suatu sistem awan. Tahapan tersebut berlangsung

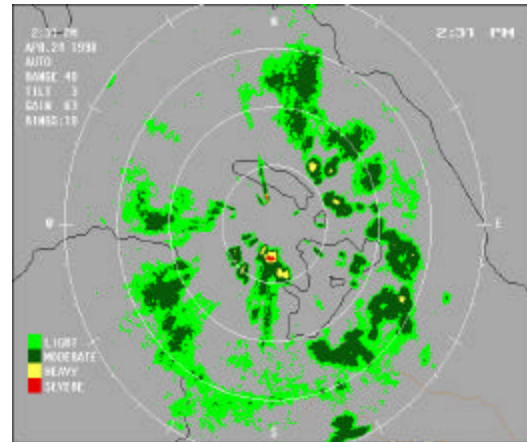
sebelum awan berkembang ke kondisi *mature* (matang), dimana dalam sistem awan terdapat uap air serta butiran air dengan ukuran yang tidak homogen yang senantiasa bergerak. Butiran-butiran tersebut berpotensi untuk bergerak keluar dari sistem dalam bentuk presipitasi, tetapi potensi itu saja kadang tidak cukup. Dari beberapa hasil penelitian, relatif sedikit butiran besar yang dapat tumbuh dari penambahan butir-butir kecil lainnya. Pada proses hujan alami dari awan panas, hanya satu butiran dari  $10^6$  tumbuh menjadi tetes hujan, atau hanya satu butiran dalam volume 5 liter awan.

Oleh karena itu pendekatan yang dilakukan untuk men-stimulate hujan dari awan panas adalah menambahkan konsentrasi butiran *hygroscopic* ke dalam udara yang sedang naik di atas dasar awan. Butir-butir tersebut berpeluang berada pada pergerakan vertikal dan mengikuti lintasan ke atas dan ke bawah dari butir-butir awan. Butiran tersebut harus berukuran cukup besar agar berada di posisi yang baik untuk tumbuh, tetapi tidak terlalu besar karena akan jatuh sebelum bertahan lama di dalam awan. Ukuran radius butiran yang disarankan berada pada interval 20 – 30  $\mu\text{m}$  (Rogers, 1979). Dan butiran bahan semai homogen dengan ukuran tersebut saat ini hanya mampu dihasilkan dengan menggunakan teknologi *flare*.

Sedangkan pada awan-awan dingin (di atas 15 ribu feet), terdapat fase termodinamika yang tidak stabil sehubungan dengan keberadaan butir-butir yang amat dingin (kristal es). Sekitar satu kristal es per liter pada bagian atas dari suatu awan jenis ini, cukup untuk memicu berkembangnya presipitasi. Pada temperatur sekitar  $-20^\circ\text{C}$  atau lebih dingin akan terbentuk partikel inti secara alami. Penambahan partikel es buatan ke dalam awan dingin, dengan konsentrasi 1 partikel per liter, memungkinkan terjadinya kenaikan presipitasi. Tetapi teknik ini efektif pada temperatur yang lebih hangat, sekitar  $-5^\circ\text{C}$ . Pada kegiatan kali ini, bahan semai yang digunakan untuk membentuk kristal es adalah *silver iodide* (AgI).

Bahan-bahan semai tersebut, kemudian dimasukkan kedalam awan yang menjadi target penyemaian atas dasar potensi dari masing-masing awan. Potensi ini terobservasi oleh peralatan radar berdasarkan intensitas presipitasi yang terjadi di dalam awan tersebut. Kandungan air ini diindikasikan oleh *radar echos* dengan empat warna pada monitor, dengan spesifikasi: *light green* untuk intensitas ringan, *dark green* untuk intensitas sedang, *yellow* untuk intensitas tinggi dan *dark orange* untuk intensitas sangat tinggi. Selain itu radar juga menyajikan data ketinggian puncak awan yang dapat dimanfaatkan untuk mengetahui keberadaan awan-awan dingin di lokasi penelitian. Dengan data-data tersebut, aktifitas penyemaian akan dilaksanakan jika termonitor *radar echoes* minimal berwarna dark

green atau menandakan adanya *seedable clouds*.



Gambar 1. Kenampakan awan di daerah kegiatan oleh radar, tanggal 24 April 1998 jam 14.31 Wita.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

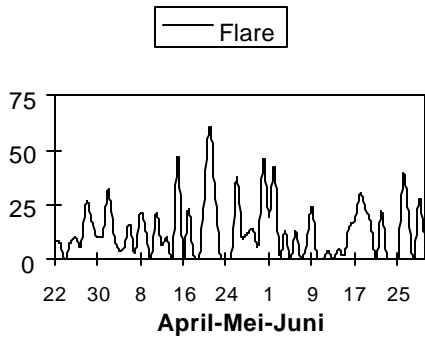
#### 3.1. Kondisi Cuaca dan Awan

Pada 21-30 April, data skala sinop menunjukkan bahwa pusat tekanan tinggi yang mempengaruhi kepulauan Indonesia berada di bagian barat dari lautan Pasifik dan barat daya Australia. Kondisi ini mengakibatkan kecenderungan masa udara basah dari Pasifik bergerak mendekati wilayah timur dan utara Indonesia dengan indikasi dominannya angin dari arah timur laut serta udara yang relatif lembab pada lapisan 850 mb (mencapai 80%) hingga 700 mb (mencapai 60%). Sehingga peluang terjadinya pertumbuhan awan di wilayah ini serta pulau Sulawesi khususnya cukup tinggi.

Sedangkan pertumbuhan awan di daerah target yang terpantau oleh radar menunjukkan bahwa lokasi dominan terjadinya pertumbuhan berada di luar hingga *barrier* dari *catchment area*, seperti contoh data radar pada tanggal 24 April (Gambar 1). Namun demikian masih termonitor pertumbuhan *seedable clouds* di dalam *catchment area*. Penyemaian awan-awan tersebut pada periode 22-30 April ini, tercatat menghabiskan flare sebanyak 95 buah atau rata-rata 10 flare per hari (Gambar 2).

Memasuki minggu-minggu awal bulan Mei, kondisi pusat tekanan tinggi masih berada jauh di timur laut kepulauan Indonesia dengan indikasi data kelembaban udara yang hampir tidak berubah dengan data yang sama pada akhir bulan April. Walaupun pada minggu-minggu akhir bulan Mei ini terjadi penurunan kelembaban udara terutama pada level 850 mb, akan tetapi secara umum awan-awan hujan masih berpeluang tumbuh mengingat pusat tekanan tinggi di barat dari lautan Pasifik terindikasikan semakin menguat.

Pantauan tutupan seedable clouds oleh radar di

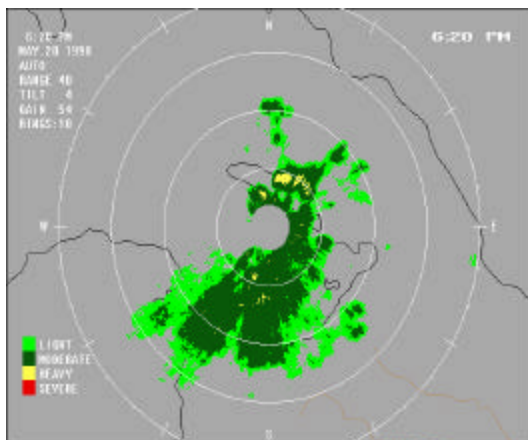


Gambar 2. Konsumsi Flare Harian

dalam *catchment area* dan sekitarnya yang cenderung lebih banyak dibandingkan periode sebelumnya cukup merepresentasikan adanya peluang tersebut, seperti contoh data radar pada tanggal 20 Mei (Gambar 3). Peningkatan tersebut dapat juga dilihat dari bertambahnya aktifitas penyemaian dan konsumsi bahan seeding yang dilepaskan, yaitu 479 buah flare atau rata-rata 15 flare per hari.

Hingga minggu-minggu awal bulan Juni, dominasi streamline angin dari arah timur laut masih berlanjut, walaupun secara perlahan tereduksi oleh angin dari arah selatan pada minggu-minggu berikutnya. Perubahan yang cukup signifikan tersebut tidak diikuti oleh parameter kelembaban udara yang relatif stabil baik untuk lapisan 850 mb maupun lapisan 700 mb. Sehingga pada periode ini masih berpeluang terjadinya pertumbuhan awan-awan hujan di *catchment area* dan sekitarnya, meskipun tidak sebesar peluang pada periode sebelumnya.

Indikasi berkurangnya peluang tersebut juga termonitor oleh radar, dimana terdapat beberapa hari yang tidak terpantau adanya seedable clouds, sehingga penerbangan pada hari-hari tersebut tidak dilakukan. Namun demikian keberadaan seedable clouds tetap terpantau pada sebagian



Gambar 3. Kenampakan awan di daerah kegiatan oleh radar, tanggal 20 Mei 1998 jam 18.20 Wita.

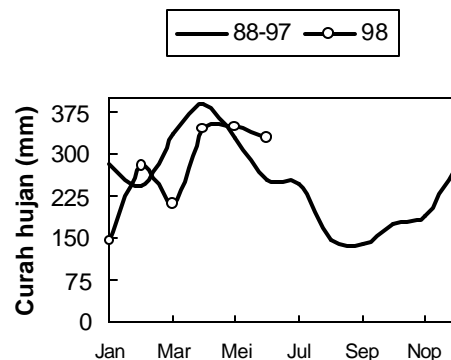
besar hari selama periode ini. Ini terlihat dari jumlah konsumsi flare sebanyak 352 flare atau 12 flare per hari.

### 3.2. Curah Hujan dan TMA Danau

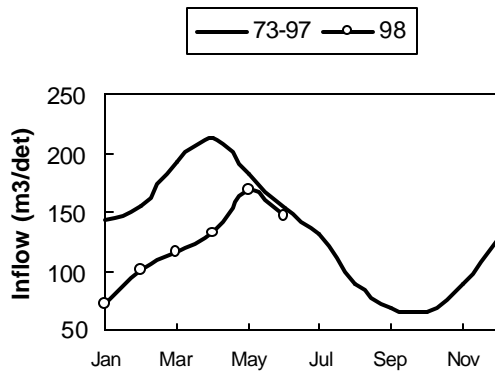
Mengingat kompleksnya parameter-parameter yang diperlukan untuk melakukan evaluasi kegiatan ini secara komprehensif, maka pada tulisan ini penulis akan membatasi pada kuantifikasi parameter yang menjadi target akhir kegiatan ini seperti curah hujan, inflow, outflow serta TMA danau. Dari parameter-parameter tersebut, hanya outflow yang merupakan parameter terkontrol yang tergantung pada produksi listrik. Sedangkan curah hujan dan inflow merupakan parameter yang masing-masing mewakili tebal dan jumlah air masuk ke dalam *catchment area*. Dari selisih parameter inflow dan outflow ditentukan perubahan TMA danau.

Selama periode penyemaian dilakukan, hampir selalu terjadi hujan dengan jumlah bervariasi di *catchment area*, mulai dari jumlah rata-rata hujan terkecil 0,6 mm pada tanggal 11 Juni hingga rata-rata curah hujan terbesar 54,5 mm pada tanggal 16 Juni. Dari 15 lokasi penakar hujan, stasiun Ledu-ledu mencatat jumlah curah hujan harian terbesar yaitu 113 mm juga pada tanggal kejadian rata-rata hujan terbesar di *catchment area*. Biasanya curah hujan harian selama kegiatan dapat dilihat pada tabel 1.

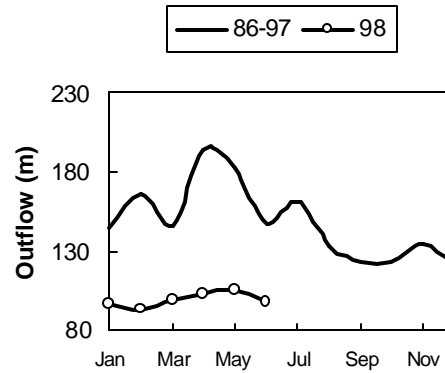
Dari data curah hujan yang diperoleh tersebut, terlihat adanya peningkatan jumlah curah hujan yang cukup signifikan selama periode kegiatan dibandingkan dengan jumlah curah hujan pada bulan-bulan sebelumnya (Januari-Maret), seperti ditunjukkan pada Gambar 4. Dan apabila dibandingkan dengan rata-rata curah hujan historis (1988-1997) di *catchment area*, maka rata-rata curah hujan selama kegiatan bulan Mei dan Juni tercatat lebih besar. Untuk mengetahui seberapa pengaruh peningkatan curah hujan tersebut terhadap peningkatan TMA danau, maka perlu di perhitungkan jumlah inflow serta jumlah air yang keluar (outflow) untuk kebutuhan PLTA.



Gambar 4. Curah hujan tahun 1998 dan historis



Gambar 5. Inflow Towuti 1998 dan historis



Gambar 6. Outflow Towuti tahun 1998 dan historis

Inflow atau jumlah air masuk ke danau Towuti yang dihitung berdasarkan koreksi storage dan jumlah outflow, juga menunjukkan peningkatan selama periode kegiatan dibandingkan bulan-bulan sebelumnya (Januari-Maret), seperti ditunjukkan gambar 5. Namun demikian jumlah inflow yang terhitung belum mampu melewati rata-rata inflow secara historis (1973-1997) walaupun curah hujan yang terukur lebih besar. Hal ini membutuhkan penjelasan lanjut dari aspek hidrologi (tidak disajikan pada tulisan ini). Tetapi panjangnya periode kekeringan sebelumnya diperkirakan memberi andil terhadap kejadian ini.

Sedangkan data outflow danau Towuti baik selama kegiatan modifikasi maupun pada bulan-bulan sebelumnya (Januari-Maret) tercatat jauh di bawah rata-rata historisnya (1986-1997), seperti ditunjukkan pada gambar 6. Hal ini menunjukkan kebijakan dari pihak pengelola danau (PT. INCO) mampu menambah volume waduk sehingga TMA naik ke level yang lebih tinggi.

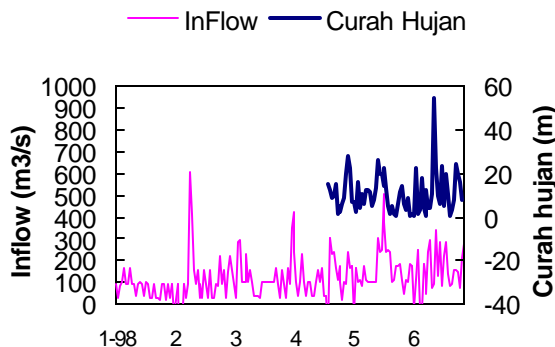
Dinamika harian parameter-parameter curah hujan di catchment area, inflow serta kontrol outflow selama kegiatan modifikasi cuaca, sangat berpengaruh terhadap perubahan TMA danau,

menjadi 317,57 m atau naik sebesar 63 cm dari posisi 316,94 m pada awal kegiatan. Walaupun kenaikan tersebut cukup signifikan bila dikonversikan kepada tambahan volume air danau, namun posisi TMA pada akhir kegiatan masih berada di bawah posisi TMA sebelum terjadinya kekeringan dan el-niño.

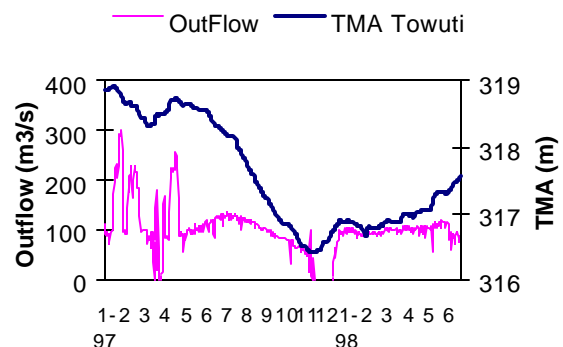
#### 4. KESIMPULAN

Ditinjau dari skala sinoptik, secara umum kondisi cuaca pada saat kegiatan modifikasi cuaca di catchment area danau Towuti cukup mendukung pembentukan awan-awan hujan. Banyaknya awan-awan tersebut terlihat melalui observasi radar. Kondisi yang menguntungkan bagi upaya peningkatan jumlah curah hujan ini, direpson cukup baik oleh tim pelaksana di lapangan, terbukti dari banyaknya konsumsi flare yang dilepaskan ke awan-awan tersebut terutama pada periode pertengahan kegiatan.

Hasil evaluasi terhadap parameter-parameter yang menjadi target akhir kegiatan ini menunjukkan bahwa terjadi peningkatan jumlah



Gambar 7. Perbandingan Inflow & Curah Hujan 1998



Gambar 8. Perbandingan Outflow dan TMA 1997-1998

seperti ditunjukkan pada gambar 7 dan 8. Sehingga pada akhir kegiatan tercatat posisi TMA

curah hujan dan inflow selama kegiatan terhadap data yang sama pada bulan-bulan sebelumnya

(Januari-Maret), tetapi hanya parameter curah hujan yang berhasil melampaui catatan historisnya yaitu pada bulan Mei dan Juni. Faktor peningkatan curah hujan dan inflow tersebut menyebabkan TMA danau Towuti mengalami kenaikan cukup signifikan setinggi 63 cm selain faktor outflow yang ditetapkan stabil di bawah catatan historisnya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Home Page The Long Paddock. 1997: <http://www.dnr.cld.gov.au/longpdk.ipsoidat.htm>
- Kompas. 1997: El-niño Faktor Utama Penyebab Kebakaran Hutan. Harian Kompas Tanggal 7-10-1997. Jakarta.
- Peter V. Hobbs. 1993: Aerosol-Cloud-Climate Interactions. Academic Press, Inc. San Diego.
- PT. INCO, 1999: Data Curah Hujan dan Hidrologi Danau Towuti. Soroako.
- R. R. Rogers. 1979: A Short Course in Cloud Physics, 2<sup>nd</sup> Edition. Pergamon Press. Oxford.
- UPT Hujan Buatan. 1999: The Implementation of Cloud Seeding Using Flare Technique in Soroako – South Sulawesi, 21 April – 30 June 1998. Jakarta.
- Y. I. Tauhid and J. Arifian. 1999: Pengamatan Jangka Panjang Kondisi Air Danau Towuti. Jurnal Sains & Teknologi Modifikasi Cuaca. Vol 1, No. 1, 2000. BPP Teknologi. Jakarta.

## DATA PENULIS

**Jon Arifian**, lahir di Kerinci tanggal 17-06-1973. Selesai pendidikan S1 pada fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, jurusan Matematika, UNDIP pada tahun 1996. Sejak tahun 1997 bekerja di UPT Hujan Buatan, Kelompok Hidrologi dan Lingkungan, BPP Teknologi.

Tabel 1. Curah hujan harian di catchments area danau Towuti 1998

No.	Stasiun Hujan	April										Mei																
		21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14			
1	Wawondula	35	17	0	13	9	3	13	4	4	0	8	52	92	1	3	0	14	0	6	1	15	6	6	5			
2	Batu	0	2	33	14	0	0	0	1	17	0	1	27	0	8	0	13	0	0	21	0	34	0	4	6			
3	Hydro	23	31	5	10	29	0	4	8	7	18	25	5	0	0	3	0	25	0	8	1	12	1	6	10			
4	Dm Site	11	3	14	1	35	0	5	0	11	5	19	26	2	0	1	0	58	2	6	2	18	11	12	2			
5	Timampu	19	11	5	24	58	0	0	0	6	0	19	50	75	0	1	2	6	0	12	1	11	5	19	10			
6	Nuha	0	6	0	0	0	0	22	0	0	10	0	6	0	85	3	4	0	11	32	17	5	22	20	0			
7	Matano	48	1	8	4	1	2	0	2	0	3	9	8	1	2	16	0	11	2	8	4	12	12	7	14			
8	Palumba	11	21	5	9	12	0	21	0	3	21	27	41	34	0	12	0	23	6	3	7	5	13	5	0			
9	Ledu-ledu	13	5	1	21	2	0	1	9	3	22	35	15	12	1	12	0	12	0	2	12	4	22	15	2			
10	Togo	17	14	5	11	4	0	4	3	2	38	21	18	2	0	8	0	41	0	1	8	2	4	8	3			
11	TK Limbo	8	5	30	8	6	13	0	8	8	10	25	4	4	6	10	9	5	10	21	7	19	8	4	14			
12	Kp. Baru	18	8	4	0	52	0	0	0	4	0	27	44	52	0	0	9	6	11	15	0	8	7	9	2			
13	Salonsa	no data																1	19	0	11	5	11	10	20	12	8	7
14	Lawewu	2	45	8	9	1	0	1	1	24	1	12	10	19	1	8	0	24	6	7	13	19	42	22	3			
15	Plan Site	7	5	8	7	3	0	1	3	1	1	42	83	23	2	6	1	5	4	11	6	4	16	32	2			
	Rata-rata	15	12	9	9	15	1	5	3	6	9	19	28	23	7	7	3	16	4	11	6	12	12	12	5			

No.	Stasiun Hujan	Mei													Juni										
		15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7
1	Wawondula	6	24	20	15	20	27	7	2	0	0	1	3	0	5	7	8	0	3	4	0	0	0	32	7
2	Batu	4	10	14	26	16	14	10	64	57	15	0	2	0	8	10	0	4	1	5	0	0	0	1	0
3	Hydro	1	2	25	8	15	8	22	6	0	0	1	0	0	3	12	21	2	0	5	0	5	0	39	3
4	Dm Site	13	7	26	5	21	12	15	3	2	2	27	1	2	2	25	3	38	8	5	2	0	0	16	0
5	Timampu	12	19	7	25	20	20	10	2	2	0	2	0	6	0	2	0	1	11	0	0	0	44	0	
6	Nuha	8	0	27	0	19	25	50	4	4	1	1	1	6	18	0	0	33	8	18	10	3	2	0	3
7	Matano	10	24	25	16	3	11	26	2	0	0	2	0	2	0	2	25	0	4	2	0	0	0	38	6
8	Palumba	11	21	56	9	16	14	19	9	0	0	3	0	4	0	3	28	0	4	4	0	0	0	16	3
9	Ledu-ledu	2	14	62	14	15	13	37	36	0	1	0	0	0	0	11	17	0	2	7	0	1	0	33	1
10	Togo	11	8	23	10	14	5	21	18	0	0	13	0	23	28	18	0	15	5	0	0	0	53	2	
11	TK Limbo	14	25	10	30	72	17	5	3	7	0	0	0	0	0	0	15	5	39	0	4	0	6	4	
12	Kp. Baru	3	4	6	23	23	12	10	2	0	0	0	0	0	16	9	0	0	0	15	0	0	12	48	0
13	Salonsa	11	11	31	47	9	11	28	21	0	0	23	3	0	1	17	38	0	2	6	0	1	1	3	1
14	Lawewu	6	14	18	46	12	10	64	22	0	0	1	1	1	6	21	43	0	1	7	0	3	0	4	0
15	Plan Site	9	9	36	24	16	16	9	5	4	0	12	1	0	2	20	15	0	0	4	0	5	0	5	1
	Rata-rata	8	13	26	20	19	14	22	13	5	1	5	2	1	6	11	15	6	3	9	1	1	1	23	2

No.	Stasiun Hujan	Juni																													
		8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30							
1	Wawondula	2	37	4	0	7	1	0	14	54	26	1	4	30	5	13	12	3	4	3	8	6	10	7							
2	Batu	0	0	2	6	5	3	0	6	49	30	1	0	21	4	29	3	0	0	0	54	45	13	0							
3	Hydro	1	14	4	1	5	3	3	43	16	27	54	11	12	4	16	5	1	2	1	6	21	7	48							
4	Dm Site	2	11	0	0	5	2	9	36	8	43	2	2	35	2	24	2	0	2	26	8	7	17	5							
5	Timampu	18	37	4	0	42	1	4	0	73	29	20	8	89	3	14	8	1	8	2	18	20	24	28							
6	Nuha	11	1	18	1	2	25	3	0	58	5	2	10	21	2	49	14	0	1	23	32	3	41	0							
7	Matano	2	2	8	1	23	1	1	1	22	5	6	1	6	1	18	24	1	1	5	16	2	5	0							
8	Palumba	0	24	1	0	14	0	0	23	92	19	0	0	2	14	3	19	1	0	7	10	25	7	2							
9	Ledu-ledu	1	7	1	0	5	0	0	24	114	9	10	0	6	7	18	3	1	2	13	10	11	7	1							
10	Togo	0	8	1	0	5	1	1	6	93	35	8	5	5	7	7	10	1	2	2	7	33	6	5							
11	TK Limbo	0	3	11	0	3	0	36	0	4	0	12	20	7	6	4	3	5	16	10	7	11	23	8							
12	Kp. Baru	0	30	0	0	26	30	0	0	6	25	15	25	no data																	
13	Salonsa	2	40	0	1	23	1	9	0	89	12	3	5	61	6	20	11	0	0	8	42	9	10	0							
14	Lawewu	7	30	2	1	8	0	1	2	87	33	11	0	36	9	25	23	1	0	5	70	77	32	0							
15	Plan Site	0	25	1	0	11	0	0	10	54	37	0	0	15	7	31	13	0	1	10	58	12	25	1							
	Rata-rata	3	18	4	1	12	5	4	11	55	22	10	6	23	5	19	11	1	3	8	25	20	16	7							