

MINIMALISASI KONSENTRASI PENYEBARAN ASAP AKIBAT KEBAKARAN HUTAN DAN LAHAN DENGAN METODE MODIFIKASI CUACA

Sutopo Purwo Nugroho¹.

Abstract

Forest and land fire that happen at the long time in 1997 have caused smog disaster in huge area. High concentration of smog caused low visibility and influence of the people activity. One of technology alternative has been applied was weather modification to overcome that disaster. Weather modification activity has been conducted in order to rain making and wash out process with according weather condition on that time. The material has been used CaO , Ca(OH)_2 , NaCl , and CaCl_2 were dispersed by the aircraft. The whole result of the weather modification indicated by increased of visibility on the surface. Those increase caused by the pressure of area that has been seeding become low. Nevertheless, existence very high concentration of smog and distribution in huge area has caused the different not significant.

Intisari

Kebakaran hutan dan lahan yang terjadi selama tahun 1997 telah menyebabkan terjadinya bencana asap yang tersebar secara luas. Adanya konsentrasi asap yang demikian pekat dan luas telah menyebabkan jarak pandang menjadi sangat pendek sehingga mengganggu aktivitas penduduk. Untuk itulah maka diterapkan teknologi modifikasi cuaca sebagai salah satu alternatif untuk mengatasi bencana tersebut. Kegiatan dilakukan dengan menerapkan teknologi hujan buatan dan proses pembersihan asap secara simultan dan disesuaikan dengan kondisi cuaca yang saat itu terjadi. Bahan-bahan yang digunakan dalam kegiatan ini adalah CaO , Ca(OH)_2 , NaCl , dan CaCl_2 yang ditaburkan dari pesawat terbang pada lapisan asap. Hasil kegiatan modifikasi secara keseluruhan menunjukkan adanya perubahan jarak pandang di permukaan. Kenaikan ini sebagai akibat terjadinya tekanan udara lokal pada daerah yang ditaburi bahan. Namun adanya akumulasi asap yang pekat dan tersebar luas menyebabkan massa asap kembali mengisi ruang tersebut sehingga kenaikan jarak pandang yang terjadi tidak berubah secara ekstrim.

Kata kunci : Kebakaran, asap, jarak pandang, modifikasi cuaca

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

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Masalah kebakaran hutan dan lahan di Indonesia sampai saat ini belum dapat diatasi secara tuntas. Setiap tahun pada musim kemarau, kebakaran hutan dan lahan selalu terjadi di wilayah-wilayah yang terdapat hutan akibat adanya pemanfaatan lahan dengan intensitas yang berlebihan. Umumnya kebakaran terjadi akibat adanya pembersihan lahan (*land clearing*) dan konversi hutan menjadi perkebunan dengan cara membakar seresah, daun dan sisa tumbuhan. Metode pembakaran merupakan metode yang paling murah, mudah dan efisien. Namun akibat tidak terkendalinya pembakaran tersebut, api merambat kemana-mana dan menimbulkan kebakaran.

Kebakaran hutan di Indonesia menurut Ditjen PHPA (1998), setiap tahunnya rata-rata merusak sekitar 30.000 ha hutan, bahkan kebakaran hutan dalam kurun waktu tahun 1988-1992 rata-rata merusak 47.721,075 ha per tahun. Beberapa kejadian bencana kebakaran hutan yang pernah terjadi di Indonesia dengan intensitas yang cukup besar antara lain pada tahun 1982-1983, 1987, 1991, 1994 dan 1997-1998. Pengalaman menunjukkan bahwa kebakaran hutan tersebut bukan disebabkan oleh adanya perubahan cuaca dan iklim yang ekstrim, namun lebih disebabkan oleh kecerobohan manusia dalam mengelola sumberdaya hutan dan lahan.

Dari kejadian kebakaran hutan yang pernah terjadi tersebut, kebakaran hutan pada tahun 1997-1998 merupakan bencana yang paling besar, baik intensitasnya maupun skala keruangan dari dampak yang ditimbulkan oleh kebakaran tersebut. Bahkan bencana kebakaran hutan bukan hanya merupakan bencana lokal atau nasional saja, tetapi juga menjadi bencana regional. Hal ini disebabkan oleh adanya penyebaran asap yang

sangat luas. Penyebaran konsentrasi asap tidak hanya terjadi pada daerah-daerah di sekitar lokasi kebakaran hutan saja, namun penyebarannya sangat luas hingga menutupi beberapa wilayah di negara ASEAN, seperti Singapura, Malaysia dan Brunai Darussalam. Akibat yang ditimbulkan adalah berkurangnya jarak pandang (*visibility*), transportasi udara dan darat yang terganggu, meningkatnya penderita infeksi saluran pernapasan atas, dan masalah-masalah sosial ekonomi di masyarakat.

Kerugian yang harus ditanggung oleh bangsa Indonesia diperkirakan mencapai Rp 5,96 triliun (UNDP, 1998). Kerugian tersebut belum dihitung berdasarkan dampak ekologi yang menyebabkan hilangnya sebagian keanekaragaman hayati yang terdapat di hutan tersebut. Malaysia yang juga terkena dampak kebakaran hutan di Indonesia pada tahun 1997, mengalami kerugian US\$ 300 juta di sektor industri dan pariwisata, sedangkan Singapura menderita kerugian sekitar US\$ 60 juta di sektor pariwisata (IFFM/GTZ, 1998).

Dengan memperhatikan dampak dan akibat adanya tekanan dari negara tetangga yang terkena asap tersebut, akhirnya pemerintah menetapkan kebakaran hutan dan lahan tahun 1997 sebagai bencana nasional. Untuk menanggulangi kebakaran hutan dan lahan tersebut dilakukan segala upaya agar bencana dapat diminimalisasi, baik penyemprotan pada sumber api, pemboman air dari udara, ditegakkannya legalitas hukum, modifikasi cuaca, dan sebagainya.

Dari beberapa metode kegiatan yang dilakukan tersebut, metode modifikasi cuaca untuk mengurangi konsentrasi asap merupakan satu hal yang sangat menarik untuk dikaji. Hal ini disebabkan kegiatan ini baru pertama kali dilakukan dan dalam pelaksanaannya melibatkan beberapa instansi sehingga memerlukan

koordinasi terpadu pada instansi yang terkait di bawah koordinasi Menko Kesra selaku Ketua Bakornas Penanggulangan Bencana.

Kegiatan modifikasi cuaca pada dasarnya adalah upaya untuk merekayasa kondisi alam agar kepekatan asap di atmosfer dapat berkurang sehingga akan memberikan dampak simultan yang positif bagi dinamika atmosfer. Adanya beberapa perlakuan diharapkan dapat menimbulkan respon bagi lingkungan sehingga konsentrasi asap berkurang. Bagaimana metode pelaksanaannya dan evaluasi garis besar dari hasil kegiatan tersebut, maka disini akan dicoba untuk dipaparkan berdasarkan tolok ukur perubahan jarak pandang di permukaan.

1.2. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah memaparkan dan mengevaluasi hasil kegiatan modifikasi cuaca untuk mengatasi kepekatan asap, khususnya meningkatkan jarak pandang di permukaan sebagai tolok ukurnya.

2. METODE

2.1 Daerah Kerja

Dalam kegiatan modifikasi cuaca pada tahun 1997, daerah operasinya meliputi wilayah Kalimantan dan Sumatera. Mengingat sifat dan karakteristik asap yang bersifat dinamis, maka dalam penyemaian/penaburan bahan-bahan selalu mempertimbangkan daerah yang paling berat terkena asap, sehingga pemilihan daerah kerja berdasarkan skala prioritas. Dalam tulisan ini daerah kerja yang dianalisis hanya wilayah Sumatera yang meliputi Propinsi Riau, Jambi, Sumatera Barat, Bengkulu, Sumatera Selatan dan Lampung, dengan lebih menitikberatkan di daerah Pekanbaru.

2.2 Bahan dan Alat Penelitian

Bahan yang digunakan dalam kegiatan modifikasi cuaca adalah bahan-bahan yang bersifat higroskopis seperti CaO , Ca(OH)_2 , NaCl , dan CaCl_2 . Ke empat bahan tersebut berbentuk serbuk dengan butiran yang sangat halus dengan diameter kurang dari 100 μm .

Peralatan yang digunakan untuk menaburkan bahan-bahan tersebut adalah pesawat terbang. Dalam kegiatan ini pesawat yang digunakan sebanyak 8 buah pesawat terbang yaitu 4 buah pesawat CASA 212-200 (A-2113, A-2110, U-610 dan PK-HJD) yang ditempatkan di Lanud. Simpang Tiga, Pekanbaru dan 4 buah pesawat Hercules G130 (A-1302, A-1319, A-1320 dan SINGA-6332) yang berpangkalan di Lanud. Husein Sastranegara, Bandung. Kedelapan pesawat tersebut sebelumnya telah dimodifikasi dengan dilengkapi sistem penabur manual menggunakan corong pengeluaran bahan. Selain itu juga digunakan peralatan pendukung seperti radiosonde, wefax, internet, pilot balon dan peralatan lainnya yang digunakan untuk analisis cuaca harian.

2.3 Metode Penelitian

Metode yang digunakan untuk mengurangi kepekatan asap adalah teknologi modifikasi yang meliputi teknologi hujan buatan dan proses pembersihan udara (*wash out process*). Teknologi hujan buatan dilakukan untuk memicu terjadinya hujan dengan merangsang awan potensial yang tersedia agar cepat terjadi proses turunnya hujan. Pemicuan dilakukan dengan menebarkan butir-butir bahan semai yang bersifat higroskopis cukup tinggi seperti NaCl dan CaCl_2 ke dalam awan-awan potensial. Namun demikian tidak setiap awan potensial yang terdapat di daerah kebakaran (*hot spot*) dilakukan penyemaian. Penyemaian

hanya dilakukan pada awan-awan potensial yang terdapat di luar daerah kebakaran.

Sedangkan metode untuk mengurangi konsentrasi asap dilakukan dengan menaburkan CaO dan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ di bagian dalam dari lapisan asap dengan ketinggian lebih kurang 1.000 kaki dari puncak lapisan asap. Adanya sifat panas dari bahan tersebut diharapkan dapat mengurangi tekanan udara dan menaikkan temperatur lokal pada daerah yang ditaburkan bahan. Untuk itu maka penaburan dilakukan pada daerah yang konsentrasi asapnya pekat dan berada di sekitar daerah yang akan ditingkatkan jarak pandangnya akibat berkurangnya konsentrasi asap yang berpindah ke daerah yang bertekanan rendah. Dengan demikian maka jarak pandang daerah tersebut akan meningkat sehingga aktivitas penduduk dapat kembali normal.

Selain itu juga, adanya penaburan bahan tersebut akan menyebabkan proses radiasi sinar matahari dapat mencapai permukaan tanah, sehingga kondisi atmosfer yang stabil dapat menjadi dinamis. Adanya proses perubahan tersebut diharapkan awan-awan potensial yang berada di sekitar daerah yang tertutup asap dapat bergerak ke daerah tersebut.

Dalam pelaksanaannya kedua metode tersebut dilakukan dengan menyesuaikan kondisi cuaca yang terjadi saat itu. Sebab kedua metode tersebut saling melengkapi dan mempunyai tujuan utama yang sama, yaitu berusaha agar terjadi kondisi cuaca yang memungkinkan untuk terjadinya hujan besar.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kegiatan modifikasi cuaca ini merupakan kegiatan yang pertama kali bagi UPT Hujan Buatan BPP Teknologi dalam usaha mengurangi kepekatan asap. Kegiatan modifikasi cuaca pada

awalnya dikonsentrasikan di daerah Pekanbaru dengan Posko di Lanud TNI-AU Simpang Tiga. Pesawat yang digunakan adalah CASA 212-200 (A-2113, A-2110, U-610 dan PK-HJD). Awalnya kegiatan ini belum didukung oleh pesawat Hercules C-130 yang mempunyai jelajah tinggi dan dapat membawa bahan yang banyak. Hal ini menyebabkan daerah kerja hanya terbatas pada daerah Pekanbaru dan sekitarnya dengan radius $\pm$ 50 NM.

Adanya perencanaan yang kurang baik dalam pemilihan posko dan keterbatasan alat, khususnya hanya digunakan CASA 212-200 telah menyebabkan operasional tidak dapat berjalan dengan optimum. Adanya konsentrasi asap yang pekat di sekitar posko berakibat pada tidak dapatnya pesawat untuk terbang karena jarak pandang yang hanya mencapai sekitar 100 meter. Padahal untuk keamanan penerbangan, jarak pandang secara normal minimal sekitar 1.500 meter. Namun apabila harus memenuhi peraturan penerbangan tersebut sangat sulit terpenuhi, bahkan kemungkinan tidak akan tercapai dengan kondisi asap yang demikian pekatnya, sehingga diambil keputusan jarak pandang minimal 500 meter pesawat segera terbang.

Meskipun demikian, kondisinya tetap tidak dimungkinkan karena jarak pandang yang terjadi kurang dari 500 meter, bahkan pada tanggal 26 September 1997 jarak pandang mencapai kurang dari 10 meter. Kondisi ini menyebabkan kegiatan modifikasi cuaca di Pekanbaru tidak optimal. Dari tanggal 17 September 1997 hingga 24 September 1997, penerbangan hanya dapat dilakukan sebanyak 14 sorti dengan hasil yang sulit untuk dievaluasi tingkat keberhasilannya (Tabel 1).

Dari hasil penerbangan yang dapat dilakukan, diperoleh suatu fenomena pengamatan bahwa asap membentuk suatu lapisan dengan ketinggian sekitar 8.000-9.000 kaki. Di atas lapisan asap terdapat awan-awan sedang hingga

tinggi dan sinar matahari tidak mampu menembus lapisan asap tersebut. Adanya akumulasi asap yang demikian juga menyebabkan angin permukaan hingga puncak asap relatif tenang (*calm*).

Tabel 1. Hasil kegiatan modifikasi cuaca di daerah Pekanbaru dari tanggal 17 – 24 September 1997.

Tgl	Sorti	Bahan	Jarak Pandang (m)	
			Sebelum	Sesudah
17/09	1	Ca(OH) ₂	500	500
18/09	4	CaO	500	800
20/09	3	Ca(OH) ₂	1500	500
22/09	3	Ca(OH) ₂	500	300
24/09	3	Ca(OH) ₂	300	400

Sumber : UPT HB BPPT, 1997
BMG Simpang Tiga, 1997

Sedangkan kegiatan modifikasi cuaca dengan menggunakan pesawat Hercules dari posko di Lanud Husein Sastranegara - Bandung dapat dilakukan sejak tanggal 27 September 1997 hingga 20 Oktober 1997. Dengan menggunakan pesawat Hercules C-130 maka daerah operasi menjadi lebih luas dan lebih efektif. Total penerbangan yang dapat dilakukan dengan Hercules G130 di wilayah Sumatera mencapai 46 sorti. Penaburan rata-rata dilakukan dua kali sorti sehari dengan bahan CaO atau Ca(OH)₂ sebanyak 6-8 ton.

Dari data jarak pandang yang diperoleh sebelum dan setelah kegiatan penaburan menunjukkan adanya perubahan yang bervariasi. Ada tiga perubahan jarak pandang akibat penaburan tersebut yaitu naik, tetap dan menurun. Kenaikan jarak pandang terjadi sebanyak 21 kali, kondisi jarak pandang yang stabil (tetap) sebanyak 21 kali dan jarak pandang yang justru menurun setelah penaburan terjadi sebanyak 4 kali (Tabel 2).

Untuk analisis perubahan jarak pandang maka dibuat suatu rentang (*range*) seperti pada Tabel 2 di atas dengan tujuan untuk memudahkan evaluasi perubahan jarak pandang tersebut. Sebab perubahan jarak pandang dari 50

m menjadi 100 m akan sangat lebih berarti dibandingkan dengan perubahan dari 950 m menjadi 1000 m, meskipun keduanya menaikkan 50 m. Hal ini menunjukkan bahwa pada konsentrasi asap yang pekat telah terjadi proses reaksi perubahan yang lebih reaktif dibandingkan dengan proses reaksi dalam konsentrasi asap yang kurang pekat sehingga terjadi peningkatan jarak pandang. Untuk menunjukkan bagaimana proses dan mekanisme reaksi di atmosfer secara kuantitatif dengan detil sangat sulit dilakukan karena tidak adanya peralatan untuk mengamati proses tersebut.

Tabel 2. Jumlah perubahan jarak pandang setelah penaburan.

Jarak Pandang (m)	Perubahan Jarak Pandang		
	Naik	Tetap	Turun
< 100	9	12	2
100 – 499	5	4	1
500 – 1000	4	3	1
> 1000	3	2	0
Jumlah	21	21	4

Sumber : UPT-HB, 1997
BMG Simpang Tiga, 1997

Selama kegiatan modifikasi cuaca berlangsung, perubahan jarak pandang yang disebabkan oleh reaksi penaburan yang sangat berarti terjadi pada tanggal 29 September 1997 yaitu dari 15 m menjadi 400 m, tanggal 7 Oktober 1997 yaitu 10 m menjadi 400 dan pada tanggal 9 Oktober 1997 dimana terjadi perubahan dari 40 m menjadi 800 m. Besarnya perubahan jarak pandang beserta kegiatan penerbangan dapat dilihat pada Tabel 3.

Sedangkan adanya perubahan jarak pandang yang tetap atau justru menurun lebih disebabkan oleh kepekatan asap yang sangat tinggi dan distribusi asap tersebut sangat luas. Seperti halnya dengan fluida, maka adanya ruang yang kosong akibat adanya tekanan rendah maka massa disekitarnya akan segera menutup ruang tersebut sehingga relatif stabil kembali. Kondisi

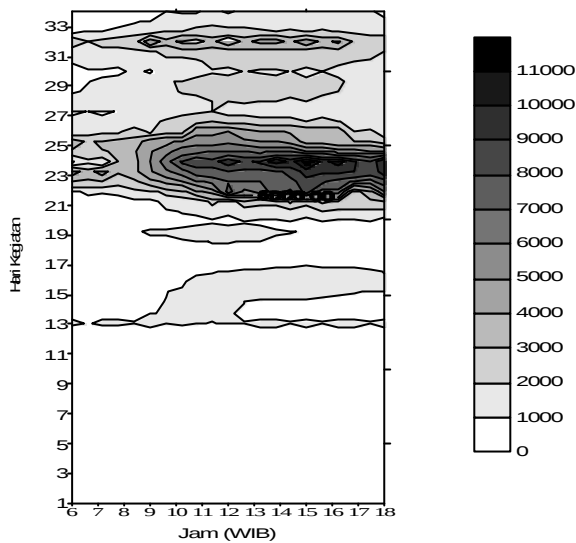
demikian juga berlaku dalam kegiatan modifikasi cuaca ini, meskipun terjadi proses di atmosfer akibat penaburan tetapi karena massa asap yang demikian banyak maka hasilnya tidak terlihat jika hanya dari tolok ukur jarak pandang saja.

Tabel 3. Perubahan jarak pandang di permukaan setelah adanya proses penaburan bahan pada lapisan asap

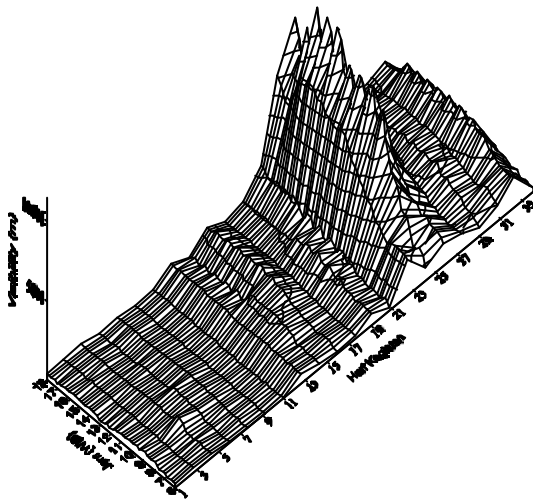
TGL	Pesawat	Daerah Sasaran	Penaburan			Bahan Jml (Ton)	Jarak Pandang (m)	
			Mulai	Selesai	Tinggi		Sebelum	Sesudah
27/09	A-1320	Pekanbaru	10.55	12.30	7000'	CaO/ 8	50	100
28/09	A-1320	Pekanbaru	10.25	11.25	7000'	Ca(OH)2/ 7	300	300
29/09	A-1320	Jambi	11.37	12.10	8000'	Ca(OH)2/ 8	15	400
30/09	A-1320	Pekanbaru	09.20	10.15	8000'	Ca(OH)2/ 8	1000	1200
01/10	A-1320	Pekanbaru	10.00	10.55	7000'	Ca(OH)2/ 8	900	1300
	A-1302	Pekanbaru	13.25	14.00	7000'	Ca(OH)2/ 8	1400	1400
02/10	A-1302	Pekanbaru	11.37	12.10	7000'	Ca(OH)2/ 8	1300	1400
	A-1319	Pekanbaru	13.25	14.00	7000'	Ca(OH)2/ 8	1800	1800
03/10	A-1319	Pekanbaru	11.25	12.00	7000'	Ca(OH)2/ 8	400	600
	A-1320	Pekanbaru	12.03	12.34	7000'	Ca(OH)2/ 8	600	600
04/10	A-1320	Pekanbaru	11.25	12.02	8000'	Ca(OH)2/ 8	300	300
	A-1319	Pekanbaru	12.45	13.26	9000'	Ca(OH)2/ 8	200	300
05/10	A-1302	Jambi	10.58	11.22	5100'	Ca(OH)2/ 8	30	30
	A-1319	Jambi	11.10	11.46	7800'	Ca(OH)2/ 8	20	80
06/10	A-1320	Jambi	09.58	10.32	7000'	CaO/ 8	30	30
	A-1302	Rengat	11.15	11.38	6000'	CaO/ 8	600	500
07/10	A-1319	Pekanbaru	10.15	11.15	7000'	CaO/ 8	600	600
	A-1302	Jambi	10.26	10.43	6300'	CaO/ 6	10	400
08/10	A-1319	Palembang	09.42	10.15	5000'	CaO/ 8	700	700
	A1302	Jambi	09.50	10.13	4000'	CaO/ 6	20	100
	SINGA-6332	Pekanbaru	12.35	13.03	8000'	CaO/ 8	8000	9000
09/10	A-1302	Jambi	09.25	09.45	6500'	CaO/ 6	600	700
	SINGA-6332	Jambi	14.02	14.42	6000'	CaO/ 8	40	800
10/10	A-1319	Jambi	09.20	09.45	5600'	CaO/ 8	600	700
	SINGA-6332	Jambi	10.30	11.08	6000'	CaO/ 8	700	800
11/10	A-1319	Jambi	09.45	10.10	4000'	CaO/ 8	150	15
	SINGA-6332	Jambi	10.58	11.40	6500'	CaO/ 8	150	200
12/10	A-1319	Jambi	09.50	10.25	7000'	CaO/ 6	300	500
	SINGA-6332	Jambi	11.04	11.40	5500'	CaO/ 8	150	200
13/10	A-1320	Jambi	10.20	10.50	4000'	CaO/ 6	300	200
	SINGA-6332	Jambi	11.20	12.05	5000'	CaO/ 8	200	200
14/10	A-1302	Jambi	09.24	09.55	7100'	CaO/ 8	30	50
	SINGA-6332	Jambi	10.41	11.28	6000'	CaO/ 8	50	50
15/10	SINGA-6332	Jambi	09.42	10.18	5000'	CaO/ 8	50	50
16/10	A-1302	Jambi	09.45	10.03	5000'	CaO/ 6	60	50
	SINGA-6332	Muarabungo	11.00	11.43	8000'	CaO/ 8	50	50
	A-1320	Barat Jambi	11.30	12.00	7000	CaO/ 8	50	40
17/10	A-1302	Jambi	09.40	10.00	5000'	CaO/ 6	50	50
	A-1320	Jambi	10.00	10.30	7000'	CaO/ 8	50	50
18/10	A-1302	Jambi	11.25	11.50	6000'	CaO/ 6	20	20
	SINGA-6332	Jambi	12.04	12.37	5000'	CaO/ 8	20	20
19/10	A-1302	Jambi	10.10	10.35	5000'	CaO/ 6	20	20
	A-1319	Jambi	11.35	12.10	4000'	CaO/ 8	20	20
	SINGA-6332	Muarabungo	10.37	11.11	4000'	CaO/ 8	20	20
20/10	SINGA-6332	Jambi	09.55	10.29	5000'	CaO/ 8	30	40
	A-1320	Jambi	11.06	11.40	7000'	CaO/ 8	35	50

Sumber : - UPT-HB, 1997

- BMG, 1997



Gambar 1. Kontur jarak pandang di permukaan (meter) per jam daerah Pekanbaru tanggal 17 September 1997 s.d. 20 Oktober 1997.



Gambar 2. Profil tiga dimensi jarak pandang di permukaan per jam daerah Pekanbaru tanggal 17 September 1997 s.d. 20 Oktober 1997.

Pekatnya asap di daerah Pekanbaru dan sekitarnya selama kegiatan modifikasi cuaca berlangsung, terlihat dari data jarak pandang per jam yang teramati. Dari data jarak pandang yang diamati per jam dari jam 06.00 hingga 18.00 dari tanggal 17 September 1997 hingga 20 Oktober 1997 di daerah Pekanbaru, menunjukkan adanya jarak pandang yang bervariasi. Sampai dengan tanggal 28 September 1997, jarak pandang secara

keseluruhan di daerah Pekanbaru kurang dari 500 meter. Selanjutnya jarak pandang hingga akhir kegiatan modifikasi cuaca, jarak pandang relatif lebih tinggi. Gambaran dan profil tiga dimensi jarak pandang daerah Pekanbaru dan sekitarnya selama kegiatan modifikasi cuaca, dari tanggal 17 September 1997 hingga 20 Oktober 1997 dapat dilihat pada Gambar 1 dan Gambar 2.

Berdasarkan analisis data perubahan jarak pandang tersebut, maka secara keseluruhan dapat dikatakan bahwa kegiatan modifikasi cuaca telah membawa hasil adanya kenaikan jarak pandang. Akibat adanya akumulasi dan distribusi asap yang sedemikian luas, bahkan sudah mencapai skala regional maka kenaikan jarak pandang yang terjadi hanya akan bersifat sementara. Untuk membebaskan suatu daerah dari konsentrasi asap secara total, sementara disekelilingnya masih diselimuti oleh asap yang pekat, maka kegiatan tersebut sangat sulit dilakukan.

4. KESIMPULAN

Secara umum kegiatan modifikasi cuaca untuk mengurangi konsentrasi kepekatan asap di beberapa daerah dapat menaikkan jarak pandang. Perubahan ini adalah akibat dari reaksi dari bahan yang digunakan di dalam lapisan asap yang menimbulkan panas dan menyebabkan tekanan udara lokal turun. Meskipun jarak pandang di beberapa daerah meningkat, namun adanya konsentrasi asap yang demikian pekat dan terdistribusi secara luas, maka berkurangnya konsentrasi asap tersebut akan kembali pekat karena adanya massa asap yang mengalir di daerah tersebut.

Mengingat distribusi asap yang sudah mencapai skala regional maka dalam pemilihan

posko sebaiknya memperhatikan kondisi lapangan dan kemudahan aksesibilitas agar kegiatan dapat optimum. Pengalaman menunjukkan bahwa pemilihan lokasi yang kurang tepat telah menyebabkan kegiatan tidak berjalan sesuai dengan rencana dan strategi.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahrens, C. Donald. 1985: *Meteorology Today*. West Publishing Company. St. Paul. MN 55164-0526. USA.
- Bahri, S., S. P. Nugroho, M. Kudsy dkk. 1997: *Laporan Survei Kondisi Cuaca dan Potensi Awan di Atas wilayah Riau, Sumatera Barat dan Jambi*. UPT Hujan Buatan BPPT. Jakarta.
- Kantor Menteri Negara Lingkungan Hidup RI – UNDP. 1998: *Kebakaran Hutan dan Lahan di Indonesia Jilid 2. Rencana Tindak Penanggulangan Bencana*. Kantor Menteri Negara LH – United Nations Development Programme. Jakarta.
- Karmini, M. 1995: *Modifikasi Cuaca*. Makalah Kursus Meteorologi dan Modifikasi Cuaca. BPPT – UI. Jakarta.
- Tjasyono, B. 1992: *Klimatologi Terapan*. Penerbit Pionir Jaya. Bandung.
- UPT Hujan Buatan BPPT. 1997: *Acuan Pelaksanaan Operasi Modifikasi Cuaca di Riau dan Bandung*. Jakarta.
- UPT Hujan Buatan BPPT. 1997: *Laporan Kegiatan Modifikasi Cuaca SATGAS Bandung Untuk Penanggulangan Asap Akibat Kebakaran Hutan dan Lahan di Sumatera dan Kalimantan*. Jakarta.

DATA PENULIS



Sutopo Purwo Nugroho, lahir di Boyolali tanggal 7/10-1969. Selesai pendidikan S1 pada fakultas Geografi, jurusan Geografi Fisik (Hidrologi) UGM pada tahun 1994. Sejak tahun 1994 bekerja di UPT Hujan Buatan, Kelompok Hidrologi dan Lingkungan BPP Teknologi. Saat ini sedang menempuh S-2 program studi Pengelolaan DAS di IPB Bogor.