

PENGARUH PERUBAHAN TUTUPAN LAHAN TERHADAP KONDISI HIDROLOGIS KAWASAN DAERAH ALIRAN SUNGAI TALAU

Alfred Umbu K. Ngaji

Program Studi Manajemen Pertanian Lahan Kering Politeknik Pertanian Negeri Kupang
Jl. Adisucipto Penfui, P. O. Box. 1152, Kupang 85011

ABSTRACT

The affect of landcover changes on regional hydrological conditions of Talau Watershed. Deforestation and landcover changes are influenced factors on global climate changes. NTT is one province in Indonesia which has dry climate conditions and susceptible to that changes. Talau watershed is one of some watershed in NTT which has a dry area with only three wet months in a year. A hydrological model (Gen River) is used to study and estimate water balance in the watershed. Land use, rainfall, soil, DEM and drainage characteristics are the main input components of the model. Some plausible scenarios were simulated using this model.

Landcover changes in this area were studied using spatial analysis. Satellite imageries were analyzed using object based techniques to produce landcover maps of 1989 to 1999. Land classification scheme categorized forest, agroforest, plantation, agriculture, grass, rice field, settlement, clear land and water body. To analyzed vegetation index, Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) was used as one of the variables to separate forest, tree based systems, non tree based systems and non vegetation. Besides tasseled-cap transformation was used to interpret more detailed vegetation type differences. The landcover changes pattern showed that during the ten years period forest conversion to tree based system was about 24 km² (3%) and there was 15% increase of non-agricultural landcover, such as grass and bare land.

As an input to GenRiver, the landcover classes were reclassified as forest, tree based systems, agriculture and non-agricultural systems. Conversion of 105 km² non agricultural systems to tree-based resulted in the decrease of run-off from 43% to 64% and decreasing run-off from 78% to 90% as forest. Decrease of tree landcover can increase soil flow from 1% to 7% from totally rainfall. The land cover changes did not affect for soil quick flow, but it can decrease erosion and flood in wet season.

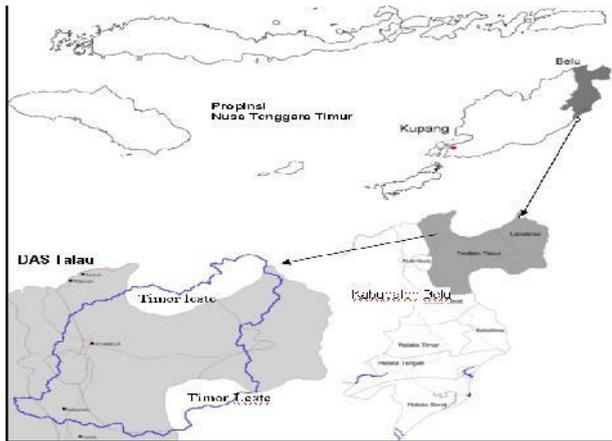
Keywords: dry land, landcover changes, hydrological modeling

PENDAHULUAN

Deforestasi dan perubahan tutupan lahan merupakan hal-hal yang berpengaruh dalam perubahan iklim global. Emisi karbon akibat deforestasi dan perubahan lahan sekitar 20% dari emisi karbon total, yang berakibat pada perubahan iklim mikro lokal dan siklus hidrologis. Terkait dengan dampak perubahan tersebut, NTT yang merupakan salah satu daerah kering di Indonesia dengan jangka waktu musim kemarau lebih panjang dari musim penghujan (Lusiana *et al.*, 2008) akan merasakan dampak negatif karena ketidakberaturan siklus hidrologi terutama pada musim kemarau.

Dalam siklus hidrologi terdapat sejumlah aliran air masuk (*inflow*) dan aliran air keluar (*outflow*) di suatu bentang lahan pada suatu periode tertentu yang dinamakan dengan neraca keseimbangan air. GenRiver merupakan salah satu perangkat lunak yang dikembangkan oleh ICRAF, dapat digunakan untuk menganalisa neraca keseimbangan air ini.

Proses evapotranspirasi dan infiltrasi air merupakan dua parameter dalam mengamati siklus air di alam, yang dalam hal ini dipengaruhi oleh tipe tutupan lahan. Faktor tanaman ini secara keruangan akan terlihat dengan faktor penutupan dan pola perubahan tutupan lahan. Sistem informasi geografi (SIG) dan penginderaan jauh merupakan alat yang dapat digunakan untuk melakukan pengamatan pola perubahan tutupan lahan dalam sebuah lansekap dengan bantuan citra satelit. Salah satu metode untuk mengidentifikasi kelas tutupan lahan adalah sistem klasifikasi bertingkat (*hierarchical classification system*) yang menggunakan pendekatan pengolahan citra berbasis obyek (*Object based image processing*). Pendekatan obyek ini diawali dengan proses segmentasi, yaitu membagi wilayah menjadi poligon-poligon kecil berdasarkan kemiripan informasi spektral, bentuk maupun teksturnya (Oruc, 2002).



Gambar 1. Lokasi Penelitian DAS Talau

Sebagai salah satu input untuk GenRiver, faktor tutupan lahan digunakan untuk menghitung laju evapotranspirasi dan infiltrasi air di wilayah tersebut. Demikian pula untuk perubahan tutupan lahan akan mempengaruhi laju pergerakan air secara bentang lahan.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa sebaran tutupan lahan di DAS Talau dari tahun 1989 dan tahun 1999, kemudian menganalisa pola perubahannya. Hasil analisa

tutupan lahan tersebut digunakan sebagai input untuk melakukan analisa hidrologi modeling neraca keseimbangan air.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan di daerah aliran sungai Talau yang secara geografis berada pada $124^{\circ} 46' 30''$ - $125^{\circ} 5' 30''$ BT dan $8^{\circ} 57' 30''$ - $9^{\circ} 16' 40''$ LS dengan luas sekitar 720 km². DAS Talau ini secara administrasi terletak di Kabupaten Belu, Indonesia dan Timor Leste (Gambar 1).

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah: (a). citra landsat TM-7 tanggal 20 September 1989 dan landsat Etm-7 tanggal 8 September 1999 dengan resolusi 30 meter; (b). peta topografi Bakosurtanal tahun 2001 dengan skala 1: 25.000; (c). data Global Positioning System (GPS);

Penelitian ini dilakukan dengan tahapan: (1). *Klasifikasi Citra*, menggunakan metode analisa terbimbing dengan pendekatan klasifikasi bertingkat dengan basis obyek; (2). *Proses pra-klasifikasi* terdiri atas tiga segmentasi yaitu: *segmentasi pertama* dengan skala luas, band citra yang

digunakan adalah band 1 sampai band 6 dan band 7; *segmentasi kedua* skala semi detail dengan menggunakan skala parameter sebesar 15 untuk membangun poligon. Pada segmentasi ini ditambahkan informasi Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) yang dibentuk dari band 3 dan band 4. Selanjutnya dimodifikasi untuk mendapatkan nominal nilai dari 0 – 100 dengan asumsi bahwa estimasi tutupan lahan yang tertutup semua oleh kanopi tanaman adalah 100 dan lahan terbuka mendekati nilai 0 (nol); *segmentasi ketiga*, menggunakan skala parameter sebesar 10 untuk membangun poligon. Pada segmentasi ini ditambahkan 3 band tasseled-cap, yaitu band kecerahan (brightness), kehijauan (greenness) dan kebasahan (wetness) untuk membantu membedakan jenis vegetasi. (3). *Proses Klasifikasi*, terdiri atas: *tingkat pertama*, yaitu proses klasifikasi yang berdasarkan hasil segmentasi pertama; *tingkat kedua* adalah proses klasifikasi berdasarkan kelas daratan yang terdiri dari empat kelas utama, yaitu: kelas hutan, tanaman berbasis pohon, tanaman bukan pohon dan bukan vegetasi. Pada analisa ini menggunakan 6 band dan nilai NDVI; *tingkat ketiga* adalah mendetailkan hasil klasifikasi 4 kelas utama pada tingkat kedua; (4). *Pasca klasifikasi*, pengelompokkan hasil klasifikasi citra landsat menjadi 10 jenis tutupan lahan hasil, yaitu; hutan, wanatani, perkebunan, pertanian, semak, alang-alang, sawah, pemukiman, tanah terbuka dan perairan; (5). *Hasil klasifikasi* sebagai input Model Hidrologi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Klasifikasi citra

Dari hasil analisa pada data tahun 1989 dan tahun 1999 pada tingkat kedua, diketahui bahwa tutupan lahan hutan memiliki sebaran spektral nilai NDVI lebih dari 71. Tutupan lahan yang berbasis pohon dengan nilai NDVI dari 54.5 - 71, tutupan lahan vegetasi bukan pohon dengan sebaran nilai NDVI 42 – 54.5 dan tutupan lahan bukan vegetasi memiliki nilai NDVI kurang dari 42.

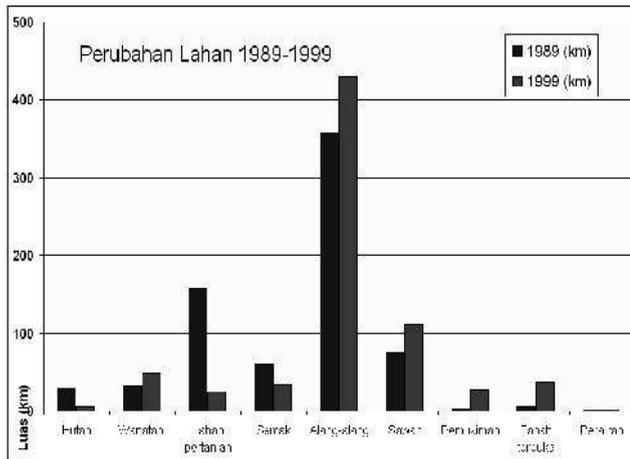
Hasil analisa tutupan lahan dari data tahun 1989 menunjukkan luas hutan sebesar 30 km², tutupan lahan berbasis pohon 32 km², lahan pertanian 158 km², semak 60 km², alang-alang 358 km², sawah 74 km², pemukiman 3 km², lahan terbuka 6 km², perairan 1 km². Analisa tutupan lahan dari tahun 1989 ke tahun 1999 menunjukkan deforestasi sebanyak 3%, laju lahan pertanian turun sebesar 18%, luas tutupan semak turun 3%. Selain itu terdapat peningkatan luas lahan untuk wanatani sebesar 3%, alang-alang menjadi 10%, sawah 6%, pemukiman 4% dan lahan terbuka 5%. Perubahan penggunaan lahan dominan terjadi pada lahan yang kurang produktif dengan tutupan lahan alang-alang dan lahan terbuka sebesar 15%. Sementara peningkatan luas lahan produktif sebesar 10%, seperti kelas wanatani dan sawah.

Faktor kebutuhan lahan untuk pertanian guna menunjang kebutuhan pangan penduduk juga merupakan pendorong untuk pembukaan lahan hutan. Penggunaan lahan yang dominan di DAS Talau tahun 1999 adalah padang rumput dengan luas sekitar 473 km² atau 66% dari keseluruhan luas DAS. Iklim yang kering karena jarang turun hujan dan kedalaman efektif tanah yang dangkal karena susunan batuan tanah yang berasal dari kapur menyebabkan tanaman atau pohon sulit tumbuh. Selain itu sistem perladangan berpindah umum dilakukan masyarakat. Dalam sistem ini, lahan sering dibiarkan (bera) sampai lahan dianggap layak untuk dikelola kembali. Kondisi ini menyebabkan

banyaknya lahan yang nampak seperti padang rumput. Hal ini menyebabkan semakin bertambahnya lahan yang tertutupi alang-alang atau menjadi lahan terbuka yang kurang produktif dalam bidang pertanian.

Analisa hidrologi

Hasil analisis data curah hujan bulanan stasiun Sukabitek tahun 1978-1993 dan stasiun Tasifeto Timur (Kabupaten Belu) pada tahun 1989-2002, menunjukkan curah hujan tahunan di DAS Talau berkisar antara 625-1838



Gambar 2. Perubahan tutupan lahan 1989-1999 DAS Talau

mm/tahun dengan rata-rata curah hujan 1634 mm/tahun. Perbedaan kondisi musim hujan dan musim kering ekstrim, dimana sekitar 95% hujan turun pada bulan Desember sampai Maret. Pada musim kemarau total curah hujan bulanan sangat rendah yaitu kurang dari 150 mm/bulan. Suhu udara rata-rata berkisar antara 23-27°C, dengan potensi evapotranspirasi sebesar 1430 mm/tahun Neraca air. Evapotranspirasi potensial tahunan daerah ini sebesar 1430 mm atau sedikit lebih rendah dari total curah hujan tahunan (1634

mm). Evapotranspirasi aktualnya diperkirakan sebesar 613 mm, jauh lebih rendah dari evapotranspirasi potensial. Hal ini terjadi karena adanya perbedaan tingkat curah hujan antar musim yang cukup tinggi dan kapasitas simpanan air dalam tanah yang terbatas. Dari sudut pandang ekohidrologi, menanam pohon di areal tersebut tidak akan dapat meningkatkan aliran dasar secara signifikan.

Hasil perhitungan neraca air menunjukkan tingkat curah hujan 1605 mm. Sepertiga dari jumlah air hujan tersebut akan diuapkan, sepertiga diserap dalam tanah dan sisanya dialirkan secara perlahan ke sungai. Hasil simulasi dari neraca air tersebut menunjukkan besarnya *run off* di dalam areal tersebut sekitar 22% dari total wilayah. Besarnya run-off ini sangat berpengaruh terhadap besarnya erosi yang selanjutnya berdampak pada terjadinya peningkatan sedimen dan penurunan kualitas air.

Melalui pendekatan model dapat diketahui pola curah hujan tahunan yang dikonversi menjadi debit sungai. Kapasitas penyanggaan debit (*buffering capacity*) dan aliran bawah tanah di DAS Talau lebih rendah pada tahun dengan curah hujan yang tinggi yang berdampak pada pembuangan air dalam jumlah besar. Kondisi yang sama dapat terjadi pada pembuangan air tanah (*ground water discharge*). Debit air di DAS Talau bersifat musiman, sehingga memiliki resiko tinggi terjadinya banjir karena luapan air dengan jumlah banyak secara tiba-tiba. Kondisi tersebut dapat terjadi pada musim hujan karena kapasitas simpanan air tanah telah maksimal pada saat curah tinggi tanpa adanya penyangga.

Konversi lahan tidak produktif (alang-alang dan lahan terbuka) menjadi sistem wanatani akan mengurangi limpasan permukaan sebesar 43-64%, sedangkan konversi menjadi hutan akan mengurangi limpasan permukaan

sebesar 78 - 90%. Ketika lahan tidak produktif dikonversi ke sistem wanatani atau hutan, maka terjadi peningkatan aliran cepat tanah sekitar 1-7% dari total curah hujan. Pergeseran limpasan permukaan menjadi aliran cepat tanah tersebut menunjukkan adanya proses aliran air menuju ke sungai yang berlangsung secara berangsur-angsur (lebih dari 1 hari). Karena itu dapat dikatakan bahwa dengan meningkatnya jumlah penutupan pohon dapat mencegah terjadinya banjir besar dalam periode singkat. Meskipun demikian, peningkatan jumlah pohon belum berpengaruh terhadap aliran dasar pada musim kemarau. Kestabilan aliran dasar tersebut merupakan petunjuk adanya kondisi hidrologi yang masih bagus.

Analisa lebih lanjut mengenai hubungan antara perubahan penggunaan lahan dengan kondisi hidrologis menunjukkan hasil yang mirip dengan hasil perhitungan neraca air. Konversi lahan tidak produktif menjadi areal wanatani atau hutan tidak akan meningkatkan ketersediaan air di musim kering. Namun demikian, menanam pohon dapat mengurangi limpasan permukaan dan meningkatkan aliran cepat tanah (*soil quick flow*). Hal ini berarti kapasitas penyangga DAS meningkat sehingga air hujan tidak akan langsung mengalir ke sungai, sehingga resiko banjir secara tiba-tiba (*flash flood*) berkurang.

KESIMPULAN

Hasil analisa memperlihatkan bahwa tutupan lahan hutan memiliki nilai NDVI >71, kelas pepohonan 54.5-71, kelas vegetasi bukan pepohonan 42-54.5, kelas bukan vegetasi <42. Perubahan lahan dari tahun 1989-1999 memperlihatkan penurunan tutupan hutan sebesar 3 % dan penurunan lahan pertanian sebesar 18%. Konversi lahan tersebut berubah menjadi tanaman berbasis pohon sebesar 3% dan peningkatan konversi menjadi lahan tidak produktif seperti alang-alang dan lahan terbuka.

DAS Talau mempunyai perbedaan kondisi musim hujan dan musim kering yang ekstrim sekitar 95% hujan turun pada bulan Desember sampai Maret, sehingga mempengaruhi faktor ketersediaan air yang dibutuhkan oleh tanaman. Analisa hidrologi menunjukkan bahwa pada musim penghujan ketersediaan air melimpah sehingga mempengaruhi penutupan lahan. Tutupan lahan berfungsi untuk menahan air terutama pada waktu musim penghujan dan mengurangi bahaya erosi, namun terjadi sebaliknya pada musim kemarau.

DAFTAR PUSTAKA

- King, R. O'hara, C. 2000. *Tasseled Cap Transformation Mississippi Coastal Corridor July 21, 2000*. National Consortium on Remote Sensing in Transportation – Environmental Assessment
- Lusiana, B. Widodo, R. Noordwijk, M. V. Mulyoutami, E. Nugroho, Dudy Kurnia .2007. *Rapid Hydrological Appraisal: two case studies in integrating knowledge of watershed functions in Indonesia*. World Agroforestry – Bogor
- Oruc, M. Marangoz, A.M. Buyuksalih, G. 2002. *Comparison of Pixel Based and Object-Oriented Classification Approaches Using Landsat-7 ETM Spectral bands*. <http://cartesia.org/geodoc/isprs2004/comm4/papers/>