

Perubahan Penggunaan Lahan Terhadap Fungsi Daerah Aliran Sungai

Radjulaini, dosen Jurusan Pendidikan Teknik Sipil- FPTK Universitas Pendidikan Indonesia

Abstrak

Konversi hutan untuk pembuatan jalan, perumahan, industri di bagian hulu dapat mempengaruhi fungsi DAS walau sekecil apapun. Perubahan penggunaan lahan di 'sumber' atau di area dataran tinggi DAS mempunyai efek atas para pemakai air di bagian hilir. Begitu pengelolaan DAS melibatkan berbagai para pemakai dan pembuat keputusan yang tidak memahami tentang pengembangan teknologi DAS, maka teknologi seperti itu kemungkinan untuk gagal lebih besar. DAS bagian hulu baik dia merupakan daerah resapan air maupun tangkapan air kedua-duanya akan mempengaruhi DAS bagian hilirnya baik merupakan puncak banjir, sedimentasi meningkat, aliran dasar berkurang, serta perubahan kualitas air.

Kata kunci: DAS, aliran permukaan, infiltrasi, dan sedimentasi,

Sasaran

- Untuk menghadapi tantangan suatu paradigma populer berkenaan dengan peran/fungsi hutan di dalam Daerah Aliran Sungai (DAS = Watershed)
- Untuk menggambarkan bagaimana berbagai fungsi DAS berhubungan dengan neraca air.
- Membawa suatu pemahaman menyangkut interaksi antara perubahan penggunaan lahan/tutupan lahan dan fungsi DAS

1. Pendahuluan

Dalam kurun waktu akhir ini yaitu sekitar pertengahan tahun 2004 sampai dengan awal tahun 2005 telah terjadi perdebatan yang sengit mengenai pembangunan jalan yang menghubungkan Dago-Puncut menjadi topik utama baik dari para pakar Lingkungan Hidup, LSM, maupun dari tingkat pemerintahan Provinsi Jawa Barat. Beberapa pakar menyatakan bahwa daerah tersebut bukanlah daerah resapan air melainkan merupakan daerah tangkapan air (Pikiran Rakyat ... Januari 2005). Namun demikian, LSM serta pencinta lingkungan, dan beberapa pakar lainnya tetap mempertahankan bahwa daerah tersebut merupakan daerah resapan air

yang sangat berpotensi akan “menenggelamkan” kota Bandung bila dia terusik. Sekalipun masyarakat yang lain serta beberapa ormas masih tetap menghendaki agar jalan tersebut tetap dibangun demi mendukung keputusan Walikota Bandung. Untuk itu penulis mencoba menelaah bagaimana hubungan antara perubahan penggunaan lahan dengan fungsi DAS ini.

Seluruh dunia saat ini sedang memfokuskan tentang hubungan antara sumber daya air dan penggunaan lahan. Hal ini telah berakibat sebagian besar negara-negara berkembang sedang terjadi proses penurunan (*degradasi*) sumber daya air dan lahan, sedangkan kebutuhan akan sumber daya lahan makin meningkat. Praktek penggunaan lahan dan konversi lahan telah menyebabkan suatu degradasi fungsi DAS itu sendiri. Di daerah tropis yang lembab, penebangan hutan sebagai salah satu penyebab utama dari kerusakan fungsi DAS. Riset di beberapa negara mulai mempertanyakan pandangan yang sederhana ini, yaitu bagaimana hubungan antara *penggunaan lahan dan pengaruhnya terhadap DAS* ?

2. Mitos dan Kenyataan Terbaikan.

Pertimbangkan berikut tentang fungsi DAS (Calder, 1999).

- Hutan meningkatkan curah hujan
- Hutan meningkatkan run off
- Hutan mengatur aliran/ arus air.
- Hutan mengurangi erosi
- Hutan mengurangi banjir
- Hutan merupakan penuplai air yang 'sterilis' dan memperbaiki air mutu.

Apakah hal ini merupakan kenyataan atau dongeng?

Pandangan tentang pelestarian hutan sebagai 'yang baik' dan penghancuran hutan sebagai yang 'buruk' untuk fungsi DAS telah tersebar secara luas dan diterima untuk beberapa dekade tanpa suatu pemahaman yang jelas yang menyangkut peran penggunaan lahan dan perubahan penggunaan lahan dalam hubungannya dengan siklus hidrologi dan fungsi DAS. Tulisan ini bertujuan untuk memperjelas peran hutan di dalam DAS, begitu menantang di dalam paradigma lama ini.

Kita telah mendengar atau membaca bahwa, pengalihan hutan atau penghancuran hutan, akan berdampak negatif pada aliran sungai, volume air di dalam saluran, penyebab banjir, penyebab terjadinya gurun (*desertification*), mengurangi curah hujan, penyebab erosi, kerusakan pada kehidupan tempat kediaman binatang liar dan degradasi DAS, dan yang lain-lainnya (UNCED, 1992; Calder, 1999). Apakah ini merupakan kasus?

Yang dilakukan hutan tentu saja mempunyai suatu peran penting baik dalam hubungan dengan fungsi DAS maupun perlindungan lingkungan secara umum. Bagaimanapun, hasil penelitian terakhir menyatakan bahwa

hutan tidaklah perlu ' yang baik' untuk semua fungsi DAS (Bands, et. al., 1987; Calder, 1999)

Suatu korelasi positif telah didapatkan antara adanya hutan dengan sedikit peningkatan curah hujan. Bagaimanapun, peningkatan curah hujan yang kecil ini secara normal terjadi timbal-balik karena adanya peningkatan penguapan, sehingga keseluruhan efek ini merupakan suatu pengurangan di dalam sumber daya air. Sebagai tambahan, efek hutan atas curah hujan bergantung pada pengaruh dari permukaan laut. Luas wilayah sempit (sebagai contoh Selatan Afrika, Bagian Tenggara Asia), lebih dipengaruhi oleh *massa* udara lembab dari lautan dibanding oleh *massa* udara dari daratan. Di dalam area kontinental, hutan membentuk bagian dari peredaran siklus hidrologi melalui peningkatan penguapan dan curah hujan. (Bends, et al., 1987). Dari suatu perspektif sumber daya air, peran hutan atas curah hujan merupakan hal yang sangat penting.

Hutan secara umum telah diketahui sebagai pereduksi *run off*. Ada dua pertimbangan untuk ini. *Pertama*, hutan lama/lestari, sangat baik dalam mengembangkan sistem perakaran, yang mana dia akan menembus jauh ke dalam tanah untuk mencari air; dan akar merupakan konsumen air yang besar, terutama di musim kemarau. Efek ini merupakan suatu pengurangan di dalam ketersediaan air tanah dan pengurangan di dalam runoff. *Kedua*, area hutan lebat, jumlah penguapan (*transpiration*) lebih tinggi dibandingkan dengan area kosong atau tanaman pangan yang sangat pendek; sebagai konsekuensi, hutan dapat mengurangi *run off* di dalam *catchments area* (Bosch dan Hewlett, 1982). Ini bertentangan dengan yang diterima dari 'dongeng', bahwa penebangan hutan itu menyebabkan suatu pengurangan *run off* di dalam DAS, dan begitu juga pengurangan dalam kuantitas air di dalam reservoir dan yang tersedia itu untuk irigasi.

Pengamatan di bagian dunia yang berbeda sudah menunjukkan bahwa hubungan antara hutan dan aliran air tidaklah perlu yang positif (Boost, 1979; Van Lill et al., 1980). Lagipula, yang mempengaruhi pada aliran musim kemarau sangat tergantung tempat yang spesifik. Dalam hal erosi, hutan berperan positif dan negatif. Pada sisi positif, hutan mengurangi timbulnya *run off*, yang mana pada gilirannya mengurangi pengangkutan erosi. Tutupan pohon (*canopy*) dapat juga 'melambatkan' kecepatan tetesan air hujan sebelum mereka jatuh ke tanah, dengan begitu dapat mengurangi tekanan air pada tanah. Penghutanan kembali bukan merupakan jawaban, terutama ketika tanah telah mengalami degradasi hebat (Pearce, 1986; Hamilton, 1987). Riset pada lokasi global berbeda; Amerika, Afrika Selatan, UK dan Selandia Baru, tidak menunjukkan korelasi langsung antara penebangan hutan dan banjir (Hewlet dan Helvey, 1970; Hewlet dan Bosch, 1984; Kirby et al., 1991; Johnson, 1995; Taylor dan Pierce, 1982). Apa yang ada adalah aktivitas asosiasi manajemen dihubungkan dengan penebangan hutan, pembuatan drainase, pembangunan jalan raya dan pemadatan tanah dan juga aktivitas pengolahan tanaman yang mengikuti

penebangan hutan: ini hampir bisa dipastikan akan berpengaruh terhadap banjir.

3. Konsep Hutan.

Suatu konversi hutan yang cepat berhubungan dengan pengelolaan fungsi DAS mempengaruhi mata pencarian masyarakat sebelah hilir. Bagaimanapun, persepsi hutan alami yang bisa memelihara fungsi ini adalah suatu yang sangat sederhana. Hal itu menguuskulkan bahwa beberapa petani mengembangkan mosaik agroforestry mungkin akan seefektif melindungi fungsi DAS sebagai tutupan hutan yang asli (van Noordwijk, 2000). Sebelum melihat fungsi hutan, adalah penting untuk memahami apa sebenarnya suatu hutan itu.

3.1 Apa yang sesungguhnya hutan?

Biasanya, yang dinamakan hutan adalah *suatu koleksi pohon*. Ini jelas di dalam proyek reboisasi, suatu usaha yang dipusatkan pada penanaman pohon sebagai pengganti lahan yang terdegradasi dan penghancuran hutan. Bertentangan dengan kepercayaan populer saat ini, suatu hutan bukanlah suatu pohon, tetapi suatu ekosistem dengan komponen dan fungsi berbeda. Peran hutan pada fungsi DAS adalah tergantung pada aspek hutan yang berbeda ini sebagai suatu ekosistem. Sedangkan menurut Ishemat Suryanegara *et al.* 2002, hutan adalah masyarakat tumbuh-tumbuhan yang dikuasai pohon-pohon dan mempunyai keadaan lingkungan yang berbeda dengan keadaan di luar hutan

Cakupan 'hutan':

- suatu tumbuh-tumbuhan (pohon-pohon, pohon-pohon di bawah)
- suatu kondisi tanah (infiltrasi yang baik, makroporositas tinggi)
- suatu lansekap dengan sedikit 'saluran' dan banyak ketidakteraturan

3.2 Fungsi Hutan DAS

Fungsi hutan DAS mencakup:

- Menjaga mutu air yang tinggi
- Mengatur kuantitas air
- Pemeliharaan keseimbangan sedimen - air di dalam DAS

Penyataan kuantitatif diperlukan untuk 'fungsi suatu DAS' tergantung pada jumlah dan jenis hutan dan berbagai praktek penggunaan lahan dapat mengikuti perubahan (konversi) hutan. Fungsi DAS didasarkan pada ke tiga aspek hutan yang bersama-sama mendominasi dampak pada aliran serta

mutu air: Tumbuh-Tumbuhan; Kondisi Tanah; Lansekap (suatu lansekap dengan permukaan yang kasar, yang tidak rata, mencakup rawa dan lembah, menyediakan cadangan air sementara serta fungsi saringan sedimen dan sangat sedikit saluran-saluran; jalan kecil untuk aliran runoff yang cepat)

Ini merupakan tiga aspek hutan yang berpengaruh dalam: jumlah aliran tahunan, aliran musim kemarau, aliran musim hujan dan kualitas air, berbeda jenis hutan dan berbeda laju dalam lintasan dan mereka dipengaruhi oleh perubahan hutan dan hal ini akan dapat dipulihkan kembali di dalam 'reboisasi'. Jenis hutan yang berubah dan jenis penggunaan lahan yang dirubah, menentukan apakah dampak keseluruhan pada 'fungsi hutan DAS' menjadi negatif, netral atau bahkan menjadi positif.

3.3 Penghancuran hutan mengakibatkan hilangnya fungsi hutan secara berangsur-angsur.

Perubahan hutan bukanlah proses hitam atau putihnya penghancuran hutan. Hal itu dapat mengakibatkan hilangnya fungsi hutan berangsur-angsur sebagai perkembangan lansekap di dalam mosaik agroforestry. Keberadaan Institusi dan kebijakan sebagian besar didasarkan pada penggunaan lahan agrikultur hutan secara dikotomi. Ini dapat mendorong kearah suatu konflik yang tak perlu. Isu ini menjadi kaitan tertentu di mana dikira 'fungsi perlindungan DAS' telah menjadi dasar untuk suatu akses peraturan (contoh di Indonesia dan Thailand). Kunci dari pengertian ini adalah bahwa *beberapa petani mengembangkan mosaik agroforestry adalah se efektif dalam perlindungan fungsi DAS seperti tutupan hutan yang asli, dan karenanya suatu bagian yang substansial dari konflik sekarang antara para pengelola hutan dan masyarakat lokal dapat dipecahkan dengan manfaat timbal balik* (Van Noordwijk, M., 2000).

Penghancuran hutan dapat dianggap sebagai hilangnya 'fungsi hutan' hutan alami digantikan dengan sistem penggunaan lahan lainnya. Perhatian Nasional dan Regional untuk reboisasi dan konservasi hutan lebih terfokus pada hilangnya fungsi DAS hutan alami. Sedang beberapa penggunaan lahan yang mungkin se baik hutan alami dapat diizinkan, sistem penggunaan lahan berbeda secara signifikan di dalam kemampuan mereka untuk menyediakan fungsi DAS ini. Hilangnya fungsi DAS bisa merupakan kombinasi dari:

- A. Di dalam DAS hilangnya produktivitas lahan akibat erosi
- B. Di luar DAS menyangkut dengan kuantitas air: hasil air tahunan, aliran puncak, aliran dasar musim kemarau, debit groundwater atau deplesi
- C. Di luar DAS menyangkut kualitas air, mencakup pendangkalan waduk.

Bagian A merupakan isu utama bagi petani dataran tinggi. Sedangkan B dan C sebagian besar menarik perhatian kelompok hilir, yang mungkin terpengaruh kurang baik ketika hutan alami dirubah dijadikan penggunaan lahan agrikultur.

Fungsi hidrologi hutan nampak sudah tak menentu, terutama peran mereka di dalam mengisi kembali *base flow* ke dalam *groundwater*, dalam menyediakan air di musim kering. (Bruinjnzeel, 1990; Calder, 1998; Jakeman et al., 1998). Perubahan aliran badai (peningkatan hujan badai) setelah penghancuran hutan telah sering dicatat, tetapi ini mungkin dalam kaitan dengan 'membuka/merintis' lansekap dan 'perbaikan drainase', mengurangi 'kekasaran permukaan', bukannya menghilangkan pohon yang ada didalamnya. Jika 'reboisasi' mengembalikan pohon kepada suatu lansekap tetapi tidak menutup semua jalan, menciptakan genangan, dan mengembalikan kekasaran permukaan, hal itu berdampak negatif ketersediaan air di bagian hilir, sebab transpirasi tambahan dan kehilangan intersepsi dari kanopi pohon (rata-rata sekitar 300 mm/tahun) berkelanjutan. Di dalam mempertimbangkan peran mosaik agroforestry lansekap secara teratur begitu penting untuk memperhatikan penutup pohon dan 'kekasaran permukaan', seperti itu yang terdiri dari satu rangkaian unsur-unsur 'saringan' di dalam lansekap.

4. Fungsi DAS – Siapa yang tertarik dengan fungsi ini?

Fungsi DAS yang utama adalah penyediaan suatu kuantitas air dan cukup, untuk mengurangi pergerakan tanah dan menyediakan suplai air minum dengan mutu yang tinggi. (lihat box di bawah ini)

Suatu pencemaran di dalam kualitas air, sebagai contoh peningkatan kekeruhan air, akan menjadi hal negatif yang berdampak pada para pemakai air. Bagaimanapun, dalam kaitan dengan kuantitas, ada suatu penyimpangan antara waktu suatu aktivitas yang terjadi, terhadap pengaruhnya atas kuantitas air menjadi kenyataan. Hal itu dapat terjadi sampai sepuluh tahun atau lebih untuk mendeteksi tampak perubahan dalam kuantitas air di dalam DAS, lama setelah pengaruh dari aktivitas tertentu telah menghilang, hal itu begitu sukar untuk mengisolasi penyebab pengurangan kuantitas air, jika hal itu memerlukan eksperimen yang cukup untuk periode waktu yang lama.

Gambar 1 menunjukkan layanan fungsi DAS yang ada di lingkungan dan proses yang mempengaruhinya. Dari diagram ini, dapat dilihat kualitas air itu (pada sisi kanan gambar) tergantung atas aliran cepat dan aliran dasar sungai.. Aliran cepat dipengaruhi oleh proses hidrologi berikut; run-on, aliran lateral, runoff, dan aliran outflow, sedangkan aliran dasar sungai dipengaruhi oleh perkolasi. Total hasil air tergantung atas aliran cepat dan aliran dasar sungai dan pengisian air kembali. Apapun aktivitas yang mempengaruhi proses ini akan mempunyai suatu dampak atas fungsi layanan lingkungan pada DAS yang saling ketergantungan satu dengan yang lain.

Fungsi DAS	Contoh kepentingan
<p><i>Kuantitas air</i> Jumlah hasil air tinggi Aliran musim kemarau tinggi Aliran puncak rendah</p> <p><i>Mencegah Pergerakan lahan</i> Sedimen rendah Longsor sedikit /mudflows</p> <p><i>Mutu air baik</i> Air minum Ikan dan biota lain Air segar & sejuk Tidak terjadi pergerakan peng-garaman</p>	<ul style="list-style-type: none"> • memenuhi reservoir dan danau • tidak mengurangi air danau • resiko penggenangan di dataran rendah. • Umur pakai Reservoir • desa/kampung di lembah terjamin • sumber air minum secara langsung • nelayan, konservasi biodiversity • sawah • aliran groundwater (Australia)

5. Fungsi DAS dalam kaitannya dengan kawasan Hulu - Hilir

DAS merupakan penghubung antara kawasan hulu dengan kawasan hilir, sehingga pencemaran di kawasan hulu akan berdampak terhadap kawasan hilirnya. DAS meliputi semua komponen lahan. Air dan sumberdaya biotik yang merupakan suatu unit ekologi dan mempunyai keterkaitannya antar komponen. Dalam suatu ekosistem DAS terjadi berbagai proses interaksi antar berbagai komponen yaitu tanah, air, vegetasi, dan manusia.

Kawasan hulu mempunyai peran penting yaitu selain sebagai tempat penyedia air untuk dialirkan ke daerah hilirnya bagi kepentingan pertanian, industri dan pemukiman, juga berperan sebagai penyeimbang ekologis untuk sistem penunjang kehidupan. (Supriadi, 2000). Di dalam terminologi ekonomi, daerah hulu merupakan faktor produksi dominan yang sering mengalami konflik kepentingan penggunaan lahan untuk kegiatan pertanian, pariwisata, pertambangan, pemukiman, dan lain sebagainya. Menurut Sugandhy 1999, bila dihubungkan dengan penataan wilayah, maka alokasi ruang dalam rangka menjaga dan memenuhi keberadaan air, kawasan resapan air, kawasan pengaman sumber air permukaan, kawasan pengaman mata air, maka minimal 30% dari luas wilayah harus diupayakan adanya tutupan tegakan pohon yang berupa hutan lindung, hutan produksi atau tanaman keras, hutan wisata, dan lain sebagainya.

Hasil penelitian Deutsch dan Busby (2000) menunjukkan bahwa total suspended solid (TSS) dapat meningkat secara tiba-tiba apabila suatu sub daerah aliran sungai mengalami pembukaan lahan pertanian lebih dari

50%. Penggunaan lahan dapat berdampak terhadap kualitas air, ada yang berdampak negatif, dan ada pula beberapa yang berdampak positif terhadap pengguna air di daerah hilir. Sedangkan Gilliam *et al.* 1985 dalam Logan, 1990, melaporkan bahwa perbedaan tipe penggunaan lahan dapat mempengaruhi besar kehilangan nitrogen yang masuk dalam drainase permukaan. Penghancuran hutan dapat meningkatkan erosi, di Malaysia aliran permukaan yang disebabkan oleh penebangan dapat membawa sedimen 8 – 17 kali lebih besar dibanding sebelum penebangan (Falkenmark dan Chapman, 1989 dalam Kiersch, 2000)

Proses	Water-balance	Fungsi layanan lingkungan
DI DALAM <i>berakumulasi pada</i>	Curah hujan <i>Determinasi</i>	Kelembaban udara & suhu
1. Awal tampungan	+	Tanaman tumbuh
2. Curah hujan	Intersepsi awan	
3. Intersepsi awan		+
4. Run-on	perubahan di tampungan	
5. Aliran samping		=
DILUAR	evaporasi	Aliran sungai & sedimen loss
6. Akhir tampungan	+	
7. Evaporasi kanopi	transpirasi	Kualitas air
8. Transpirasi	+	
9. Evaporasi tanah	aliran cepat (quick flow)	Aliran musim kemarau & Ground water
10. Run-off	+	
11. Aliran samping keluar	base flow sungai & pengisian kembali yang dalam	
12. perkolasi		

Gambar 1. Pengaruh perubahan penggunaan lahan atas Proses Hidrologi

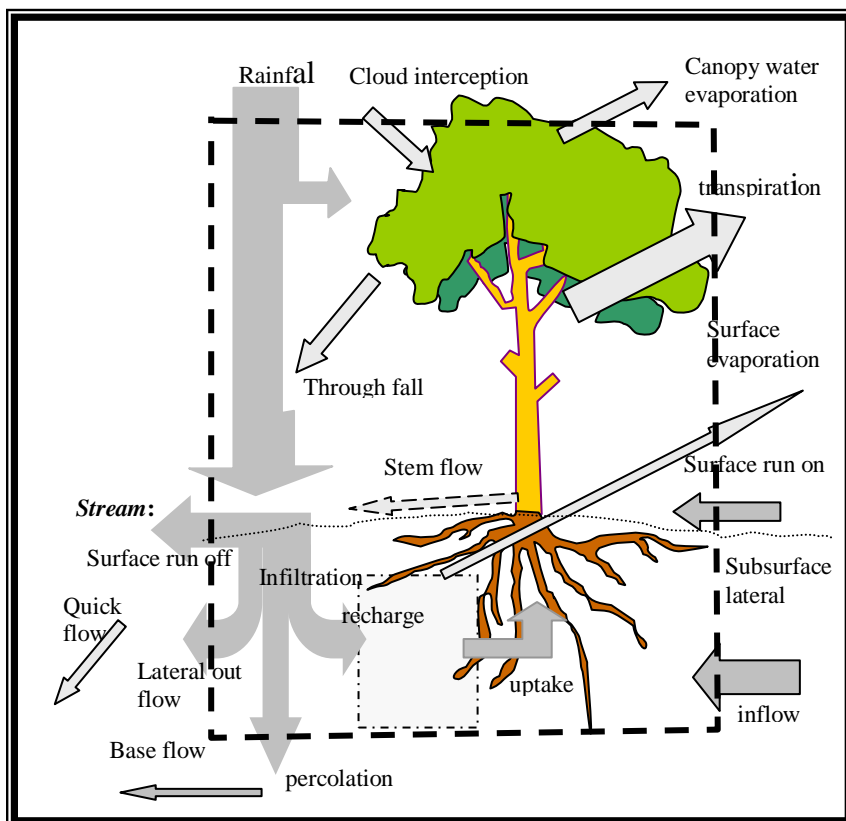
6. Keseimbangan Air dan Sedimen di tingkat bidang lahan (*plot-level*)

Curah hujan di atas permukaan lahan menyediakan masukan untuk mengisi kembali tanah dengan air, pengisian *groundwater reservoir* dan menyediakan limpasan di sungai (lihat Gambar 2). Sebagian dari curah hujan ini akan diserap dan diuapkan ke dalam atmosfer oleh tutupan (kanopi) tumbuh-tumbuhan hutan. Penguapan terjadi via tiga jalur (Calder, 1999).

- *Intersepsi* - bagian curah hujan itu menyangkut permukaan tumbuh-tumbuhan dan meng-evaporasi kembali sebelum menjangkau tanah.
- *Transpirasi* - air diserap melalui akar dan menguapkan via stomata daun.

- *Evaporasi* dari tanah secara langsung.

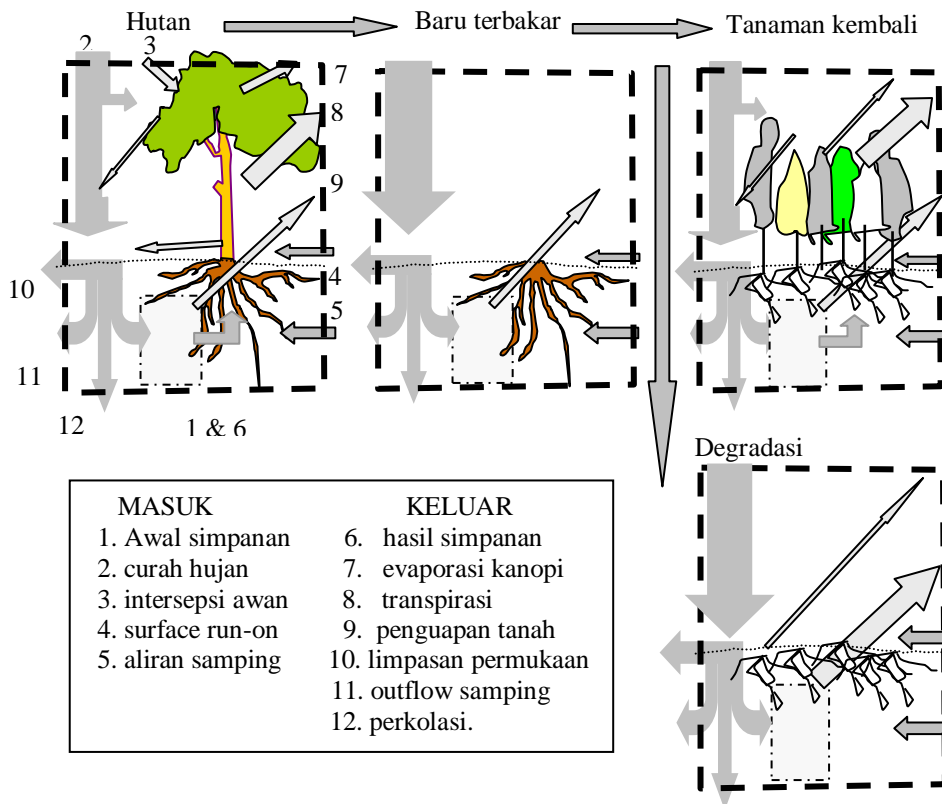
Bagian kecil dari curah hujan menjangkau lantai hutan secara langsung tanpa menyentuh kanopi. Hal ini dinamakan 'aliran tembus (*through-flow*)'. Sisanya menjangkau lantai hutan sebagai tetesan dari puncak dan melalui batang dinamakan 'aliran batang (*stem-flow*)', yang akhirnya menghasilkan suatu konsentrasi air di dasar batang. Di dalam kondisi-kondisi topografis dan iklim tertentu secara dramatis mampu untuk menghanyutkan humus dan lapisan atas dari tanah (*top soil*). *Through-flow* dapat berdampak pada erosi lahan. Jumlah percikan erosi yang disebabkan oleh *through-flow* yang memukul lantai hutan ditentukan oleh kadar permukaan tanah tertutup oleh sampah atau belukar bukan oleh kekuatan mengikis oleh air hujan (Wiersum, 1983). Aliran permukaan yang masuk (*run-on*) adalah air yang datang dari alur bersebelahan, sedangkan limpasan permukaan (*run-off*) air yang meninggalkan alur eksperimen. Aliran bawah permukaan tanah adalah air yang mengalir hanya di bawah permukaan dan menyusup melalui lapisan tanah yang berbeda (lihat Gambar 3)



Gambar 2. Proses hidrologi pada tingkat bidang tanah (*plot level*) – fungsi DAS hutan.

Infiltrasi menjadi jalan lintas air melalui lapisan tanah, masuk ke dalam tanah untuk mengisi kembali groundwater, untuk pengambilan makanan tumbuhan, sebagai aliran permukaan, dan untuk ' pengisian kembali' saluran. Pada prinsipnya, infiltrasi dapat mempengaruhi kecepatan limpasan dan banjir. Kecepatan infiltrasi yang lebih tinggi menyebabkan semakin sedikit air yang tersedia untuk limpasan permukaan. Dalam praktek, efek ini tergantung dari aktivitas pengelolaan lahan yang dihubungkan dengan ilmu kehutanan. Air hujan yang mengalir dengan cepat menjangkau aliran sungai.

Efek konservasi hutan atas keseimbangan sedimen dan air pada tingkat bidang lahan ditunjukkan di dalam Gambar 3. Penjelasan dari apa yang terjadi pada keseimbangan sedimen - air pada tingkat bidang lahan (*plot level*) dapat dilihat dalam kotak di bawah ini. Biasanya, pada pembukaan hutan ada suatu peningkatan hasil air (*water yield*) (Bruijnzeel, 1990)



Gambar 3. Bagan komponen keseimbangan air pada tingkat bidang lahan, untuk hutan, baru dibuka dan degradasi lahan.

Hutan yang terbakar:

Peningkatan penguapan permukaan lahan dalam kaitan dengan ketiadaan tutupan hutan; Peningkatan limpasan permukaan; Peningkatan erosi, yang lebih besar di bawah kondisi-kondisi curah hujan tropis yang lebat dan pada lahan yang curam; Hilangnya bahan gizi/nutrisi pada lahan melalui erosi.

Penghutan kembali;

Ini 'menirukan' fungsi hutan alami. Bagaimanapun, dalam kaitan dengan perbedaan di dalam komposisi dan ukuran jenis pohon, pengaruh atas proses hidrologi berbeda sedikit dari hutan alami.

Degradasi hutan :

Fungsi hutan dihancurkan ; Peningkatan penguapan tanah; Peningkatan limpasan permukaan, meningkatkan potensi banjir; Peningkatan erosi tanah, terutama setelah hujan lebat dan pada kemiringan yang curam.

7. Tingkat hubungan Lansekap di dalam aliran sedimen dan air

Fungsi lansekap tidak hanya tergantung pada jumlah dari semua ' tingkat bidang lahan (*plot level*)' yang ada di dalam lansekap, tetapi juga air dari ' aliran samping' , bahan nutrisi, tanah, api dan organisme yang menghubungkan mereka (Vos dan Opdam, 1993; Forman, 1995; van Noordwijk, 1999). Aliran samping ini didapat dari dorongan oleh ' saluran' (seperti sungai kecil atau jalan) dan dikurangi oleh 'saringan' (potongan tumbuh-tumbuhan di sepanjang kontur, atau sebaliknya tegak lurus arah aliran samping), fungsinya meliputi intersepsi, perubahan bentuk atau simpanan jangka panjang (misalnya dari nitrat ke dalam format zat lemas berupa gas/nitrogen)

Di dalam rangka memprediksi pengaruh erosi tanah di tingkatan DAS, kita pertama-tama memerlukan suatu pengkajian yang menyangkut efektivitas saringan. Efisiensi saringan (filter) tergantung dari angkutan lateral antara sumber dan pengendapan. Total efisiensi saringan lansekap tergantung atas radius atau arah kecepatan tujuan pengangkutan, total kerapatan pancaran (*emitter*) dan saringan dan tumbuh-tumbuhan sebagai fungsi waktu. Saringan di dalam pengertian yang umum ini dapat meliputi unsur-unsur lansekap: lembah, *cut-off* saluran drainase, parit, tanggul, jalur tanaman, pagar tanaman dan tumbuh-tumbuhan sepanjang tepi sungai. Mengenai tataletak saringan merupakan hal yang penting dalam hubungan dengan efektivitas mereka.

Efektivitas saringan dapat digambarkan sebagai fungsi dari jarak radius – secara keseluruhan efek di setiap kerapatan saringan dapat dibandingkan dengan yang sama di dalam suatu jumlah saringan jarak biasa.

Istilah saringan digunakan di sini di dalam suatu pengertian umum untuk semua yang dapat menghambat suatu aliran dari samping. Yang secara khusus, saringan menempati suatu gugusan yang kecil pada total area dan mempunyai suatu dampak besar setiap unit area yang ditempati. Saringan ini begitu dihargai seperti unsur dasar suatu lansekap. Unsur-unsur saringan mudah dilewatkan di dalam pendekatan remote sensing, tetapi harus merupakan fokus riset jika kita ingin memahami bagaimana lansekap berfungsi secara keseluruhan. Digabungkan kepada isu aliran dan saringan menjadi pertanyaan bagaimana bentuk bahan secara spatial.

8. Efek campuran dari konversi hutan

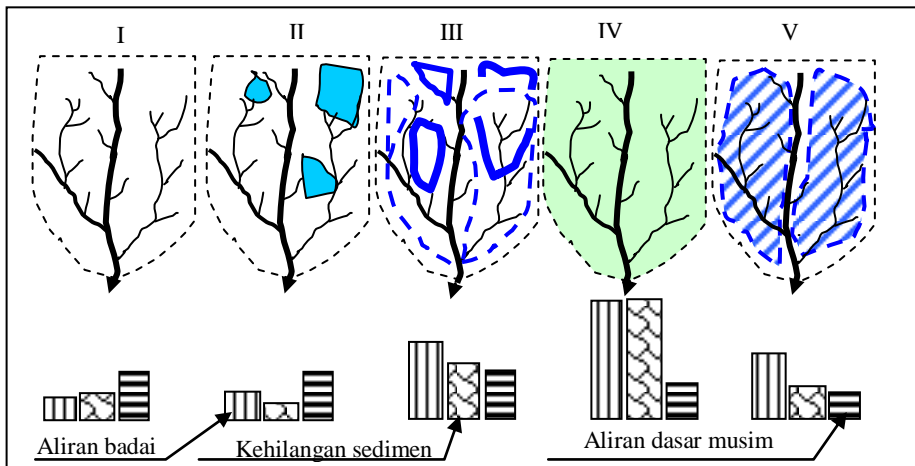
Adapun efek campuran dari konversi hutan ini antara lain:

- *Penebangan dan pengangkutan kayu gelondongan (logging)*: menjadikan degradasi lahan, peningkatan run off, erosi, sedimentasi serta merusak tumbuh-tumbuhan di sekitar aliran sungai.
- *Ladang berpindah dan degradasi lahan*: , menyebabkan terjadinya tanah tandus ketika lahan ditinggalkan tak ditanami lagi untuk 'meremajakan'.
- *Jalan dan desa/kampung*: jalan dapat berfungsi sebagai saluran yang mengangkut sedimen dan air ke arah hilir. Tipe transport pada lahan degradasi atau tanah 'kurus', dapat menjadikan erosi alur (*rill erosion*) dan peningkatan sedimentasi ke arah hilir.
- *Irigasi*: irigasi hortikultura, memerlukan suatu mutu air yang tinggi, dan di dalam jumlah yang besar pula. Hutan konversi di dalam DAS akan berdampak penting bagi irigasi
- *Bendungan*: peningkatan volume air diperlukan untuk sebuah bendungan, pengurangan aliran air dapat mengakibatkan pengurangan kuantitas air di belakang bendungan, berimplikasi terhadap pembangkit hydro-elektrik terutama musim kering/kemarau.
- *Sawah beririgasi* sebagai saringan potensial: sawah dapat bertindak sebagai saringan bersifat tumbuh-tumbuhan dengan mengintersepsi aliran sedimen dan menggunakan lumpur yang subur sebagai sumber bahan nutrisi.

9. Tipologi Lansekap

Dalam rangka memahami fungsi DAS pada tingkat Lansekap, hal pertama membuat klasifikasi jenis lansekap atau tahapan di dalam proses dinamis secara khusus. Di dalam suatu format, paling banyak penataan lansekap pertanian yang sudah mengalami suatu proses intensifikasi secara berangsur-angsur (Gambar 4) dengan hilangnya 'fungsi hutan' di tanah dan keseimbangan air secara berangsur-angsur hilang pula. Lima tahapan dalam proses dinamis yang khas dikenali pada Gambar 4 akan digunakan di sini

sebagai klasifikasi jenis lansekap dalam rangka memahami interaksi antara perbedaan tipologi lansekap dengan fungsi DAS.



Gambar 4. Pengembangan menurut bagan menyangkut lansekap di dalam sub DAS dan efek nya atas aliran hujan lebat/badai, kehilangan sedimen netto, dan aliran dasar musim kemarau: I tutupan hutan asli, II bukaan hutan pada bidang kecil lahan untuk penanaman pohon penyangkutan, III intensifikasi penggunaan lahan telah membawa sebagian besar lahan ke dalam pengolahan, kecuali batas sungai dan pagar sepanjang jalan setapak, IV reklamasi semua tanah kosong telah memindahkan semua saringan yang menyebabkan suatu kenaikan sedimen yang tidak seimbang, V agroforestry lansekap yang dipugar ditanami secara teratur dengan tanggul searah kontur (*countour strips*) dan tanaman hutan di pinggir sungai (*riparian woodlands*).

Apabila bidang kecil lahan (*patches*) hutan dibuka untuk penggantian penanaman, maka aliran hujan lebat secara mudah akan meningkat, sedang kehilangan sedimen netto dan aliran dasar di musim kemarau tidak menunjukkan suatu perubahan yang berarti (tipe II, Gambar 4). Pohon merupakan konsumen air yang besar. Di dalam ketidakhadiran mereka, peningkatan aliran hujan lebat kelihatan jelas. Dukungan pandangan ini, yang walaupun hutan mempunyai suatu peran positif di dalam fungsi DAS, ketidakhadiran mereka tidaklah perlu merugikan ke fungsi ini. Ini sejalan dengan penemuan dari para ahli. Intensifikasi penggunaan lahan dan memperpendek siklus bera/tandus mengakibatkan peningkatan di dalam produksi panen (tipe III). Intensifikasi penggunaan lahan mengurangi kesuburan dan produktivitas lahan, dan seperti halnya dapat mempengaruhi erosi tanah dan degradasi lahan. Aliran permukaan juga meningkatkan pada lahan yang terdegradasi, dan demikian juga dengan jumlah sedimen yang mencapai DAS.

9.1 Reaksi DAS terhadap perubahan pola lansekap

Reaksi DAS ke perubahan di dalam pola lansekap tergantung atas penempatan dan posisi pohon dan tumbuh-tumbuhan lain (pengaruh saringan), dan reaksi mereka berbeda antara lansekap yang satu dengan yang lainnya. Lansekap dengan pohon-pohon teratur dapat mencegah kehilangan sedimen netto yang relatif rendah. Pertimbangan ini tergantung atas faktor berbeda, tetapi satu yang jelas teknik agroforestry mempunyai suatu pengaruh hal positif dan hal negatif atas fungsi DAS, sedangkan penghalang fisik hanya berperan untuk mengendalikan erosi (sebagai contoh: Lansekap IV, Gambar 4).

Kombinasi suatu saringan yang kurang, penghancuran hutan dan intensifikasi lahan mengakibatkan erosi lahan yang berat (tidak ada efek saringan), dan peningkatan limpasan (tidak ada tutupan hutan), dan peningkatan di dalam angkutan sedimen di dalam DAS (tipe IV). Ini berimplikasi pada mutu air untuk penggunaan domestik, seperti halnya sedimentasi di dalam waduk. Agroforestry lansekap yang dipugar teratur dengan penanaman secara permanen dengan tanggul searah kontur (*countur strips*) mengurangi timbulnya erosi tanah dan kehilangan sedikit sedimen .

9.2 Pengaturan ruangan penggunaan lahan di dalam lansekap

Perdebatan mengenai pisah-gabung lansekap telah sejak lama dikemukakan: untuk mencapai tujuan produktivitas ganda (makanan, kayu, produksi material mentah lain, dll) dan pemeliharaan layanan lingkungan (fungsi DAS, stoks Karbon, biodiversity, dll), apa yang merupakan tata ruang pengaturan penggunaan lahan yang terbaik di dalam lansekap? Akankah suatu lansekap dipisahkan? Di mana hutan alami yang tak terganggu dipisahkan dari lahan di mana intensitas masukan pertanian yang tinggi dilaksanakan, yang paling efisien mencapai tujuan keberhasilan keduanya? Atau akankah suatu lansekap terintegrasi, disusun seluruhnya dalam suatu mosaik tanaman pertanian, pohon-pohon dan hutan kecil di suatu bidang lahan menjadi terbaik.

10. Kesimpulan

Kesimpulannya, konversi hutan untuk penggunaan lahan pada pembuatan jalan dapat mempengaruhi fungsi DAS. Perubahan penggunaan lahan di 'sumber' atau di area dataran tinggi DAS mempunyai efek atas para pemakai air di bagian hilir. Seperti dapat dilihat dari berbagai contoh, persepsi dari stakeholders yang berbeda di (dalam) suatu DAS sering mendominasi tatacara di mana mereka berhadapan dengan satu sama lain. Begitu, DAS melibatkan berbagai para pemakai dan pembuat keputusan yang tidaklah mengenal tentang pengembangan teknologi DAS., teknologi seperti itu (seperti ukuran pencegahan erosi tanah) kemungkinan untuk gagal jika biaya untuk berbagai stakeholders tidak dihubungkan dengan

manfaat yang mereka ajukan. Ada suatu kebutuhan untuk mengerti tentang fakta dengan secara jelas : Apakah secara actual yang merupakan sumber erosi itu? Apakah dengan memperbaiki target sekarang merupakan masalah yang tepat?

Suatu 'dasar ilmiah' di dalam pendekatan DAS dapat menyumbangkan lebih banyak fakta yang objektif untuk mendiskusikan dengan setiap stakeholders di berbagai tempat di dalam merevisi perundang-undangan sekarang di beberapa negara-negara Namun demikian, yang perlu diperhatikan dimana tempat yang paling cocok untuk perlindungan hutan DAS? Apakah di tempat yang paling tinggi/paling atas? Ataukah suatu penempatan di dasar lembah yang lebih sesuai, di mana saat ini sering digunakan untuk irigasi atau persawahan?

Daftar bacaan

- Bergsma C *et al.* 1996. Terminology for soil erosion and conservation
- Bruijnzeel, L.A. 1990. Hydrology of Moist tropical Forests and Effect of conversion: A State of Knowledge Review. UNESCO International Hidrological Programme; a publication of the Humid Tropic Program and International Institute for Aerospace Survey and Earth Sciences.
- Calder, I.R. 1999. The Blue Revolution. Land Use and Integrated Water Resources Management. Earthscan Publications, London. 192 pp.
- Deutsch, G.W. and L.A. Busby. 2000. Community-Basid Water Quality Monitoring: Data Collection to Sustainable Management of Water Resources. Land and Water Development Division FAO Rome, Rome.
- Kiersch. B. 2000. Land Use Impact on Water Resources: A Literature Review. Land and Water Development Division FAO Rome, Rome.
- Logan T.J. 1990. Sustainable Agriculture and Water Quality. Sustainable Agricultural System. Soil and Water Conservation Society. Ankey, Iowa.
- Masnang, A. 2002. Dampak Perubahan Penggunaan Lahan Kawasan Hulu terhadap Kualitas Sumberdaya Air di Kawasan Hilir. Pascasarjana IPB. Bogor.
- Penning de Vries, F.W.T, Agus, F and Kerr, J. (eds.). 1998. Soil Erosion at Multiple Scales. Principles and Methods for Assessing Causes and Impacts. CABI Publishing in association with the international Board for Soil Research and Management (IBSRAM). 390 pp.
- Supriadi, D. 2000. Uplands Management: Cases of Cimanuk and Cisanggarung River Basin, makalah pada Linggarjati Environtal Meeting, 9 – 13 November 2000.
- Suswein, P.M., Miene, V. N., Bruno, V. 2001. Forest watershed functions and tropical land use change. ICRAF. Bogor