

**ANALISIS HUBUNGAN CURAH HUJAN DAN DEBIT
SUB SUB DAS NGATABARU, SULAWESI TENGAH**
*(The Analysis of Rainfall and Discharge Relationship on Ngatabaru
Sub Sub Watershed, Central Sulawesi)**

Oleh/By:

Wuri Handayani dan/and Yonky Indrajaya

Balai Penelitian Kehutanan Ciamis

Jl. Raya Ciamis-Banjar Km. 4 Po. Box 5 Ciamis 46201 Telp. (0265) 771352, Fax (0265) 775866

*)Diterima : 15 April 2010; Disetujui : 27 Juli 2011

ABSTRACT

Forest has an important role in hydrological process due to its capacity in regulating water. Forest can absorb and storage water in the rainy season and release it in the dry season. Many studies have been conducted to get the insight of hydrological process in a catchment with several land uses. This study aimed to elaborate the relationship between rainfall and discharge (run off and sediment discharge) in Ngatabaru sub sub watershed with forest as the major land use. The result of this research shows that forest could absorb much rainfall in the rainy season and released it slowly in the dry season. The river regime coefficient (the ratio of maximum and minimum discharge) in the case study was 2.5, indicating that water flows continuously all year long. But, the run off coefficient (ratio of discharge and rainfall) was 0.15, indicating that much of the rainfall was lost because of the high evapotranspiration rate of the forest. In the case of extreme rainfall, trend of sediment discharge was more influenced by rainfall rate than river discharge.

Keywords: Relationship, rainfall, discharge, sediment discharge, Ngatabaru sub sub watershed

ABSTRAK

Hutan mempunyai peran yang penting dalam proses hidrologi karena kemampuannya sebagai pengatur tata air. Hutan dapat menyerap dan menyimpan air pada musim penghujan dan melepaskannya pada musim kemarau. Banyak penelitian telah dilakukan untuk mengetahui proses hidrologi dalam DAS dengan berbagai tipe penggunaan lahan. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji hubungan curah hujan dan debit (limpasan dan debit sedimen) di sub sub DAS Ngatabaru, Sulawesi Tengah dengan vegetasi hutan sebagai penutup lahan utama. Hasil penelitian menunjukkan bahwa hutan dapat menyerap banyak air hujan pada musim hujan dan melepaskannya secara perlahan pada musim kemarau. Koefisien rejim sungai (rasio debit maksimum dan minimum) dalam penelitian ini adalah 2,5, menunjukkan bahwa air mengalir sepanjang tahun. Namun demikian, koefisien aliran (rasio debit dan hujan) sebesar 0,15, menunjukkan bahwa sebagian besar hujan hilang karena tingginya evapotranspirasi hutan. Pada kejadian hujan yang sangat tinggi, kecenderungan debit sedimen lebih dipengaruhi oleh curah hujan daripada debit sungai.

Kata kunci: Hubungan, hujan, debit, debit sedimen, sub sub DAS Ngatabaru

I. PENDAHULUAN

Hutan tidak menyimpan air dan tidak dapat menghasilkan air, tetapi memberikan peluang kepada spons untuk terisi kembali guna dialirkan kembali pada musim kemarau, akan tetapi hutan dapat meningkatkan laju infiltrasi air yang dapat menembus lapisan bawah permukaan (*subsoil*) yang kemudian menjadi mata air (Noordwijk *et al.*, 2004). Hutan multi tajuk memiliki peranan penting dalam tata air, yaitu dapat menghasilkan serasah

yang dapat terdekomposisi menjadi kompos yang dapat menahan air hingga lima kali lipat beratnya, dapat menahan *run off*, dapat menahan kecepatan angin yang mengakibatkan nilai evapotranspirasi menjadi lebih kecil (Ginting, 2006). Rendahnya cahaya yang masuk ke lantai hutan, maka temperatur tanah menjadi rendah dan tumbuhan bawah menjadi tertekan, hal ini akan mengakibatkan nilai evapotranspirasi menjadi rendah.

Menurut FAO dan CIFOR (2005), hutan adalah pengguna air terbesar (hingga

35%), dimana hujan yang besar terhalang oleh kanopi pada hutan tropis dan menguap kembali ke atmosfer tanpa memberikan sumbangan terhadap cadangan air tanah. Hal ini bertentangan dengan pendapat Hamilton dan Pearce (1987) dalam FAO dan CIFOR (2005) yang menyatakan bahwa penanaman hutan kembali dapat meningkatkan aliran air di musim kemarau.

Mudiyarso dan Kurnianto (2007) menyatakan bahwa peranan vegetasi hutan sangat tergantung kondisi iklim setempat. Hutan memang tidak menambah debit sungai, tetapi justru mengurangnya. Namun hutan dapat mengatur fluktuasi aliran sungai karena peranan hutan dalam mengatur limpasan dan infiltrasi. Peran hutan terhadap tata air dan hasil air dapat dilihat lebih jelas dalam konteks DAS (Daerah Aliran Sungai). Paimin *et al.* (2006) menyebutkan bahwa DAS dapat dipandang sebagai suatu sistem, dimana komponen *input* berupa curah hujan, prosesor adalah DAS itu sendiri yang di dalamnya terdiri dari komponen biotik dan abiotik, dan *output* berupa produksi, limpasan, erosi, dan sebagainya. *Input* dan prosesor tersebut sangat bervariasi pada setiap tempat dan waktu (temporal dan spasial), sehingga akan menghasilkan perilaku *output* yang juga berbeda-beda.

Daerah aliran sungai dengan tutupan mayoritas hutan, menarik untuk dikaji karena hutan memiliki evapotranspirasi yang relatif lebih tinggi dibandingkan dengan penutupan lahan yang lain. Tulisan ini akan mengkaji hubungan antara curah hujan sebagai *input*, debit sebagai *output*, dan daerah tangkapan air dengan penutupan lahan mayoritas hutan sebagai prosesor.

II. BAHAN DAN METODE

A. Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian dilaksanakan selama dua tahun sejak bulan Januari 2004 sampai Desember 2005, di sub sub DAS Ngatabaru, sub DAS Mamara, DAS Palu. Secara ad-

ministratif terletak di Kelurahan Ngatabaru, Kecamatan Sigibiromaru, Kabupaten Donggala, Provinsi Sulawesi Tengah. Luas sub sub DAS Ngatabaru seluruhnya adalah 1.304,4 ha.

B. Bahan dan Alat Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah peta Rupa Bumi Indonesia (RBI), peta penggunaan lahan, data curah hujan, data tinggi muka air, data sedimen, data kecepatan arus, dan data kependudukan.

Peralatan yang digunakan adalah pengukur tinggi muka air (TMA) manual (*pelskal*) dan otomatis (AWLR), pengukur curah hujan manual (*ombrometer*) dan otomatis (ARR), pelampung, *stop watch*, pita ukur, GPS.

C. Pengumpulan Data

Pengumpulan data diperoleh melalui pengamatan dan pengukuran, meliputi data penutupan lahan, curah hujan, tinggi muka air, dan kecepatan arus. Data hujan dan tinggi muka air diperoleh dari alat penakar manual yang dipasang permanen.

D. Pengolahan dan Analisis Data

Pengolahan dan analisis data yang dilakukan adalah untuk mengetahui hubungan antara *input*, prosesor, dan *output* DAS.

1. *Input* DAS

Sebagaimana telah disinggung sebelumnya, Paimin *et al.* (2006) menyebutkan bahwa DAS dapat dipandang sebagai suatu sistem, dimana komponen *input* berupa curah hujan, prosesor adalah DAS itu sendiri yang di dalamnya terdiri dari komponen biotik dan abiotik, dan *output* berupa produksi, limpasan, erosi dan sebagainya. Pada penelitian ini, *input* DAS adalah data curah hujan yang diperoleh melalui pengukuran langsung, ditabulasi menjadi tabel data curah hujan harian, bulanan atau tahunan, atau disajikan da-

lam bentuk grafik, sehingga dapat terlihat fluktuasi besaran hujan setiap bulan.

2. Prosesor DAS

Paimin *et al.* (2006) mengelompokkan komponen prosesor DAS yang terdiri dari morfometri, tanah, geologi, vegetasi, kesuburan tanah, relief mikro, dan relief makro, dimana tanah, vegetasi, kesuburan tanah akan mempengaruhi tipe penggunaan lahan (hutan dan non hutan).

Prosesor yang diamati dan dianalisis pada penelitian ini meliputi penggunaan lahan, tanah, relief, dan morfometri DAS. Luas setiap tipe penggunaan lahan disajikan dalam bentuk tabel. Analisis tanah dilakukan di laboratorium untuk mengetahui laju permeabilitasnya. Relief DAS yang dimaksud pada penelitian ini adalah kemiringan lereng DAS, yang diperoleh dari analisis peta kontur dan selanjutnya luas tiap-tiap kelas lereng disajikan dalam bentuk tabel. Morfometri DAS yang akan dianalisis adalah bentuk atau rasio kebundaran (*Circularity Ratio*) dan nilai kepadatan sungai (*drainage density*) (Bapelkada Provinsi Jateng, 2004).

3. Output DAS

Output DAS yang akan dianalisis adalah debit atau limpasan, meliputi limpasan aliran maupun limpasan sedimen. Untuk mendapatkan data seri debit aliran dan debit sedimen dibuat kurva lengkung debit dan sedimen (*Discharge-Rating Curve* dan *Suspended Sediment Rating Curve*) (Soewarno, 1991).

4. Hubungan Input, Prosesor, dan Output

Hubungan *input*, penggunaan lahan, dan *output* dapat diketahui secara kualitatif (grafis) atau dinyatakan dengan beberapa indikator. Indikator yang digunakan adalah koefisien rejim sungai (KRS) (Bapedalda Jateng, 2004) dan koefisien aliran (C) (Suyono, 1996).

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Karakteristik Hujan Sub Sub DAS Ngatabaru

Hujan merupakan *input* di dalam sistem DAS. Hujan tahun 2004 dan 2005 terlihat fluktuatif dan tidak mempunyai sebaran musim kemarau dan penghujan yang jelas. Berdasarkan tebal hujan dan kecenderungannya (*5 period moving average*) serta jumlah bulan kering, diketahui bahwa kondisi cuaca tahun 2005 lebih basah daripada tahun 2004 (Tabel 1 dan Gambar 1). Hujan cenderung menurun jumlahnya mulai Juni 2004 hingga Februari 2005 (kecuali bulan Juli 2004).

Tabel (Table) 1. Hujan bulanan sub sub DAS Ngatabaru (*Monthly rainfall on Ngatabaru sub watershed*)

Bulan (Month)	Hujan (Rainfall) mm	
	Tahun (Year) 2004	Tahun (Year) 2005
Januari (Jan)	149,9	37,1
Pebruari (Feb)	24,9	21,6
Maret (March)	61,9	68,0
April (April)	83,9	76,8
Mei (May)	64,1	222,4
Juni (June)	30,0	180,3
Juli (July)	169,3	81,5
Agustus (Aug)	1,4	47,8
September (Sep)	50,9	112,3
Oktober (Oct)	7,3	132,6
November (Nov)	40,8	61,3
Desember (Dec)	44,6	*
Total (Total)	721,7	1.041,7**
Bulan basah (Wet month)	2	4
Bulan kering (Dry month)	7	4
Bulan lembab (Moist month)	3	4

Keterangan (Remark):

* = Data belum tersedia (*Data are not available*)

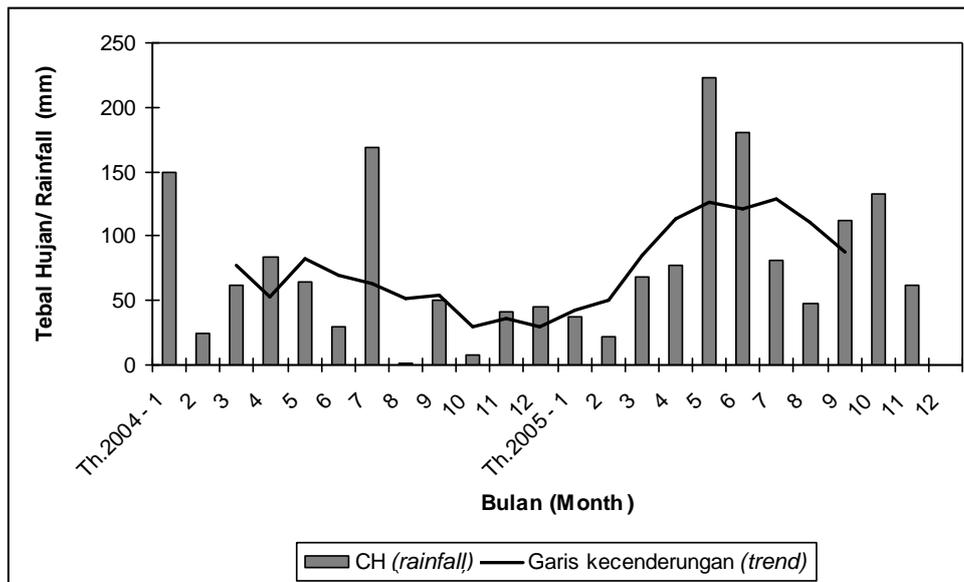
**= Total hujan dari 11 bulan (*Total rainfall for 11 months*)

B. Karakteristik Sub Sub DAS Ngatabaru

Karakteristik yang diuraikan berikut meliputi kemiringan lereng, morfometri, mata pencaharian penduduk, dan penggunaan lahan.

1. Kemiringan Lereng

Sub sub DAS Ngatabaru mempunyai



Gambar (Figure) 1. Hujan bulanan sub sub DAS Ngatabaru (Monthly rainfall on Ngatabaru sub sub watershed)

Tabel (Table) 2. Kemiringan lereng pada sub sub DAS Ngatabaru (Slope of Ngatabaru sub sub watershed)

Kelas lereng (Slope class)	Kemiringan (Slope) (%)	Luas (Area)	
		Ha	%
I Datar (Flat)	0-8	0	0
II Landai (Gently steep)	> 8-15	0	0
III Agak curam (Moderate steep)	>15-25	120,3	9,2
IV Curam (Steep)	>25-40	282,3	21,7
V Sangat curam (Extremely steep)	>40	901,8	69,2
Total (Total)		1.304,4	100,0

Sumber (Source): Analisis peta penggunaan lahan tahun 2005 (Analysis of landuse map in 2005)

aksesibilitas yang rendah karena topografinya yang berbukit atau bergunung dan didominasi lereng curam. Titik tertinggi mencapai elevasi sekitar 1.250 m dpl dan titik terendah pada elevasi sekitar 300 m dpl.

2. Morfometri DAS

Ditinjau dari morfometri, sub sub DAS Ngatabaru mempunyai karakter yang baik. Bentuk sub sub DAS Ngatabaru memanjang dengan rasio kebundaran (*circularity ratio*) sebesar 0,48. Secara alami, bentuk ini menghasilkan debit banjir yang relatif kecil, karena waktu perjalanan aliran air dari anak-anak sungai mencapai sungai utama berbeda-beda, sehingga tidak terjadi akumulasi aliran air pada sungai utama atau *outlet* DAS. Nilai kepadatan sungai (*drainage*

density) adalah 2 km/km² atau kategori sedang. Kategori ini menunjukkan sifat alami DAS tidak mudah mengalami kekeringan ataupun penggenangan.

3. Penggunaan lahan

Sub sub DAS Ngatabaru merupakan kawasan hutan lindung, namun di dalamnya sudah terdapat perambahan dan konversi penggunaan lahan (Tabel 3).

4. Tanah

Permeabilitas rata-rata tanah sub sub DAS Ngatabaru 24,8 cm/jam (cepat), menunjukkan kemampuan tanah yang mudah meresapkan air hujan dan mampu mengurangi besarnya limpasan permukaan. Tekstur tanah umumnya lempung berpasir. Kapasitas lapang gravimetrik bervariasi dari 9,27-26,19% dan volumetrik 12,79-24,48%.

Tabel (Table) 3. Penggunaan lahan pada sub sub DAS Ngatabaru (*Land use on Ngatabaru sub sub watershed*)

No.	Penggunaan lahan (<i>Land use</i>)	Luas (<i>Area</i>)	
		Ha	%
1.	Hutan (<i>Forest</i>)	1.162,1	89
2.	Kebun campuran (<i>Mixed garden</i>)	84,5	6
3.	Semak belukar (<i>Shrub</i>)	37,4	3
4.	Ladang (<i>Dry field</i>)	20,4	2
Total (<i>Total</i>)		1.304,4	100

Sumber (*Source*):Analisis dan pengecekan lapangan (*Analysis and ground check*)

5. Mata Pencaharian Penduduk

Sub sub DAS Ngatabaru terletak di Dusun 2, Kelurahan Ngatabaru. Penduduk bertempat tinggal di sekitar hutan lindung dan di luar sub sub DAS Ngatabaru dengan jumlah 108 KK dan 416 jiwa (tahun 2004/2005). Mata pencaharian penduduk umumnya sebagai petani. Penghasilan rata-rata per bulan sebesar Rp 300.000,- atau berkisar Rp 200.000 - 500.000,-.

Hasil hutan lindung yang dimanfaatkan oleh penduduk berupa kawasan untuk bercocok tanam, hasil air, kayu bakar, arang, rotan, dan kayu. Lahan bercocok tanam petani hanya berupa penguasaan

atas tanah dalam kawasan hutan dengan rata-rata luas 100 ha. Tidak ada *input* teknologi di dalam pekerjaan bercocok tanam, dan produksi tanaman sering diserang hama seperti monyet, tikus, dan babi. Jenis tanaman yang dibudidayakan adalah coklat, pepaya, pisang, jagung, dan cabe. Coklat merupakan tanaman andalan petani selain rotan. Produksi coklat dijual ke kota/pasar sedangkan produksi rotan dijual kepada pengumpul/penadah yang bertempat tinggal (pondok) di sekitar hutan. Selain hasil bercocok tanam penduduk juga memperoleh penghasilan dari menjual kayu bakar dalam bentuk arang sesuai permintaan pasar di luar Kelurahan Ngatabaru dengan jumlah permintaan minimal sebanyak 30-50 karung arang atau satu mobil dan kayu untuk cor (panjang 4 m).

C. Hubungan Curah Hujan (*Input*) dan Debit (*Output*)

Hubungan antara curah hujan (*input*) dan debit (*output*) DAS bulanan yang meliputi curah hujan, limpasan, debit air sungai, dan debit sedimen tahun 2004 dan 2005 disajikan dalam Tabel 4.

Tabel (Table) 4. *Input dan output sub sub DAS Ngatabaru tahun 2004 dan 2005 (Input and output on sub sub watershed from 2004-2005)*

Bulan (<i>Month</i>)	Tahun (<i>Year</i>) 2004				Tahun (<i>Year</i>) 2005			
	Hujan (<i>Rainfall</i>) (mm)	Limpasan (<i>Run off</i>) (mm)	Debit (<i>Discharge</i>) (m ³ /det)	Debit sedimen (<i>Sediment discharge</i>) ton/bln (<i>ton/month</i>)	Hujan (<i>Rainfall</i>) (mm)	Limpasan (<i>Run off</i>) (mm)	Debit (<i>Discharge</i>) (m ³ /det)	Debit sedimen (<i>Sediment discharge</i>) ton/bln (<i>ton/month</i>)
Januari (<i>Jan</i>)	149,9	10,7	1,61	262,8	37,1	5,1	0,77	20,9
Pebruari (<i>Feb</i>)	24,9	11,5	1,74	133,6	21,6	3,4	0,51**	23,8
Maret (<i>March</i>)	61,9	8,9	1,34	46,6	68,0	4,4	0,67	32,5
April (<i>April</i>)	83,9	10,3	1,55	76,9	76,8	8,1	1,23	37,5
Mei (<i>May</i>)	64,1	10,3	1,55	58,0	222,4	12,9	1,94	383,6
Juni (<i>June</i>)	30,0	8,0	1,21	20,7	180,3	16,0	2,41	564,3
Juli (<i>July</i>)	169,3	12,5	1,89*	588,1	81,5	22,4	3,39*	2119,7
Agustus (<i>Aug</i>)	1,4	11,2	1,70	39,3	47,8	14,9	2,25	340,3
September (<i>Sep</i>)	50,9	7,5	1,13	39,7	112,3	15,1	2,29	346,4
Oktober (<i>Oct</i>)	7,3	6,3	0,96	21,2	132,6	14,1	2,13	211,1
Nopember (<i>Nov</i>)	40,8	5,4	0,82	11,0	61,3	-	-	-
Desember (<i>Dec</i>)	44,6	4,9	0,74**	15,2	-	-	-	-
Total (<i>Total</i>)	721,7	107,5	16,23	1313,2				

Keterangan (*Remarks*) :- : Tak ada data tinggi muka air (*Data are not available*); * : Debit maksimum (*Max discharge*)** : Debit minimum (*Min discharge*).

Pada grafik sebaran hujan dan limpasan, baik pada tahun 2004 dan 2005, tampak bahwa hujan sangatlah fluktuatif tetapi tidak demikian pada limpasan (Gambar 2 dan Gambar 3). Meskipun demikian pergerakan limpasan secara umum masih mengikuti pergerakan sebaran hujan. Pada saat curah hujan meningkat tajam, limpasan juga meningkat terutama jika hujan berlangsung secara terus-menerus dalam bulan berurutan seperti terlihat pada bulan Januari hingga Juli tahun 2005, meskipun limpasan puncak tercapai selang sekitar dua bulan setelah terjadi hujan puncak. Sebaliknya jika curah hujan menurun secara drastis, limpasan bergerak menurun relatif lebih stabil, seperti terlihat pada bulan Juli hingga Desember tahun 2004 atau bulan Mei hingga Oktober tahun 2005. Hal ini menunjukkan bahwa

limpasan atau kondisi aliran sungai dalam keadaan sangat baik, karena tidak terjadi luapan (lonjakan aliran yang ekstrim) sekalipun curah hujan melonjak tinggi, sebaliknya tetap mengalir sepanjang waktu sekalipun curah hujan sangat rendah.

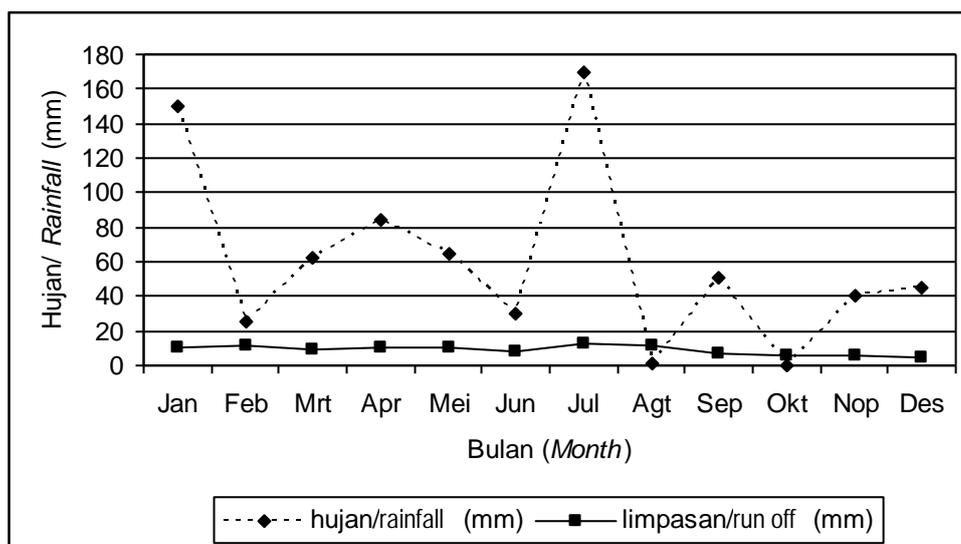
Secara kuantitatif hal ini dapat terbaca pada nilai Koefisien Rejim Sungai (KRS) atau rasio debit maksimum terhadap debit minimum yaitu sebesar 2,6 pada tahun 2004 dan 6,6 pada tahun 2005 (10 bulan). Menurut Kunkle (1976) dalam Bapedalda Provinsi Jateng (2004) (Tabel 4) nilai kedua KRS di lokasi penelitian masuk dalam kriteria sangat baik.

Berdasarkan morfometrinya, sub sub DAS Ngatabaru mempunyai sifat alami yang dapat menghasilkan kondisi/karakteristik aliran yang baik, yaitu tidak mudah terjadi penggenangan dan kekeringan

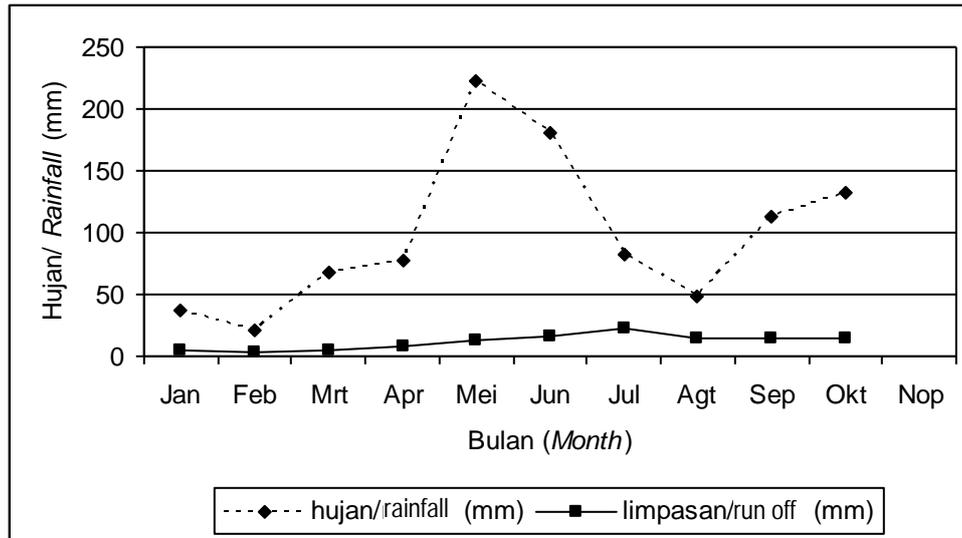
Tabel (Table) 5. Kriteria aliran debit spesifik (*Specific discharge criteria*)

Kriteria (Criteria)	Debit maks (Max discharge) $m^3/dt/km^2$ ($m^3/sec/km^2$)	Debit minimum (Min discharge) $m^3/dt/km^2$ ($m^3/sec/km^2$)	Debit rata-rata (Average discharge) $m^3/dt/km^2$ ($m^3/sec/km^2$)	Rasio maks/min (KRS) (Ratio of max/min) (River regime coefficient)
Buruk (Bad)	> 1,50	< 0,015	< 0,035	> 100
Baik (Good)	1,00	0,018	0,040	< 55,5
Sangat baik (Very good)	< 0,87	> 0,020	> 0,047	< 43,5

Sumber (Source): Kunkle (1976) dalam Bappedalda Provinsi Jateng (2004)



Gambar (Figure) 2. Hujan dan limpasan bulanan sub sub DAS Ngatabaru tahun 2004 (*Monthly rainfall and run off on sub sub watershed in 2004*)



Gambar (Figure) 3. Hujan dan limpasan bulanan sub sub DAS Ngatabaru tahun 2005 (*Monthly rainfall and run off on sub sub watershed in 2005*)

(ciri kepadatan sungai dengan $Dd = 2 \text{ km/km}^2$) serta debit banjir relatif kecil (ciri bentuk DAS memanjang atau $Rc = 0,48$). Rata-rata permeabilitas tanah sub sub DAS Ngatabaru yang termasuk cepat ($24,8 \text{ cm/jam}$) juga mempengaruhi kondisi aliran, karena air hujan cepat meresap ke dalam tanah dan mengurangi limpasan langsung, sehingga air yang meresap pada akhirnya dapat dialirkan ke dalam saluran dengan fluktuasi seimbang (cenderung merata) dari waktu ke waktu.

Kondisi aliran/limpasan sub sub DAS Ngatabaru yang relatif masih baik didukung adanya dominasi hutan (89%) dengan tajuk yang cukup rapat dan tumbuhan bawah yang masih rimbun. Tipe penggunaan lahan kebun campuran (6%) dan semak belukar (3%) tidak merepresentasikan keterbukaan tajuk yang buruk, hanya ladang (2%) yang menggambarkan adanya keterbukaan tajuk yang dapat mengurangi fungsi perlindungan terhadap tanah, tetapi tidak akan banyak berpengaruh dengan luasan yang sempit. Kemampuan penutupan lahan untuk mengurangi kelebihan air hujan agar tidak menjadi limpasan tinggi dapat dilihat dari besarnya koefisien aliran (C) tahun 2004 dan 2005 di sub sub DAS Ngatabaru, masing-masing adalah 0,15 dan 0,12. Menurut

Cook dan Bransby-Williams dalam Suryono (1996), koefisien aliran $<0,5$ termasuk normal dan koefisien $0,5-0,75$ termasuk sedang serta koefisien aliran $>0,75$ termasuk ekstrim. Nilai koefisien aliran yang sangat rendah (atau termasuk kriteria normal) pada sub sub DAS Ngatabaru menunjukkan kemampuan penutupan lahan (hutan), khususnya intersepsi dan transpirasi yang terjadi sangat tinggi sehingga dapat mengurangi kelebihan curah hujan yang akan menjadi limpasan langsung. Sebaliknya pada musim kemarau, hutan tetap dapat melepaskan air dan menghasilkan aliran yang kontinu sepanjang tahun. Sekalipun vegetasi hutan alam mendominasi sub sub DAS Ngatabaru, kemampuannya dalam mengatur keseimbangan air terbatas pada kondisi alami yang berlangsung yaitu tergantung pada tingkat kejenuhan basah. Hal ini terlihat pada bulan Juli tahun 2004, terjadi limpasan yang tinggi karena tanah telah jenuh air oleh hujan yang hampir turun setiap hari (tanggal 7 hingga 24 Juli 2004) dan puncaknya pada tanggal 23-24 Juli dengan hujan yang sangat deras ($40,9 \text{ mm}$ dan $58,6 \text{ mm}$). Demikian pula pada Juli tahun 2004, limpasan tinggi terjadi karena tanah telah jenuh air oleh hujan yang terus-menerus turun sejak bulan

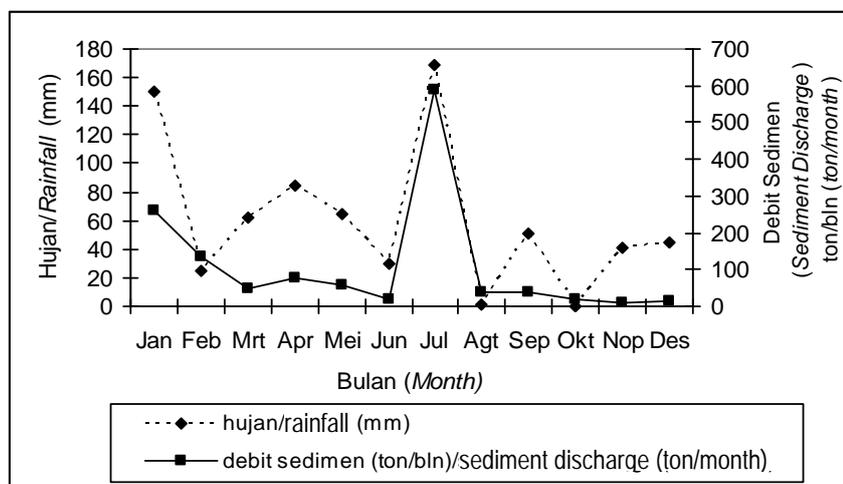
Maret (hari hujan meningkat setiap bulan).

Dari uraian di atas diketahui bahwa terdapat beberapa karakteristik fisik alami yang secara potensial baik. Namun demikian karakter kemiringan lereng yang tinggi menjadi faktor kerentanan sub sub DAS Ngatabaru apabila terjadi pembukaan hutan. Kelas kemiringan di sub sub DAS Ngatabaru bervariasi dari sedang hingga curam, yang didominasi kelas kemiringan lereng >40% atau curam (69,2%), kemudian berikutnya ditempati oleh kelas kemiringan lereng 25-40% atau agak curam (21,7%), dan terakhir kelas kemiringan lereng 15-25% atau sedang (9,2%). Perilaku masyarakat sekitar yang sudah mulai membuka hutan untuk berladang, menambang kayu untuk arang dan papan cor, karena desakan kebutuhan hidup dan tingkat ekonomi yang sangat rendah, maka perlu diwaspadai untuk mengamankan hutan lindung di masa mendatang. Berdasarkan hasil pengamatan juga diketahui bahwa sudah terdapat pergeseran nilai moral yang semula masyarakat sepeuh memegang teguh prinsip konservasi yang telah ditetapkan oleh pemerintah, kini telah mulai dilanggar oleh masyarakat pada generasi yang lebih muda. Jika masyarakat sepeuh tidak bercocok tanam di daerah bantaran sungai yang sudah ditetapkan sebagai kawasan lindung, sebaliknya kini ge-

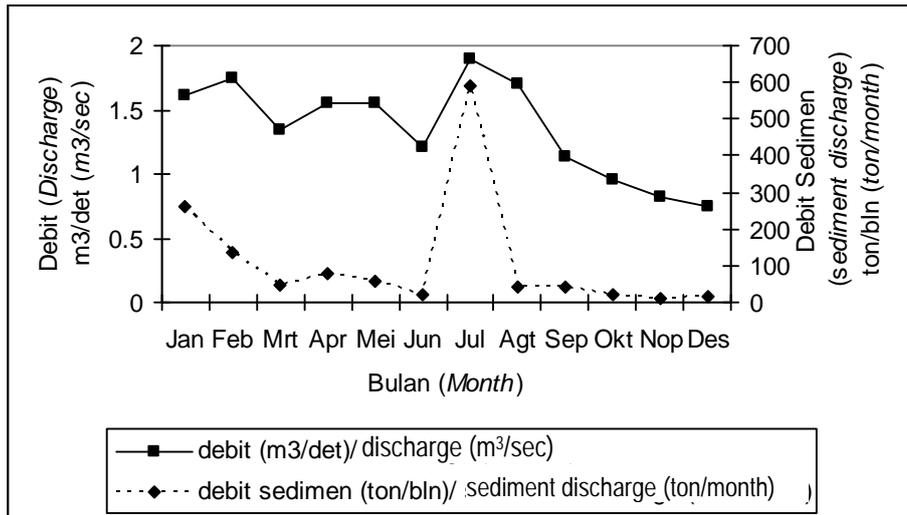
nerasi yang lebih muda telah bercocok tanam di sepanjang bantaran sungai.

Debit sedimen yang juga sebagai *output* DAS menunjukkan besarnya sedimen (ton) yang terbawa oleh debit air sungai per satuan waktu (bulan). Debit sedimen berkorelasi positif dengan debit air sungai. Semakin besar debit air sungai, semakin besar daya angkutnya sehingga semakin besar debit sedimen. Hujan yang memiliki daya untuk memecah agregat tanah menjadi partikel yang lebih kecil memberikan sumbangan suspensi pada aliran air yang mengangkutnya.

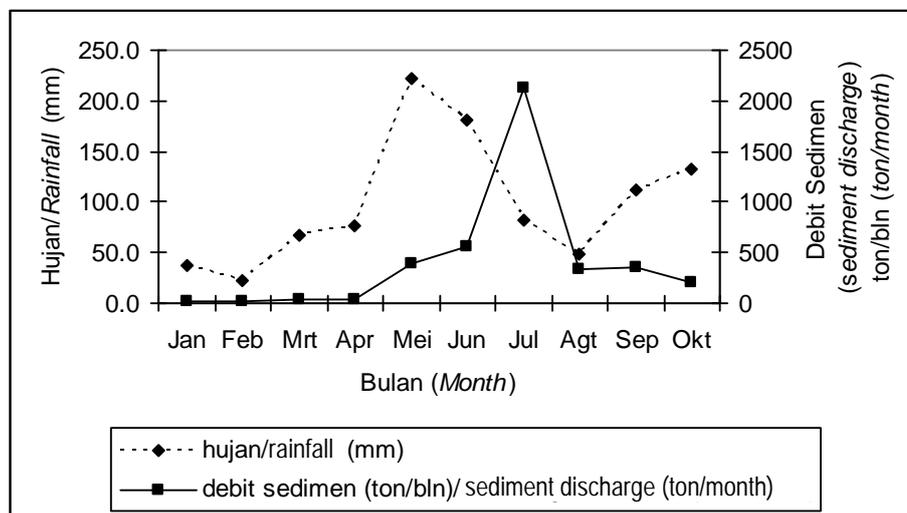
Tampak pada Gambar 4 dan Gambar 5 bahwa hubungan debit air sungai dengan debit sedimen (Q dan Q_s) lebih erat (memiliki pergerakan yang hampir sama) dibandingkan hubungan hujan dengan debit sedimen (P dan Q_s), baik pada tahun 2004 maupun 2005. Hal ini dapat dimengerti karena debit air sungai bukan saja memiliki daya angkut berbagai sumber erosi yang masuk ke dalam saluran sungai, tetapi juga memiliki daya untuk menggerus tebing sungai dan menjadikannya bentuk sumbangan erosi yang lain. Daya kinetik hujan memecah agregat tanah dapat menghasilkan bahan erosi, tetapi untuk dapat terangkut ke dalam saluran sungai memerlukan proses waktu. Oleh karena itu belum tentu hujan yang semakin besar dapat terukur semakin besar pula pada debit sedimen.



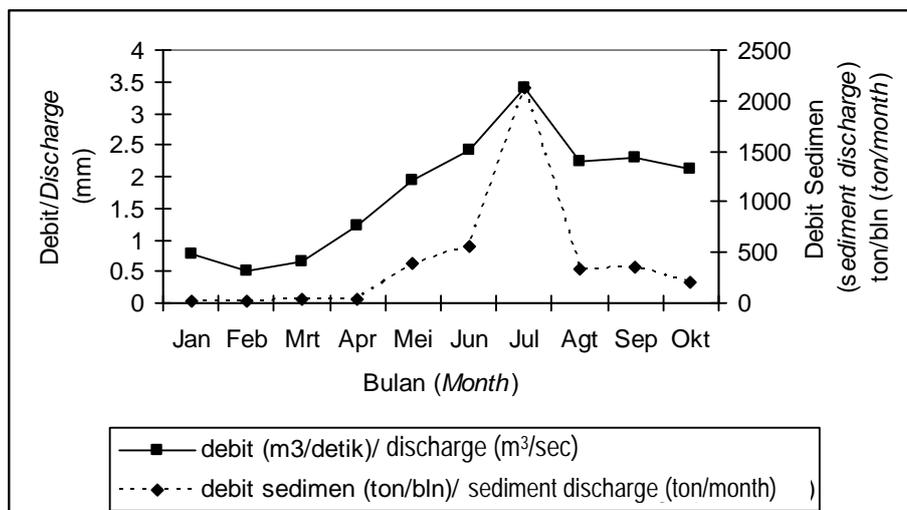
Gambar (Figure) 4. Hujan dan debit sedimen bulanan sub sub DAS Ngatabaru tahun 2004 (Monthly rainfall and sediment discharge on Ngatabaru sub sub watershed in 2004)



Gambar (Figure) 5. Debit air sungai dan debit sedimen bulanan sub sub DAS Ngatabaru tahun 2004 (Monthly discharge and sediment discharge on sub sub Ngatabaru watershed in 2004)



Gambar (Figure) 6. Hujan dan debit sedimen bulanan sub sub DAS Ngatabaru tahun 2005 (Monthly rainfall and sediment discharge on Ngatabaru sub sub watershed in 2005)



Gambar (Figure) 7. Debit air sungai dan debit sedimen bulanan sub sub DAS Ngatabaru tahun 2005 (Monthly discharge and sediment discharge on sub sub Ngatabaru watershed in 2005)

Hal yang menarik untuk dicermati, pada bulan Juli 2004 terdapat lonjakan debit sedimen yang terlihat sama ekstrim dengan pola lonjakan hujan dibandingkan dengan lonjakan debit air sungai. Demikian pula pada tahun 2005, meskipun terdapat selang dua bulan, pola lonjakan debit sedimen yang ekstrim (bulan Juli) ditemukan lebih jelas bersamaan pada lonjakan hujan (bulan Mei) daripada lonjakan debit air sungai. Penyebab yang sama seperti yang telah diuraikan sebelumnya dapat dijelaskan pada kondisi ini, bahwa ketika tanah telah jenuh air, maka kelebihan air hujan tidak dapat terserap lagi dan menjadi limpasan yang akan membawa partikel-partikel tanah langsung ke dalam sungai tanpa proses pengendapan pada cekungan-cekungan tanah. Di samping itu hujan yang deras akan meningkatkan daya kinetiknya memecah agregat tanah sehingga partikel tanah (bahan erosi) menjadi semakin banyak.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

1. Berdasarkan hubungan hujan dan debit diketahui bahwa hutan mempunyai peran dalam mengatur tata air (*stream-flow regulator*), yaitu menyerap air pada musim hujan dan melepaskannya pada musim kemarau. Peran hutan sebagai pengatur tata air menjadi tidak efektif pada kejadian hujan yang berlebih (durasi yang lama/hari hujan besar, curah hujan tinggi) yang menyebabkan tanah hutan menjadi jenuh air.
2. Peran hutan di sub sub DAS Ngatabaru sebagai pengatur tata air telah menghasilkan debit yang kontinu. Walaupun debit yang mengalir tidak besar, tetapi kontinuitasnya telah memberikan manfaat suplai air minum bagi penduduk sekitar.
3. Debit sedimen sangat dipengaruhi oleh debit sungai, dimana semakin

tinggi debit sungai akan semakin tinggi pula debit sedimennya. Namun, pada kejadian hujan yang sangat tinggi lonjakan debit sedimen lebih mengikuti lonjakan curah hujan yang terjadi. Hal ini terjadi karena hujan menghasilkan material erosi yang dapat secara langsung terangkut ke sungai.

B. Saran

1. Peran atau fungsi hutan pada sub sub DAS Ngatabaru sebagai pengatur tata air dengan memberikan manfaat nyata berupa sumber air bagi penduduk sekitar yang kontinu pada setiap musim, menunjukkan keberadaan hutan tersebut perlu dipertahankan.
2. Pemerintah daerah atau *stakeholder* terkait perlu mengambil langkah efektif pengamanan fungsi hutan di sub sub DAS Ngatabaru, karena terdapat beberapa kecenderungan yang dapat mengancam keberadaan dan peran hutan di sub sub DAS Ngatabaru. Selain itu sub sub DAS Ngatabaru yang didominasi kemiringan lereng curam, rentan terhadap pembukaan hutan.
3. Penelitian ini menunjukkan bahwa sebagian peran hutan bersifat positif (sebagai *stream regulator*, mengurangi limpasan langsung yang berdaya erosif), dan sebagian yang lain bersifat negatif (mengurangi debit/hasil air, meningkatkan daya kinetik hujan). Oleh karena itu dalam kegiatan penanaman hutan kembali disarankan untuk mempertimbangkan kondisi setempat yang dapat mempengaruhi peran hutan, baik yang bersifat positif maupun negatif.

DAFTAR PUSTAKA

Bapedalda Provinsi Jateng. 2004. Rencana induk (*Grand Design*) pengelo-

- laan lingkungan hidup SWS Serayu Provinsi Jawa Tengah. Laporan Akhir. Kerjasama Bapedalda Provinsi Jateng - Fakultas Geografi UGM. (tidak dipublikasikan).
- FAO dan CIFOR. 2005. Hutan dan banjir. Tenggelam dalam suatu fiksi atau berkembang dalam fakta? Pusat Penelitian Kehutanan Internasional (*Center for International Forestry Research*). Bogor.
- Ginting, N. 2006. Hutan, tata air, dan kelestarian DAS Cicatih. Prosiding Seminar Peranserta Parapihak dalam Pengelolaan Jasa Lingkungan DAS Cicatih-Cimandiri. Badan Litbang Kehutanan. Bogor.
- Mudiyarso, D. dan S. Kurnianto. 2007. Peranan vegetasi dalam mengatur pasokan air. Makalah Workshop "Peran Hutan dan Kehutanan dalam Meningkatkan Daya Dukung DAS", di Surakarta, 22 Nopember 2007. Balai Penelitian Kehutanan Solo.
- Noordwijk, M.V., F. Agus, D. Suprayogo, K. Hairiah, G. Pasya, B. Verbiest, dan Farida. 2004. Peranan agroforestri dalam mempertahankan fungsi hidrologi DAS. Dampak Hidrologis Hutan, Agroforestry dan Pertanian Lahan Kering sebagai Dasar Pemberian Imbalan kepada Penghasil Jasa Lingkungan di Indonesia. Prosiding Lokakarya di Padang/Singkarak Sumatera Barat, Indonesia, 25-28 Pebruari 2004.
- Paimin, Sukresno, dan Purwanto. 2006. Sidik cepat degradasi sub DAS. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan dan Konservasi Alam. Bogor.
- Soewarno. 1991. Hidrologi pengukuran dan pengolahan data aliran sungai (Hidrometri). Nova. Bandung.
- Suyono. 1996. Pengelolaan daerah aliran sungai dalam konteks hidrologi dan kaitannya dengan pembangunan berkelanjutan. Pidato Pengukuhan Jabatan Lektor Kepala Madya pada Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada, 26 Juli 1996, Yogyakarta.