

**PENGARUH DINAMIKA SPASIAL SOSIAL EKONOMI PADA
SUATU LANSKAP DAERAH ALIRAN SUNGAI (DAS) TERHADAP
KEBERADAAN LANSKAP HUTAN (STUDI KASUS PADA
DAS CITANDUY HULU DAN DAS CISEEL, JAWA BARAT)
*(Effect of Spatial Dynamics of Socio-Economic in the Watershed
Landscape Toward The Existence of the Forest Landscape;
Case Studies on Citanduy Hulu Watershed and Ciseel Watershed,
West Java)***

¹Edy Junaidi, ²Retno Maryani

¹Balai Penelitian Kehutanan Ciamis, Jalan Ciamis-Banjar Km. 4 P.O. Box 5. Telp. 0265771352
email: edy_jun2003@yahoo.com

²Puslitbang Perubahan Iklim dan Kebijakan, Jl. Gunung Batu No.5 Bogor PO Box 272 Bogor 16167

Diterima 22 Januari 2013, direvisi 10 Mei 2013, disetujui 17 Mei 2013

ABSTRACT

Forest sustainability can not be separated from its surrounding environment, both ecological, economic and social. Management of forest resources that need to be done must be oriented toward ecosystem in totality. Therefore, the arrangement of land use forest plan need management at a landscape level. This study aims to investigate the interrelationship between socio-economic conditions of the people residing at watershed and environmental conditions that affect dynamics of forest landscape. The method for determining closeness of each characteristic (environmental and socio-economic) with the forest existence, uses Geographically Weighted Regression models (GWR), by looking at value of the correlation. Results showed that biophysical and socio-economic factors that have a strong correlation toward existence of the forest landscape in the Citanduy Hulu Watershed and the watershed Ciseel were: (i) rainfall, (ii) slope, (iii) erosion soil sensitivity, (iv) drainage density, (v) average slope, (vi) density and (vii) dependence on agricultural land.

Keywords: Biophysical, social-economic and forest landscape

ABSTRAK

Kelestarian hutan tidak dapat dipisahkan dari kondisi lingkungan sekitarnya, baik yang bersifat ekologis, ekonomis maupun sosial. Pengelolaan sumberdaya hutan perlu dilakukan dengan berorientasi ekosistem secara keseluruhan. Oleh karenanya, rencana penataan tata guna hutan perlu pengelolaan di tingkat lanskap. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui adanya hubungan timbal balik antara kondisi sosial ekonomi masyarakat yang berada di dalam wilayah suatu DAS dengan kondisi lingkungan yang mempengaruhi terjadinya dinamika lanskap hutan. Metode untuk menentukan keeratan masing-masing karakteristik (lingkungan dan sosial-ekonomi) dengan keberadaan hutan, menggunakan model *Geographically Weighted Regression* (GWR) dengan melihat nilai korelasinya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa faktor biofisik dan sosial ekonomi yang mempunyai korelasi yang kuat terhadap keberadaan lanskap hutan pada DAS Citanduy Hulu dan DAS Ciseel adalah (i) curah hujan, (ii) keterlerangan, (iii) kepekaan tanah terhadap erosi, (iv) kerapatan drainase, (v) rata-rata lereng, (vi) kepadatan agraris dan (vii) ketegantungan terhadap lahan.

Kata kunci: Biofisik, sosial ekonomi dan lanskap hutan

I. PENDAHULUAN

Rencana tata ruang wilayah (RTRW) memberikan arahan spasial pengelolaan lahan yang ditetapkan sebagai kawasan hutan. Kementerian Kehutanan telah menyusun arahan spasial kawasan hutan di dalam dokumen Tata Guna Hutan

Kesepakatan (TGHK) yang memperhatikan hasil RTRW. Pada dokumen TGHK ditetapkan wilayah spasial kawasan hutan dan pengelolaan kawasan sesuai dengan fungsinya.

Pengelolaan hutan bertujuan untuk melestarikan sumberdaya hutan dan meningkatkan kesejahteraan masyarakat. Namun kenyataannya

masih terdapat masyarakat miskin di dalam dan disekitar hutan. Kemiskinan masyarakat ini diduga memicu proses deforestasi dan degradasi hutan. Kelestarian hutan tidak dapat dipisahkan dari kondisi lingkungan sekitarnya, baik yang bersifat ekologis, ekonomis maupun sosial. Pengelolaan sumberdaya hutan perlu dilakukan dengan berorientasi ekosistem secara keseluruhan. Oleh karenanya, rencana tata guna hutan perlu dilakukan di tingkat lanskap.

Salah satu definisi lanskap dikemukakan Green *et al.* (1996). Lanskap merupakan konfigurasi khusus dari topografi, penutupan vegetasi, tata guna lahan dan pola pemukiman yang membatasi proses-proses alam dan budaya. Lanskap hutan dicirikan oleh karakteristiknya sebagai bentang alam yang didominasi oleh adanya faktor biotik hutan yang wilayahnya terdapat di pegunungan dan pantai. Lanskap hutan merupakan bentang alam yang didominasi oleh adanya hutan yang wilayahnya meliputi dari daerah hulu hingga ke bagian hilir. Lanskap hutan dapat dibatasi oleh suatu wilayah ekologi. Wilayah ekologi yang sering dipakai sebagai batas adalah Daerah Aliran Sungai (DAS). Lanskap DAS yang lebih kompleks daripada lanskap hutan yang merupakan interaksi antara struktur penyusun dan fungsinya, menjadi alasan sebagai basis kajian lanskap hutan.

Pengelola hutan di Indonesia melalui pendekatan klasik mengklasifikasikan hutan sesuai dengan fungsinya, yaitu sebagai hutan produksi, hutan konservasi dan hutan lindung. Pengklasifikasian fungsi hutan ini hanya berdasarkan kondisi ekologis saja yaitu ketinggian tempat, kelerengan, jenis tanah dan curah hujan. Pendekatan pengelolaan semacam ini kurang tepat karena masih terjadi proses degradasi dan deforestasi hutan. Pendekatan pengelolaan ini dapat dilakukan perbaikan dengan menerapkan manajemen lanskap hutan yang memandang hutan sebagai suatu kesatuan fungsi, dan pengelolaannya tidak dapat dipisahkan dari tujuan untuk memenuhi kebutuhan yang beragam.

Manajemen lanskap hutan dapat menunjukkan agar proses perubahan yang dibentuk dan dipengaruhi kondisi hutan dalam skala luas dan dalam waktu yang panjang dapat dipahami oleh perencana pembangunan. Kajian lanskap hutan mencakup sebaran luas dan tutupan hutan serta sebaran fungsi hutan dan perubahannya, yang diakibatkan oleh adanya dinamika sosial-ekonomi

dalam tataran spasial serta adanya dinamika lingkungan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui adanya hubungan timbal balik antara kondisi sosial ekonomi masyarakat yang berada di dalam wilayah suatu DAS dengan kondisi lingkungan yang mempengaruhi terjadinya dinamika lanskap hutan. Manfaat yang akan dihasilkan dari adanya penelitian ini adalah diperolehnya informasi kondisi sosial ekonomi masyarakat dan lingkungan yang mempengaruhi keberadaan hutan baik luas dan fungsinya, sebagai dasar bagi pengambil kebijakan untuk merumuskan regulasi pengelolaan hutan.

II. METODE PENELITIAN

A. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di 2 (dua) sub DAS yang berada di wilayah DAS Citanduy, yaitu sub DAS Citanduy Hulu dan sub DAS Ciseel. Untuk posisi administrasi dan posisi geografis lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 1. Sub DAS Citanduy Hulu berada pada hulu DAS Citanduy yang memiliki karakteristik dengan kepadatan penduduk tinggi dan tekanan terhadap lahan yang berat, sedangkan DAS Ciseel berada pada bagian hilir DAS Citanduy yang memiliki karakteristik kepadatan penduduk sedang dengan tekanan terhadap lahan yang rendah.

B. Metode Penelitian

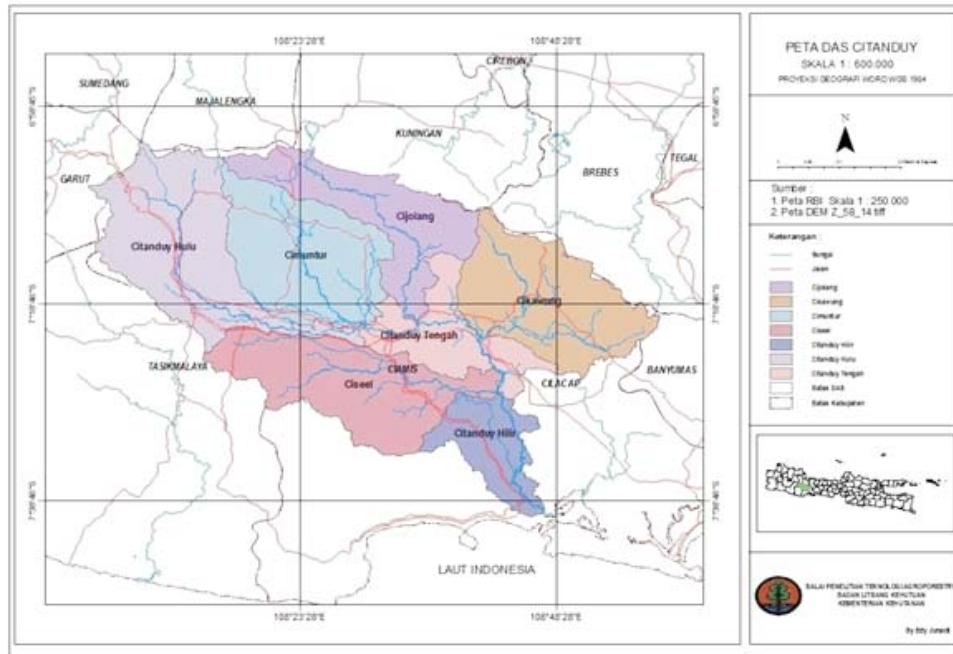
Tahapan kegiatan penelitian dibedakan menjadi 3 (tiga), yaitu tahapan survei, tahapan pengelompokan data dan tahapan analisa data. Kegiatan pada masing-masing tahapan sebagai berikut:

1. Kegiatan Survei

Kegiatan survei terdiri dari beberapa tahapan yang dibedakan sebagai berikut:

a. Persiapan

Kegiatan persiapan berupa kegiatan pengumpulan data sekunder yang dilakukan melalui studi pustaka yang meliputi laporan-laporan dan peta-peta dari instansi-instansi terkait. Jenis data yang dikumpulkan berupa data meteorologi (curah hujan, temperatur, radiasi matahari dan kecepatan angin), data SPAS (Stasiun Pengamatan Arus Sungai), data



Gambar 1. Lokasi penelitian DAS Citanduy Hulu dan DAS Ciseel
Figure 1. Study location at Citanduy Hulu Watershed and Ciseel Watershed

karakteristik lahan, data karakteristik tanah, data sosial - ekonomi, peta administrasi terbaru, peta tanah terbaru, peta penggunaan lahan (tahun 2003, 2006 dan 2009), peta TGHK dan peta RTRW Kabupaten (Garut, Ciamis dan Tasikmalaya).

b. Inventarisasi

Pada kegiatan ini dilakukan survei dan *ground check* di lapangan untuk mengumpulkan data primer pada lokasi sampel menggunakan pendekatan unit lahan. Penyusunan unit lahan dilakukan dengan cara membagi setiap sub-sub DAS ke dalam satuan peta yang mempunyai kesamaan parameter penggunaan lahan, lereng, curah hujan tahunan dan jenis tanah. Sampel perwakilan ditentukan dengan caramembuat garis transek pada beberapa sub-sub DAS dimana garis tersebut dapat memotong sebagian terbesar dari unit lahan yang ada.

c. Pengelompokan data hasil persiapan dan inventarisasi

Data hasil kegiatan persiapan dan inventarisasi selanjutnya ditabulasi dalam bentuk tabel sesuai dengan kelompok karakteristik (lingkungan dan sosial-ekonomi) sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 1. Masing-masing kelompok data tersebut dibuat *skoring* menggunakan kriteria yang telah ada (Arsyad

(2006), Paimin *et. al.* (2006), Kepres No. 32 dan SK Mentan No. 837) (Lampiran 1). Kemudian dibuat peta sebaran spasial (peta tematik) yang akan digunakan pada tahapan analisis.

C. Analisis Data

Untuk menentukan keamatan masing-masing karakteristik (lingkungan dan sosial-ekonomi) dengan keberadaan hutan, digunakan model *Geographically Weighted Regression* (GWR). Tingkat keamatan antara masing-masing karakteristik dengan keberadaan hutan ditentukan berdasarkan besarnya koefisien korelasi (r). Makin tinggi nilai korelasinya berarti hubungan masing-masing karakteristik dengan keberadaan hutan makin erat.

Persamaan umum GWR yang dikembangkan oleh Fotheringham *et. al.*(2002) adalah

$$y_i = a_0(u_i, v_i) + \sum_k a_k(u_i, v_i) x_{ik} + \epsilon_i$$

di mana y_i adalah variabel bebas (luas hutan), a_0 dan a_k adalah variabel tak bebas berupa karakteristik lingkungan dan sosial-ekonomi, ϵ_i adalah nilai eror persamaan dan (u_i, v_i) adalah koordinat masing-masing variabel. Perhitungan model GWR dilakukan menggunakan bantuan software statistik spasial SAM 4.

Tabel 1. Kelompok masing-masing data pada tiap-tiap karakteristik
Table 1. Each group of data on each characteristic

No.	Karakteristik (Characteristic)	Kelompok Data (Data group)	Jenis Data (Data type)	Teknik Inventarisasi (Inventory techniques)	
1	Biofisik	Iklim	Curah hujan tahunan (mm)	- Data hujan di DAS	
			Hujan rata-rata harian maksimum (mm/hari)	- Data hujan 5 – 10 tahun terakhir	
			Evapotranspirasi aktual tahunan (mm)	- Data iklim di DAS - Metode perhitungan evapotranspirasi	
		Lahan	Kelerengan lahan (%)	Bentuk lahan	- Peta topografi - Program GIS
				Bentuk lahan	- Peta geomorfologi
		Tanah		Kedalaman solum tanah (mm)	- Survei lahan
				Batuan singkapan (%)	- Survei lahan
				Drainase tanah	- Survei lahan
				Permiabilitas (- Hasil analisa tanah
				Erodibilitas tanah	- Hasil analisa tanah
		Morfometri DAS		Hidrologi tanah	- Hasil analisa tanah
				Bentuk DAS	- Peta DAS
				Gradien sungai (%)	- Menggunakan metode Benson (1962) $\alpha = (h_{85} - h_{10}) / (0,75 LB)$ Ket : LB = panjang sungai h = elevasi
				Kerapatan drainase (km/km ²)	- Rumus $Dd = L/A$ Ket : L = panjang sungai A = luas DAS
Lereng rata-rata DAS (%)	- Peta topografi - Program GIS				
Geologi	Jenis batuan			- Peta geologi	
2	Sosial - ekonomi	Sosial	Rasio penduduk	- Data BPS	
			Kepadatan penduduk geografis (orang/ha)	- Data BPS	
			Kepadatan agraris (orang/ha)	- Data BPS	
			Tenaga kerja produktif	- Data BPS	
			Pengelompokan tenaga kerja	- Data BPS	
		Ekonomi	Ketergantungan terhadap lahan (%)	- Data BPS	
			Tingkat pendapatan	- Data BPS	
			Kegiatan dasar wilayah (LC)	- Data BPS	

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Kondisi Biofisik

1. DAS Citanduy Hulu

DAS Citanduy Hulu terletak pada hulu DAS Citanduy yang secara geografi terletak pada 7° 7' - 7° 17' LS dan 108° 4' - 108° 24' BT. Luas DAS Citanduy Hulu sekitar 72.409,5 ha. Panjang rata-rata sungai utama sekitar 7,4 km dengan gradien 1,02 % (agak rendah).

Pada penelitian ini DAS Citanduy Hulu dibagi menjadi 67 sub DAS. Pembagian ini dimaksudkan untuk mempermudah melakukan analisis lebih lanjut. Karakteristik masing-masing sub DAS dapat dilihat pada Lampiran 2.

Berdasarkan citra Landsat TM tahun 2009 terdapat 9 penggunaan lahan pada DAS Citanduy Hulu, yaitu belukar, hutan, pemukiman, pertanian semak, sawah, tambak, tubuh air, pertanian dan rawa. Luas masing-masing penggunaan lahan dapat

dilihat pada Tabel 2, sedangkan letak penggunaan lahan secara spasial dapat dilihat pada Gambar 2.

Luasan penggunaan lahan di DAS Citanduy Hulu yang berhutan sekitar 20,73 %, pertanian semak sekitar 25,61 %, pertanian (pertanian dan sawah) sekitar 67,23 %, pemukiman sekitar 10,68 % dan penggunaan lahan (belukar, tambak, tubuh air dan rawa) sekitar 1,36 % dari total luas DAS.

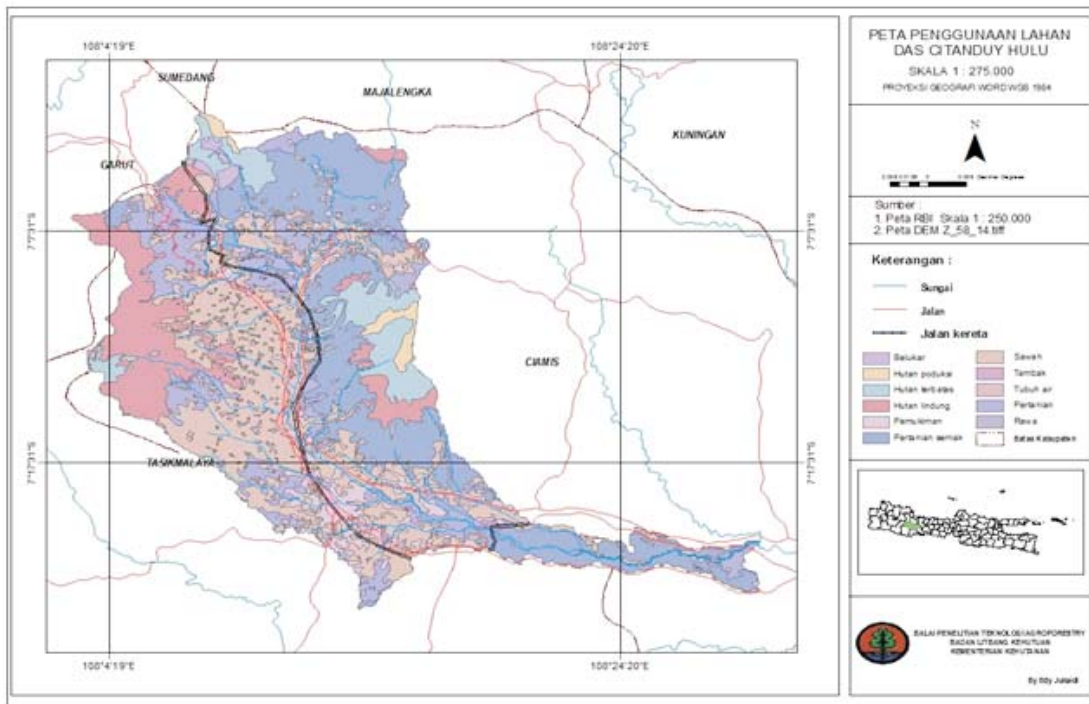
a. Keadaan iklim

Peta sebaran spasial curah hujan tahunan selama 5 (lima) tahun yang berasal dari 6 (enam) stasiun curah hujan (stasiun curah hujan Kadipaten, Panjalu, Pagerageung, Ciamis, Cihonje dan Tasikmalaya) yang tersebar pada DAS Citanduy Hulu dapat dilihat pada Gambar 3A.

Berdasarkan Gambar 3 (A) dapat diketahui bahwa sebagian besar wilayah DAS Citanduy Hulu berada pada kisaran curah hujan lebih dari 2000 mm/tahun, yakni termasuk dalam kriteria tinggi, sedangkan luas wilayah DAS yang berada pada

Tabel 2. Luas masing-masing penggunaan lahan di DAS Citanduy Hulu
 Table 2. Area of each land use in Citanduy Hulu watershed

No	Penggunaan Lahan (Land use)	Luas (Ha) (Area)	Persentase (%) (Prosentage)
1	Belukar	553.8	0.76
2	Hutan produksi	887.9	1.23
3	Hutan terbatas	4,974.3	6.87
4	Hutan lindung	9,146.7	12.63
5	Pemukiman	7,730.3	10.68
6	Pertanian semak	18,543.3	25.61
7	Sawah	20,676.1	28.55
8	Tambak	12.7	0.02
9	Tubuh air	420.5	0.58
10	Pertanian	9,462.5	13.07
11	Rawa	1.3	0.00
Total		72,409.5	100



Gambar 2. Peta sebaran spasial penggunaan lahan di DAS Citanduy Hulu
 Figure 2. Map of spatial distribution land use in Citanduy Hulu watershed

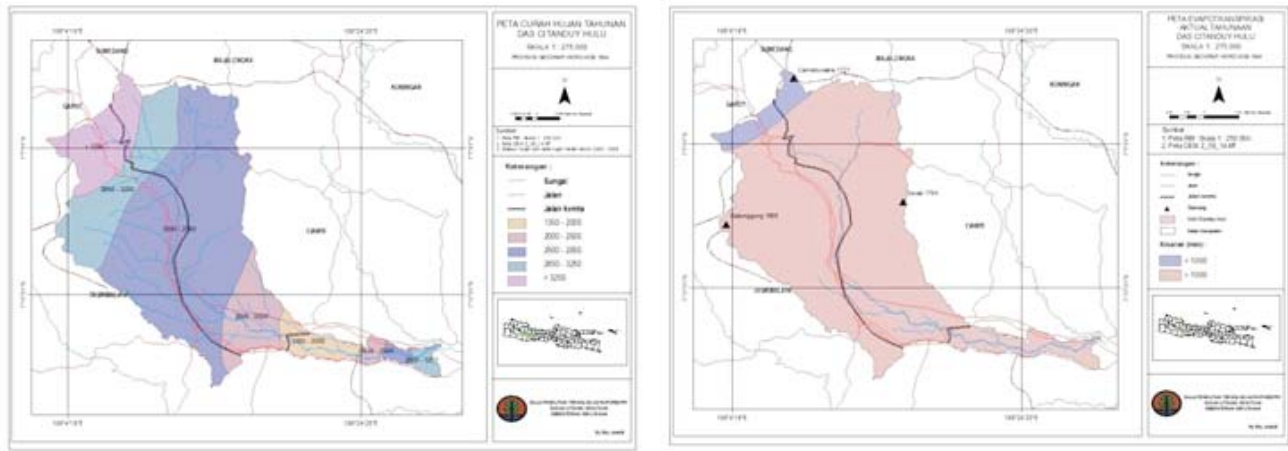
kisaran curah hujan kurang dari 2000 mm/tahun hanya sekitar 12 % dari luas DAS, tepatnya hanya disekitar hilir DAS Citanduy Hulu.

Gambar 3 (B) menunjukkan peta sebaran nilai evapotranspirasi aktual pada DAS Citanduy Hulu yang dihitung menggunakan metode Thornthwaite dari 4 (empat) stasiun iklim yang berada disekitar DAS Citanduy. Berdasarkan gambar tersebut diketahui bahwa sebagian besar DAS Citanduy

Hulu berada pada nilai aktual evapotranspirasi lebih dari 1000 mm/tahun, yakni termasuk kriteria sedang.

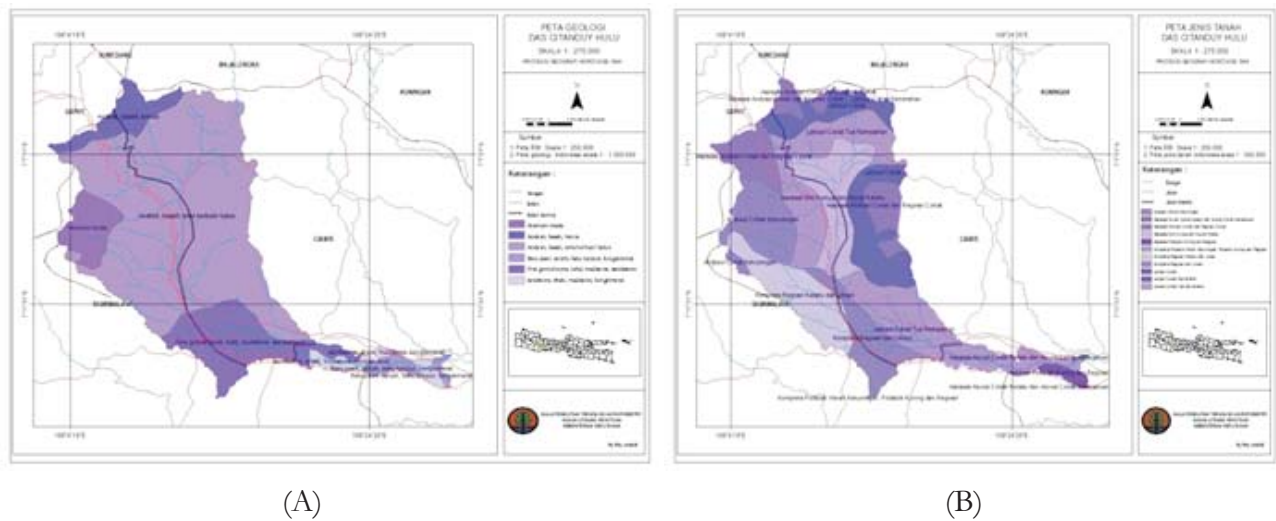
b. Keadaan geologi dan jenis tanah

Berdasarkan Peta Geologi, jenis batuan induk (geologi) yang terdapat di DAS Citanduy Hulu sebagian besar didominasi oleh campuran antara batuan andesit, basalt dan tefra berbutir halus (68



Gambar 3. (A) Peta sebaran spasial curah hujan tahunan DAS Citanduy Hulu; (B) Peta sebaran spasial evapotranspirasi aktual tahunan DAS Citanduy Hulu

Figure 3. (A) Map spatial distribution of annual rainfall in Citanduy Hulu watershed; (B) Map spatial distribution of annual actual evapotranspiration in Citanduy Hulu watershed



(A)

(B)

Gambar 4. (A) Peta geologi pada DAS Citanduy Hulu; (B) Peta jenis tanah

Figure 4. (A) Geological map of the Citanduy Hulu Watershed; (B) Map soil types

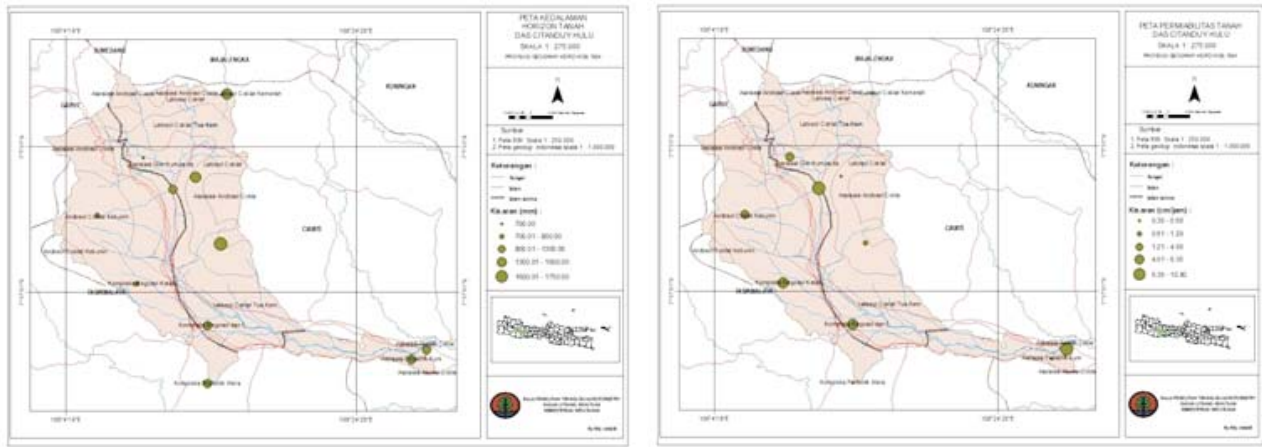
% luas DAS). Pada Gambar 4 (A) terlihat sebaran jenis batuan di DAS Citanduy Hulu. Jenis batuan andesit, basalt dan tefra berbutir halus hampir tersebar merata pada bagian tengah dan hilir DAS Citanduy Hulu.

Terdapat 11 macam jenis tanah yang ada pada DAS Citanduy Hulu. Jenis tanah terluas sebarannya didominasi oleh latosol coklat kemerahan (30 %) dan latosol coklat (16 %), dimana keduanya merupakan jenis tanah yang peka erosi. Sebaran spasial jenis tanah pada DAS Citanduy Hulu dapat dilihat pada Gambar 4 (B). Tanah-tanah yang kurang peka erosi (jenis latosol) hampir mendominasi pada

tengah dan hilir DAS, sedangkan tanah-tanah yang kurang peka terhadap erosi (tanah jenis andosol) berada pada hulu DAS. Peta sebaran kedalaman tanah, permeabilitas tanah, kandungan bahan organik tanah, dan nilai kepekaan erosi tanah (nilai K) dapat dilihat pada Gambar 5. (A, B, C dan D).

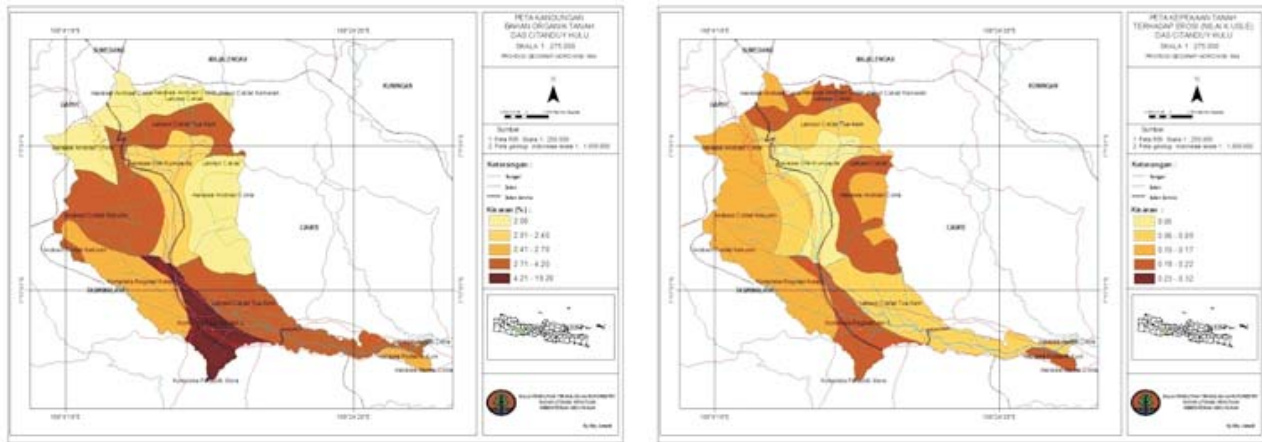
Pada Gambar 6 (A) terlihat sebagian besar wilayah DAS Citanduy berada pada ketinggian 250 - 750 m dpl. Kisaran ketinggian ini hampir menempati lebih 50 % luas DAS dan tersebar merata pada wilayah tengah dan hilir DAS.

Pada DAS Citanduy hulu terdapat 5 (lima) kelas kelerengan, yaitu kelas 0 - 8 % (luas 40 % dari luas



(A)

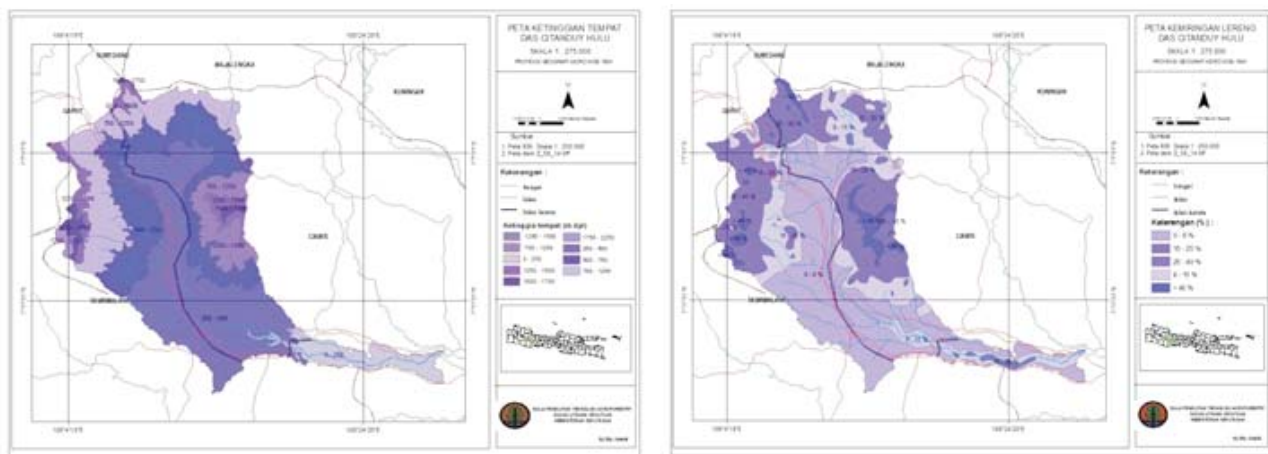
(B)



(C)

(D)

Gambar 5. Karakteristi masing-masing jenis tanah pada DAS Citanduy Hulu, (A) kedalaman horizon, (B) permeabilitas, (C) kandungan bahan organik dan (D) nilai kepekaan tanah terhadap erosi
 Figure 5. Characteristic of each type of soil in the Citanduy Hulu Watershed, (A) depth of horizon, (B) permeability, (C) organic matter content and (D) the value of erosion soil sensitivity



(A)

(B)

Gambar 6. (A) Peta sebaran spasial ketinggian tempat pada DAS Citanduy Hulu; (B) Peta kemiringan lereng
 Figure 6. (A) Map of elevation of spatial distribution in the Citanduy Hulu watershed; (B) Map of slope

DAS), kelas 8 - 15 % (22 % dari luas DAS), kelas 15 - 25 % dengan luas 18 % dari luas DAS, kelas 25 - 40 % mempunyai luas 15 % dari luas DAS dan kelas > 40 % dengan luas 5 % dari luas DAS (Gambar 6 (B)). Sebaran spasial kelerenghan pada DAS Citanduy Hulu dapat dilihat pada Gambar 6 (B), dimana kelas kelerenghan 0 - 8 % tersebar pada DAS bagian tengah dan hilir, sedangkan kelas kelerenghan yang lain terbesar merata pada hulu dan hilir DAS.

2. DAS Ciseel

Letak DAS Ciseel secara geografis, yaitu pada 7° 37' - 7° 17' LS dan 108° 24' BT. DAS Ciseel yang terletak pada DAS Citanduy bagian hilir, berdasarkan hasil analisa dengan bantuan GIS mempunyai luas sekitar 61.905,1 Ha. Panjang rata-rata sungai utama DAS Ciseel sekitar 7,1 km dengan gradien sungai agak rendah yakni 0,73 %.

Dengan menggunakan bantuan GIS, DAS Ciseel dalam penelitian ini dibagi menjadi 65 sub DAS dengan tujuan untuk mempermudah dalam melakukan analisis. Karakteristik masing-masing sub DAS dapat dilihat pada Lampiran 3.

Pada DAS Ciseel luas penggunaan lahan hutan (25 % luas DAS) dan yang bertajuk kayu

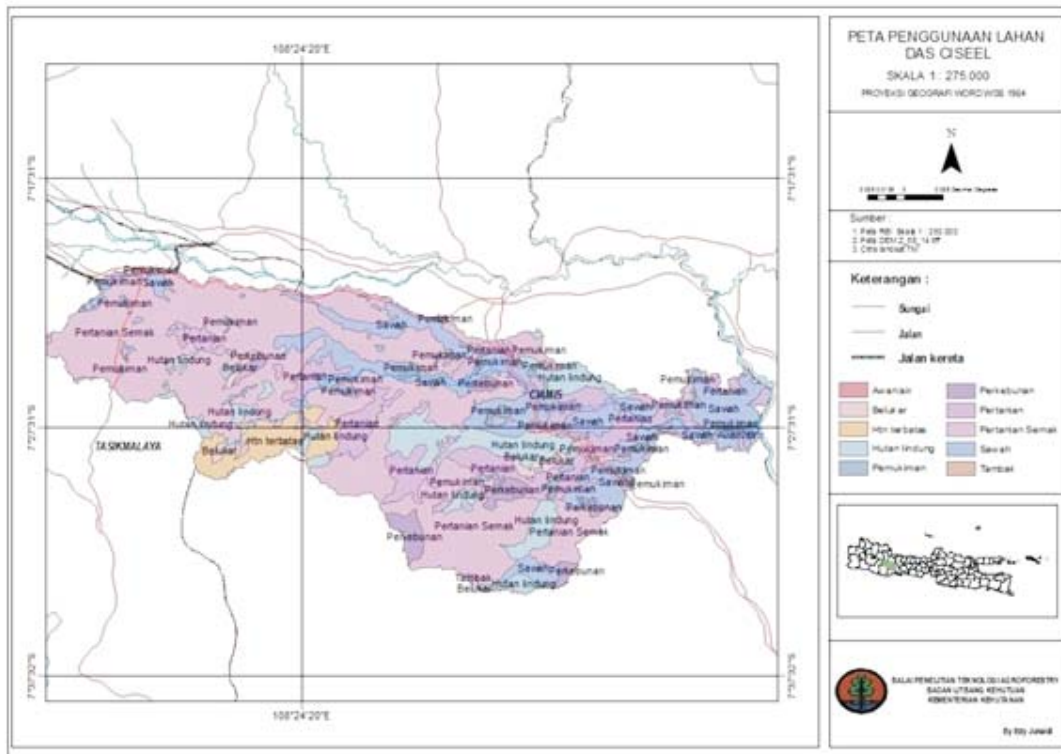
(perkebunan dan pertanian semak) lebih luas dibandingkan areal untuk pertanian (14 % luas DAS). Gambar 7 menunjukkan sebaran spasial penggunaan lahan yang tersebar pada DAS Ciseel.

a. Keadaan iklim

Peta sebaran spasial curah hujan tahunan dianalisis berdasarkan data curah hujan selama 5 (lima) tahun. Data curah hujan berasal dari 5 (lima) stasiun curah hujan yaitu stasiun curah hujan Cineam, Pataruman, Sidamulih, Cikupa dan Cilacap yang tersebar pada DAS Ciseel.

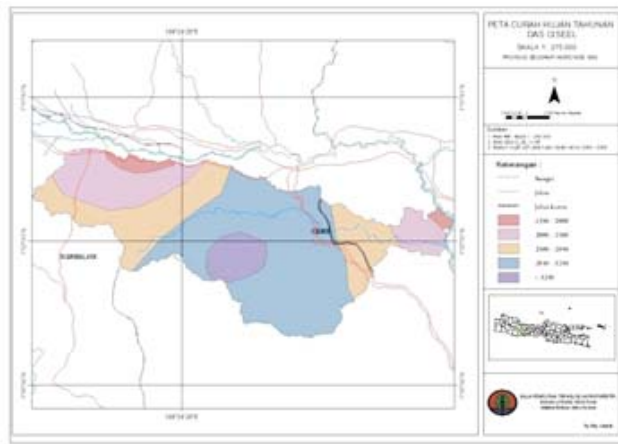
Gambar 8 A menampilkan luasan dan persentase curah hujan pada wilayah DAS Ciseel. Pada peta terlihat bahwa sebagian besar wilayah DAS Ciseel berada pada kisaran curah hujan lebih besar 2000 mm/tahun (kriteria tinggi), dimana luasan wilayah tersebut meliputi 77 % dari luas DAS Ciseel, sedangkan sisanya merupakan wilayah DAS yang mempunyai curah hujan lebih kecil 2000 mm/tahun, tepatnya disekitar hilir DAS Ciseel.

Wilayah DAS Ciseel berdasarkan klasifikasi iklim Mohr (1993) termasuk Golongan II yakni daerah agak basah dan berdasarkan klasifikasi iklim Schmidt - Fergusson (1951) termasuk tipe hujan golongan B yakni basah.

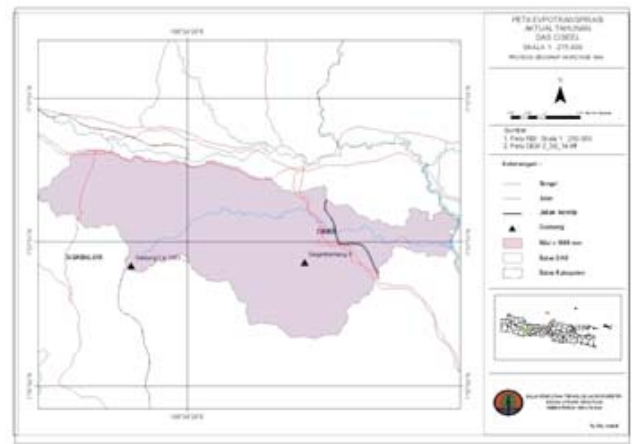


Gambar 7. Peta sebaran spasial penggunaan lahan di DAS Ciseel

Figure 7. Map of spatial distribution land use in Ciseel watershed



(A)



(B)

Gambar 8. (A) Peta sebaran spasial curah hujan tahunan DAS Ciseel; (B) Peta sebaran spasial evapotranspirasi aktual tahunan DAS Ciseel

Figure 8. (A) Map spatial distribution of annual rainfall in Ciseel watershed; (B) Map spatial distribution of annual actual evapotranspiration in Ciseel watershed

Gambar 8 B menunjukkan peta sebaran nilai evapotranspirasi aktual pada DAS Ciseel dengan menggunakan metode Thornthwaite dari 4 (empat) stasiun iklim yang berada disekitar DAS Citanduy. Peta tersebut menunjukkan bahwa seluruh DAS Ciseel berada pada nilai aktual evapotranspirasi lebih dari 1000 mm/tahun yakni termasuk kriteria sedang.

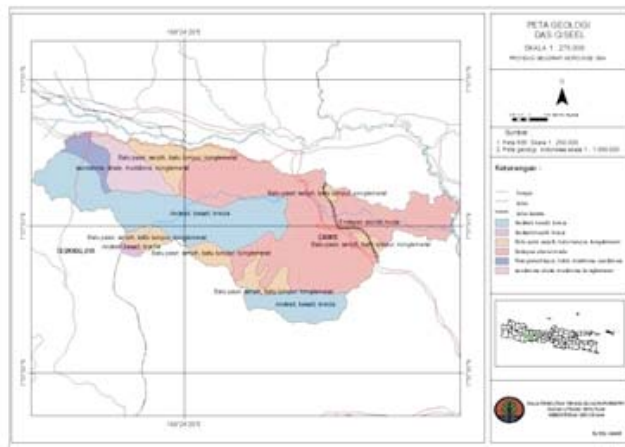
b. Keadaan geologi dan jenis tanah

Gambar 9 A menunjukkan sebaran spasial peta geologi yang terdapat di DAS Ciseel. Berdasarkan gambar tersebut diketahui bahwa sebagian besar jenis batuan induk pada DAS Ciseel didominasi oleh endapan aluvial muda yang menempati 45 %

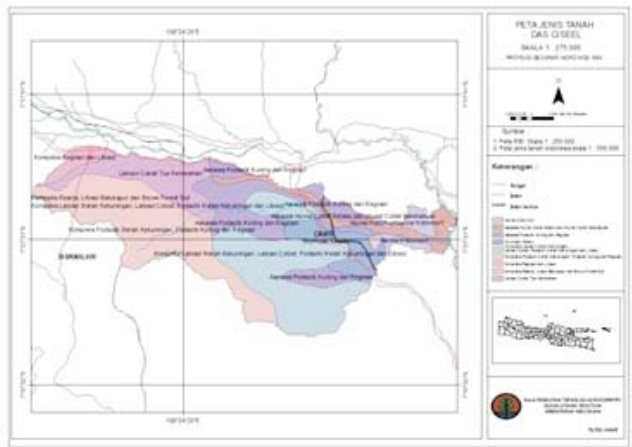
dari luas DAS, serta batuan induk yang berasal dari andesit, basalt dan breccia yang menempati luas wilayah DAS sekitar 32 %. Untuk jenis batuan induk lain dapat dilihat pada Gambar 9 A.

Berdasarkan Gambar 9 A terlihat bahwa jenis bahan induk endapan aluvium tersebar merata pada bagian tengah dan hilir DAS Ciseel, sedangkan jenis batuan lain tersebar pada hulu DAS.

Terdapat 11 macam jenis tanah yang ada pada DAS Ciseel. Jenis tanah terluas sebarannya didominasi oleh kompleks podsolik merah kekuningan, podsolik kuning dan regosol (28 %) serta kompleks regosol dan litosol (27 %). Jenis kompleks podsolik merah kekuningan, podsolik



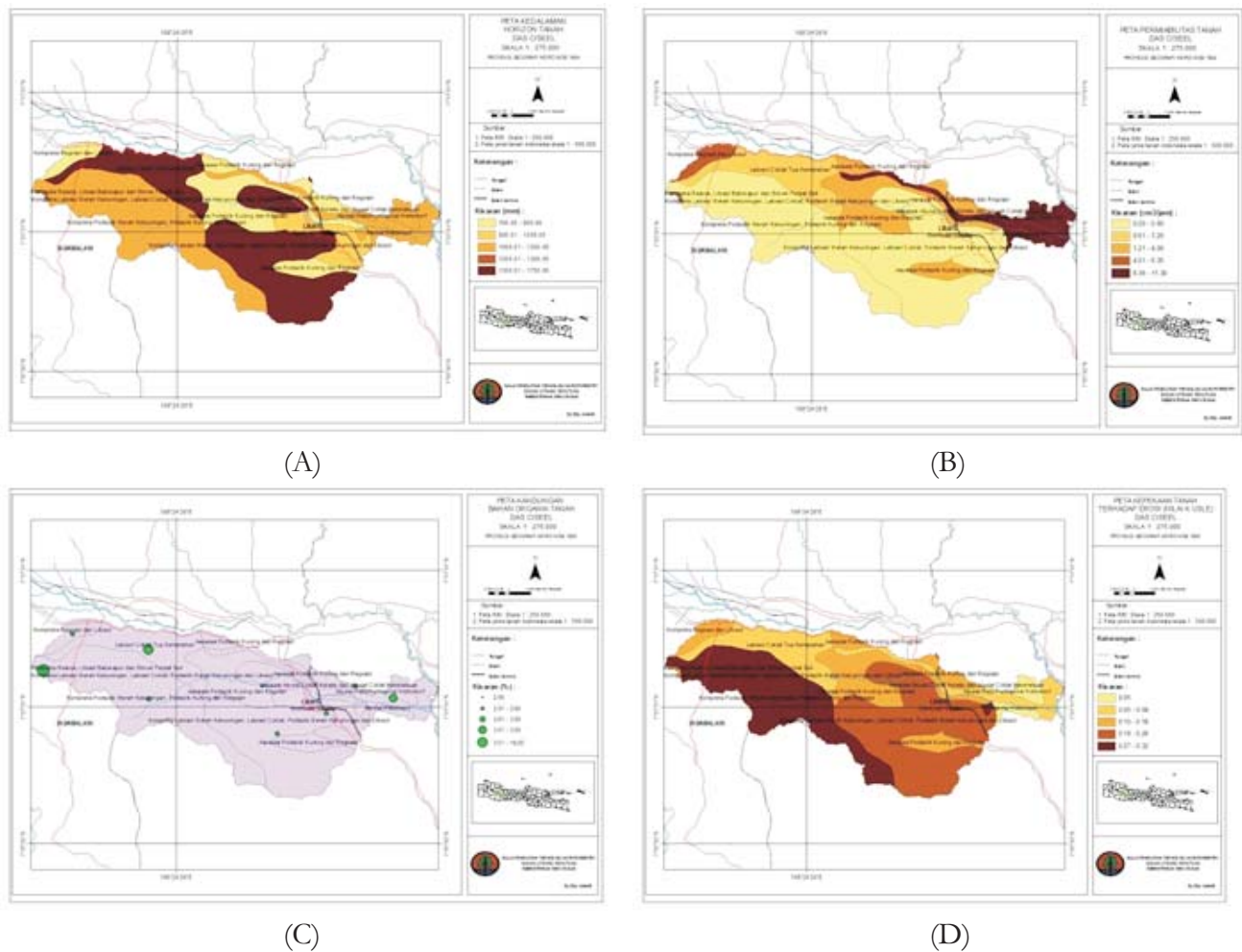
(A)



(B)

Gambar 9. (A) Peta geologi pada DAS Ciseel; (B) peta jenis tanah

Figure 9. (A) Geological map of the Ciseel Watershed; (B) Map of soil types



Gambar 10. Karakteristik masing-masing jenis tanah pada DAS Ciseel, (A) kedalaman horizon, (B) permeabilitas, (C) kandungan bahan organik dan (D) nilai kepekaan tanah terhadap erosi
Figure 10. Characteristic of each type of soil in the Ciseel Watershed, (A) depth of horizon, (B) permeability, (C) organic matter content and (D) the value of erosion soil sensitivity

kuning dan regosol merupakan tanah peka erosi. Sebaran spasial jenis tanah pada DAS Ciseel dapat dilihat pada Gambar 9 B. Tanah-tanah yang peka erosi (komplek podsolik dan latosol) hampir mendominasi seluruh wilayah DAS, sedangkan tanah-tanah yang kurang peka terhadap erosi seperti tanah jenis aluvial berada pada hilir DAS.

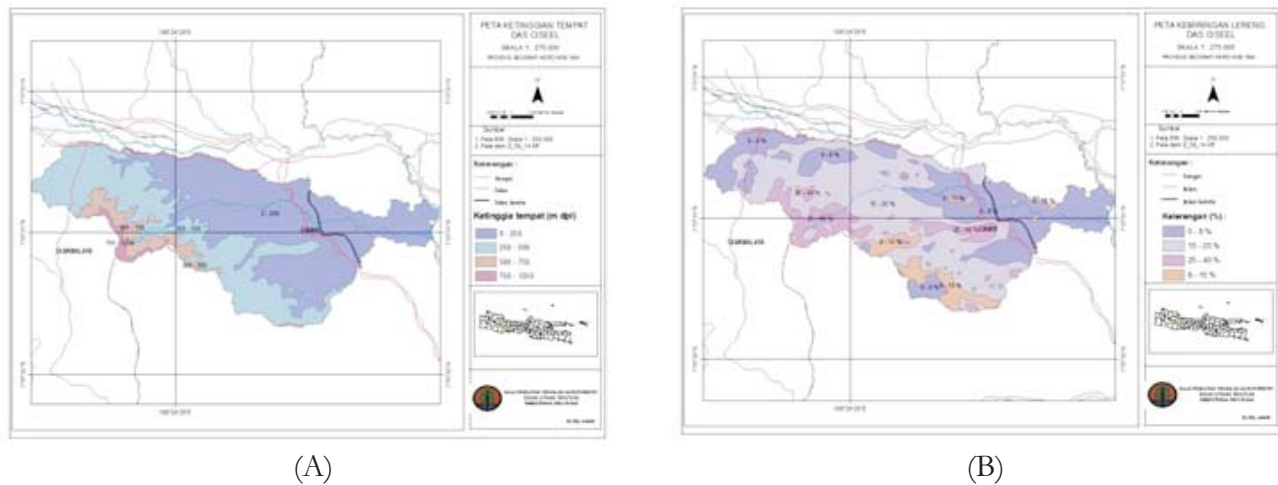
Peta sebaran kedalaman tanah, permeabilitas tanah, kandungan bahan organik dan nilai kepekaan erosi tanah (nilai K) dapat dilihat pada Gambar 10 A, B, C dan D.

c. Ketinggian tempat dan kelerengan DAS Ciseel

Pada Gambar 11 A terlihat sebagian besar wilayah DAS Ciseel berada pada ketinggian 0 - 250

m dpl. Kisaran ketinggian ini hampir menempati lebih 55 % dari luas DAS dan tersebar merata pada wilayah tengah dan hilir DAS.

Pada DAS Ciseel terdapat 4 (empat) kelas kelerengan, yaitu kelas 0 - 8 % (luas 37 % dari luas DAS), kelas 8 - 15 % (7 % dari luas DAS), kelas 15 - 25 % dengan luas 47 % dari luas DAS dan kelas 25 - 40 % mempunyai luas 7 % dari luas DAS (Gambar 12 B). Gambar 11 B menunjukkan sebaran spasial kelerengan pada DAS Ciseel. Kelas kelerengan 15 - 25 % yang menempati sebagian besar kawasan DAS tersebar pada DAS bagian tengah, sedangkan kelas kelerengan yang lain terbesar merata pada hulu dan hilir DAS.



Gambar 11. (A) Peta sebaran spasial ketinggian tempat pada DAS Ciseel; (B) Peta kemiringan lereng
 Figure 11. Map of elevation ofspatial distribution in the Ciseel watershed; (B)Map of slope

B. Kondisi Sosial dan Ekonomi

1. DAS Citanduy Hulu

Secara Geografis, DAS Citanduy Hulu meliputi 5 (lima) wilayah administrasi kabupaten dan 1 (satu) kota yang berada di Provinsi Jawa Barat, yaitu Kabupaten Majalengka, Kabupaten Garut, Kabupaten Ciamis, Kabupaten Tasikmalaya, Kabupaten Sumedang dan Kota Tasikmalaya. Kabupaten Tasikmalaya terdapat 13 kecamatan yang masuk wilayah DAS Citanduy Hulu, sedangkan di Kota Tasikmalaya terdapat 6 (enam) kecamatan yang berada diDAS Citanduy Hulu. Untuk Kabupaten Ciamis, DAS Citanduy Hulu meliputi 12 kecamatan, untuk Kabupaten Garut meliputi 3 (tiga) kecamatan, Kabupaten Majalengka meliputi 2 (dua) kecamatan dan Kabupaten Sumedang hanya 1 (satu) kecamatan yang berada pada wilayah DAS Citanduy Hulu.

a. Kepadatan geografis DAS Citanduy Hulu

Kepadatan geografis mencerminkan jumlah penduduk yang mendiami suatu wilayah. Pada perhitungan kepadatan geografis dilakukan faktor koreksi luasan wilayah administrasi yang masuk dalam DAS Citanduy Hulu terhadap luasan wilayah administrasi yang sebenarnya.

Gambar 12 A menunjukkan sebaran spasial kepadatan geografis pada DAS Citanduy Hulu dalam kisaran *range*. Semakin tinggi nilai *range* menunjukkan kepadatan geografis wilayah tersebut makin tinggi. Kepadatan geografis untuk wilayah DAS Citanduy Hulu berada pada tengah dan hilir DAS.

b. *Sex* rasio penduduk di DAS Citanduy Hulu

Sex rasio menunjukkan perbandingan antara jumlah penduduk pria dan wanita yang bermukim pada suatu wilayah. Semakin tinggi *sex* rasio suatu wilayah berarti jumlah penduduk laki-laki lebih banyak daripada penduduk wanita. Pada perhitungan *sex* rasio ini juga dilakukan faktor koreksi luasan wilayah administrasi yang masuk dalam DAS Citanduy Hulu terhadap luasan wilayah administrasi yang sebenarnya.

Pada peta sebaran *sex* rasio dalam bentuk dot matrik (Gambar 13 B) menunjukkan semakin besar dot, semakin besar pula nilai *sex* rasio. Pada DAS Citanduy Hulu sebaran *sex* rasio yang mempunyai nilai range besar hampir merata pada seluruh wilayah DAS.

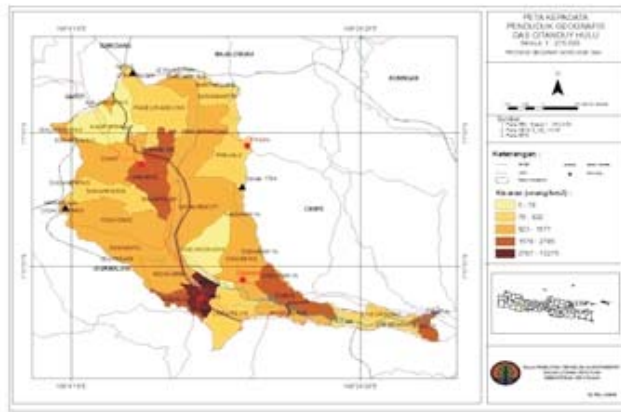
c. Kepadatan agraris DAS Citanduy Hulu

Kepadatan agraris menunjukkan jumlah penduduk yang bekerja di sektor pertanian persatuan luas lahan pertanian. Pada perhitungan kepadatan agraris juga dilakukan faktor koreksi luasan wilayah administrasi yang masuk dalam DAS Citanduy Hulu dengan luasan wilayah administrasi sebenarnya.

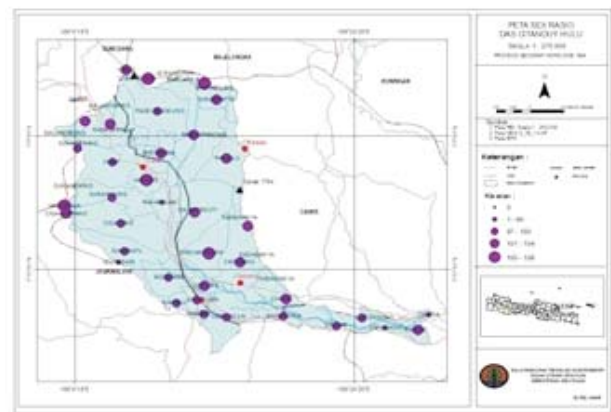
Berdasarkan peta kepadatan agraris pada DAS Citanduy (Gambar 13 C), diketahui bahwa tingkat kepadatan agraris tinggi pada hampir seluruh wilayah DAS. Hal ini menunjukkan bahwa DAS Citanduy Hulu terjadi tekanan penduduk yang tinggi terhadap lahan pertanian.

d. Sebaran tenaga kerja DAS Citanduy Hulu

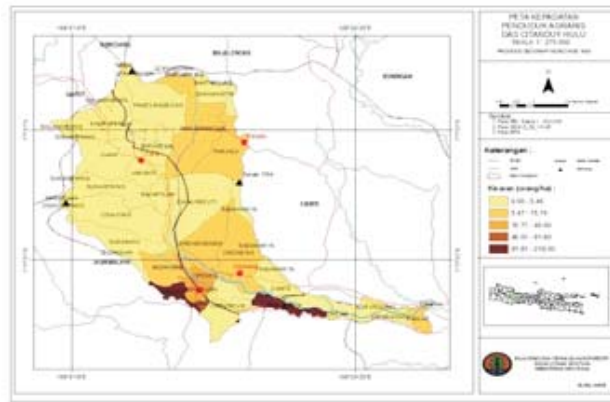
Salah satu faktor sosial lain yang dinilai pada penelitian ini adalah sebaran tenaga kerja. Semakin



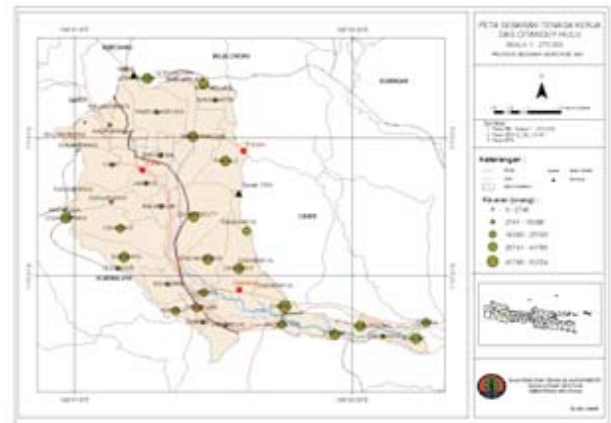
(A)



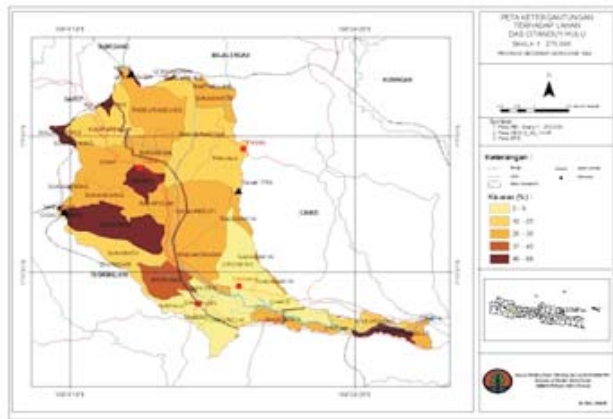
(B)



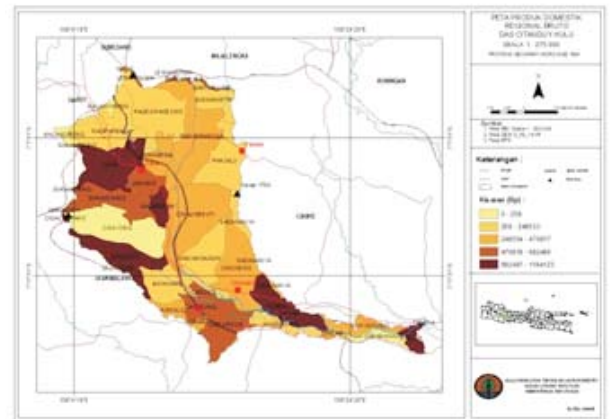
(C)



(D)



(E)



(F)

Gambar 12. DAS Citanduy Hulu (A) Peta sebaran kisaran kepadatan geografis; (B) Peta sebaran range rasio jenis kelamin; (C) Peta sebaran kepadatan agraris; (D) Peta sebaran tenaga kerja; (E) Peta sebaran ketergantungan terhadap lahan; (F) Peta sebaran pendapatan

Figure 12. The Citanduy Hulu watershed (A) Distribution range map of Geographic density; (B) Distribution range map of sex ratios; (C) Distribution of Agricultural density; (D) Map of the Labor distribution; (E) Map of Reliance on land distribution; (F) Map of income distribution

besar nilainya semakin besar tenaga kerja yang terdapat pada suatu wilayah, sehingga sebaran tenaga kerja dapat pula menggambarkan penumpukan tenaga kerja pada suatu wilayah. Perhitungan tenaga kerja juga menggunakan faktor koreksi luas lahan.

Berdasarkan Gambar 13 D diketahui bahwa pada DAS Citanduy Huluterjadi penumpukan tenaga kerja pada wilayah Kabupaten Ciamis. Hal ini menunjukkan jumlah tenaga kerja di Kabupaten Ciamis cukup besar, dengan range 41.796 -63.724.

e. Sebaran ketergantungan terhadap lahan pertanian DAS Citanduy Hulu

Nilai ketergantungan terhadap lahan pertanian merupakan salah satu kriteria yang dinilai untuk faktor ekonomi. Nilai ini menunjukkan perbandingan besarnya pendapatan pada sektor pertanian dibandingkan dengan pendapatan total. Semakin tinggi nilainya menunjukkan ketergantungan terhadap lahan pertanian makin besar. Perhitungan nilai ini juga menggunakan faktor koreksi perbandingan luas lahan.

Gambar 13 E, menunjukkan peta ketergantungan terhadap lahan di DAS Citanduy Hulu dimana sebaran nilai ini berada pada kisaran kurang dari 50 %, artinya berada pada kriteria rendah sampai sedang. Untuk wilayah Kabupaten Tasikmalaya mempunyai nilai kisaran sedang - tinggi.

f. Sebaran pendapatan regional domestik bruto (PRDB) DAS Citanduy Hulu

Nilai sebaran PRDB digunakan sebagai kriteria faktor ekonomi yang lain pada penelitian ini. Nilai PRDB mencerminkan tingkat pendapatan suatu wilayah. Perhitungan nilai PRDP pada penelitian ini juga dilakukan koreksi dengan perbandingan luas wilayah administrasi.

Nilai pendapatan suatu wilayah administrasi yang mencerminkan pendapatan pada suatu DAS, pada penelitian ini digambarkan secara kisaran pada Gambar 13 F. Terlihat pada grafik pendapatan tertinggi berada disekitar wilayah DAS Citanduy Hulu bagian Hulu Barat, tepatnya di Kabupaten Tasikmalaya dan sekitarnya. Secara umum hasil perhitungan tingkat pendapatan perkecamatan berada pada kriteria rendah yakni lebih kecil dari pendapatan masing-masing kabupaten.

2. DAS Ciseel

Secara Geografis, DAS Ciseel berada pada wilayah administrasi 2 (dua) kabupaten dan 2 (dua)

kota di Provinsi Jawa Barat, yaitu Kabupaten Ciamis, Kabupaten Tasikmalaya, Kota Banjar dan Kota Tasikmalaya.

Di Kabupaten Tasikmalaya terdapat 5 (lima) kecamatan yang masuk wilayah DAS Ciseel, sedangkan Kota Tasikmalaya terdapat 2 (dua) kecamatan yang masuk wilayah DAS Ciseel. Di Kabupaten Ciamis, DAS Ciseel meliputi 10 kecamatan, sedangkan Kota Banjar meliputi 2 (dua) kecamatan.

a. Kepadatan geografis DAS Ciseel

Gambar 13 A menunjukkan tentang sebaran spasial kepadatan geografis pada DAS Ciseel dalam kisaran range. Semakin tinggi nilai range menunjukkan kepadatan geografis wilayah tersebut makin tinggi. Kepadatan geografis tertinggi untuk wilayah DAS Ciseel berada pada wilayah Kota Tasikmalaya.

b. *Sex* rasio penduduk DAS Ciseel

Peta sebaran *sex* rasio dalam bentuk dot matrik (Gambar 13 B) menunjukkan bahwa semakin besar dot, semakin besar pula nilai *sex* rasio. Pada DAS Ciseel sebaran *sex* rasio yang mempunyai nilai range besar tersebar pada wilayah DAS yang terdapat pada wilayah Tasikmalaya dan Banjar.

c. Kepadatan agraris DAS Ciseel

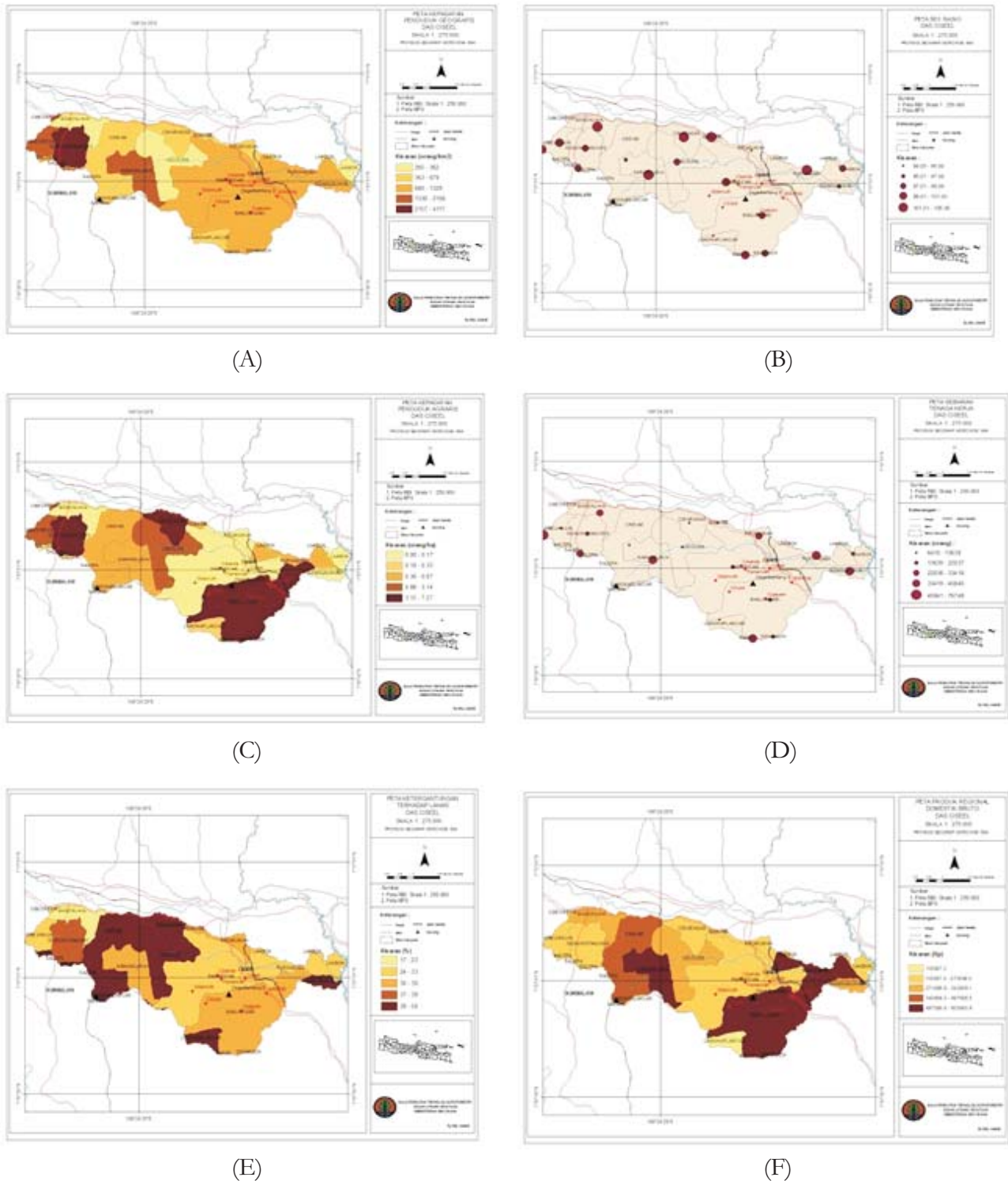
Berdasarkan peta kepadatan agraris (Gambar 13 C) DAS Ciseel, diketahui bahwa hampir sebagian besar wilayah DAS mempunyai tingkat kepadatan sedang. Untuk wilayah DAS yang mempunyai tingkat kepadatan tinggi berada disekitar hilir tepatnya di wilayah administrasi Ciamis. Hal ini menunjukkan bahwa DAS Ciseel mempunyai tingkat tekanan penduduk yang rendah terhadap lahan pertanian.

d. Sebaran tenaga kerja DAS Ciseel

Berdasarkan Gambar 13 D diketahui bahwa pada DAS Ciseel tenaga kerja tersebar merata disetiap wilayah DAS. Penumpukan tenaga kerja terbesar berada disekitar wilayah Kota Tasikmalaya dan Kota Banjar.

e. Sebaran ketergantungan terhadap lahan pertanian DAS Ciseel

Gambar 13 E menunjukkan peta ketergantungan terhadap lahan di DAS Ciseel. Sebaran nilai ini berada pada kisaran kurang dari 50 %, artinya berada pada kriteria rendah. Sebaran ketergantungan terhadap lahan pertanian untuk wilayah Kabupaten Tasikmalaya yang berada di wilayah DAS Ciseel secara keseluruhan mempunyai nilai kisaran tinggi.



Gambar 13. DAS Ciseel(A) Peta sebaran kisaran kepadatan geografis; (B) Peta sebaran range rasio jenis kelamin; (C) Peta sebaran kepadatan agraris; (D) Peta sebaran tenaga kerja; (E) Peta sebaran ketergantungan terhadap lahan; (F) Peta sebaran pendapatan

Figure 13. The Ciseel watershed (A) Distribution range of Geographic density; (B) Distribution range of sex ratios; (C) Distribution of Agricultural density; (D) Map of the Labor distribution; (E) Map of reliance on land distribution; (F) Map of income distribution

f. Sebaran Pendapatan Regional Domestic Bruto (PRDB) DAS Ciseel

Nilai pendapatan suatu wilayah administrasi yang mencerminkan pendapatan pada suatu DAS, pada penelitian ini digambarkan secara range pada Gambar 13 F. Terlihat pada grafik bahwa pendapatan tertinggi berada disekitar wilayah DAS Ciseel bagian hilir, tepatnya di Kabupaten Banjar dan Ciamis. Secara umum hasil perhitungan tingkat pendapatan berada pada kriteria rendah yakni lebih kecil dari pendapatan masing-masing kabupaten.

C. Hubungan antara Lanskap Hutan dengan Kondisi Biofisik dan Sosial Ekonomi

1. DAS Citanduy Hulu

Hasil analisis menggunakan model GWR untuk mengetahui keeratan hubungan masing-masing faktor biofisik dan sosial ekonomi dengan keberadaan hutan, dianalisa dengan bantuan software spasial statistik SAM versi 4. Nilai keeratan hubungan didekati dengan nilai korelasi dari model GWR masing-masing faktor (biofisik dan sosial ekonomi). Tabel 3 menunjukkan hasil

Tabel 3. Hasil nilai korelasi antara keberadaan hutan dengan faktor-faktor biofisik dan sosial ekonomi pada DAS Citanduy Hulu

Table 3. The results of the correlation presence of forest with biophysical and socio-economic factors in the Citanduy Hulu watershed

No.	Faktor (Factor)	Keberadaan Hutan (Forest existence)		
		Korelasi (Correlation)		
		Kuat (Strong)	Sedang (Medium)	Rendah (Low)
Biofisik				
1	Curah hujan	<input type="checkbox"/>		
2	Hujan maksimum			<input type="checkbox"/>
3	evapotranspirasi aktual		<input type="checkbox"/>	
4	Kelerengan	<input type="checkbox"/>		
5	Batuan induk			<input type="checkbox"/>
6	Kedalam solum tanah			<input type="checkbox"/>
7	Batuan singkapan			<input type="checkbox"/>
8	Drainase tanah			<input type="checkbox"/>
9	Permiabilitas tanah		<input type="checkbox"/>	
10	Erodibilitas tanah	<input type="checkbox"/>		
11	Gradien DAS		<input type="checkbox"/>	
12	Kerapatan Drainase	<input type="checkbox"/>		
13	Rata-rata lereng	<input type="checkbox"/>		
Sosial ekonomi				
1	Kepadatan geografis		<input type="checkbox"/>	
2	Kepadatan agraris	<input type="checkbox"/>		
3	Rasio penduduk			<input type="checkbox"/>
4	Pengelompokan tenaga kerja			<input type="checkbox"/>
5	Ketergantungan terhadap lahan	<input type="checkbox"/>		
6	Tingkat pendapatan			<input type="checkbox"/>

Sumber (source): hasil analisa (analysis result)

Keterangan (explanation): - Korelasi kuat = $r > 0,5$
 - Korelasi sedang = $r = 0,5$
 - Korelasi rendah = $r < 0,5$

- Fungsi pembobot spasial menggunakan Bi-square dan memperhitungkan nilai spasial Kernel

analisa nilai korelasi masing-masing faktor biofisik dan sosial ekonomi.

Hasil analisis menunjukkan bahwa terdapat faktor-faktor biofisik dan sosial ekonomi yang mempunyai nilai korelasi kuat terhadap keberadaan hutan pada DAS Citanduy Hulu. Hal ini menunjukkan terdapat hubungan antara keberadaan hutan pada DAS dengan kondisi faktor biofisik (lingkungan) dan kondisi sosial ekonomi masyarakatnya. Sedangkan faktor-faktor biofisik dan sosial ekonomi yang mempunyai nilai korelasi kuat terhadap keberadaan hutan pada DAS

Citanduy Hulu adalah curah hujan, kelerengan, erodibilitas tanah (nilai kepekaan tanah terhadap erosi), kerapatan drainase DAS, rata-rata lereng DAS, kepadatan agraris dan ketergantungan terhadap lahan.

2. DAS Ciseel

Analisis nilai korelasi model GWR menggunakan software spasial statistik SAM versi 4 ditujukan untuk mengetahui keeretan hubungan masing-masing faktor biofisik dan sosial ekonomi dengan keberadaan hutan, dimana hasilnya disajikan dalam Tabel 4.

Tabel 4. Hasil nilai korelasi antara keberadaan hutan dengan faktor-faktor biofisik pada DAS Ciseel
Table 4. The results of the correlation presence of forest with biophysical factors in the Ciseel watershed

No.	Faktor (Factors)	Keberadaan Hutan (Forest existence)		
		Korelasi (Correlation)		
		Kuat (Strong)	Sedang (Medium)	Rendah (Low)
Biofisik				
1	Curah hujan	<input type="checkbox"/>		
2	Hujan maksimum		<input type="checkbox"/>	
3	evapotranspirasi aktual		<input type="checkbox"/>	
4	Kelerengan	<input type="checkbox"/>		
5	Batuan induk			<input type="checkbox"/>
6	Kedalam solum tanah			<input type="checkbox"/>
7	Batuan singkapan			<input type="checkbox"/>
8	Drainase tanah		<input type="checkbox"/>	
9	Permiabilitas tanah		<input type="checkbox"/>	
10	Erodibilitas tanah	<input type="checkbox"/>		
11	Gradien DAS		<input type="checkbox"/>	
12	Kerapatan Drainase	<input type="checkbox"/>		
13	Rata-rata lereng	<input type="checkbox"/>		
Sosial ekonomi				
1	Kepadatan geografis		<input type="checkbox"/>	
2	Kepadatan agraris	<input type="checkbox"/>		
3	Rasio penduduk			<input type="checkbox"/>
4	Pengelompokan tenaga kerja			<input type="checkbox"/>
5	Ketergantungan terhadap lahan	<input type="checkbox"/>		
6	Tingkat pendapatan			<input type="checkbox"/>

Sumber (source): hasil analisa (analysis result)

Keterangan (explanation): - Korelasi kuat = $r > 0,5$

- Korelasi sedang = $r = 0,5$

- Korelasi rendah = $r < 0,5$

- Fungsi pembobot spasial menggunakan Bi-square dan memperhitungkan nilai spasial Kernel

Hasil analisis menunjukkan terdapat faktor-faktor biofisik dan sosial ekonomi yang mempunyai nilai korelasi yang kuat terhadap keberadaan hutan (nilai korelasi kuat) pada DAS Ciseel. Hal ini menunjukkan bahwa tidak hanya faktor biofisik (lingkungan) yang mempengaruhi keberadaan hutan pada suatu DAS, tetapi faktor sosial ekonomi masyarakat yang berada pada DAS tersebut juga bisa mempengaruhi keberadaan hutan, sedangkan faktor-faktor biofisik dan sosial ekonomi yang mempunyai korelasi kuat terhadap keberadaan hutan di DAS Ciseel adalah curah hujan, kelerengan, erodibilitas tanah (nilai kepekaan tanah terhadap erosi), kerapatan drainase DAS, rata-rata lereng DAS, kepadatan agraris dan ketergantungan terhadap lahan.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

1. Terdapat hubungan yang erat antara keberadaan hutan pada suatu DAS dengan kondisi sosial ekonomi masyarakatnya dan kondisi biofisik (lingkungan). Hubungan tersebut dapat dibuktikan dengan menggunakan Metode *Geographically Weighted Regression models (GWR)*.
2. Aplikasi metode GWR pada DAS berpasangan Citanduy Hulu dan DAS Ciseel menunjukkan bahwa keeratan hubungan antara faktor biofisik dan sosial ekonomi terhadap keberadaan lanskap ditentukan oleh faktor curah hujan, kelerengan, kepekaan tanah terhadap erosi, kerapatan drainase DAS, rata-rata lereng DAS, kepadatan agraris dan ketegantungan terhadap lahan.
3. Rendahnya korelasi yang ditunjukkan melalui rasio penduduk, tenaga kerja dan tingkat pendapatan diduga merupakan konsekuensi dari keberadaan Kota Tasikmalaya dan Banjar sebagai outlet penyedia kesempatan kerja dan pendapatan bagi masyarakat di wilayah DAS Citanduy Hulu dan DAS Ciseel.

B. Saran

Penentuan arahan spasial keberadaan hutan yang ditentukan oleh faktor biofisik (curah hujan, kelerengan dan jenis tanah) perlu ditinjau kembali dengan memasukkan faktor sosial ekonomi

masyarakat dan faktor keberadaan DAS. Pertimbangan tersebut diperlukan agar rencana pembangunan kehutanan dalam melestarikan sumberdaya hutan dan air dilakukan sesuai dengan kenyataan lapangan, sehingga mendukung pengentasan kemiskinan serta meminimalkan konflik dengan masyarakat.

DAFTAR PUSTAKA

- Arsyad, S. 2006. *Konservasi Tanah dan Air*. IPB Press. Bogor.
- Becerra, E.H., 1995. *Monitoring and Evaluation of watershed Management Project Achievements*. FAO Conservation Guide 24. FAOUN. Rome.
- Diaz, N. and Apostol, D. _____. *Forest Landscape Analysis and Design. A Process for Developing and Implementing Land Management Objectives for Landscape Patterns*. USDA Forest Service. Pacific Northwest Region. United State.
- Fotheringham, A.S., Charlton, M., and Brunson, C. 2002. *Geographically Weighted Regression*. ESRC National Centre for Research Methods. NCRM Methods Review Papers. [terhubung berkala]. <http://ncg.nuim.ie/GWR>. Html [11 Desember 2010]
- Green, B.H., E.A. Simmons, and I. Woltjer. 1996. *Landscape Conservation: Some Steps Towards Developing a New Conservation Dimension*. A draft report of the IUCN-CESP Landscape Conservation Working Group. Dept. Agriculture, Horticulture and Environment, Wye College, Ashford, Kent, UK
- Jennings, S., Jarvie, J. 2002. *A Sourcebook for Landscape Analysis of High Conservation Value Forests*.
- Keputusan Presiden Republik Indonesia, 1990. *Kepres No. 92 tentang Pengelolaan Kawasan Lindung*. [terhubung berkala]. <http://www.dephut.go.id/bksda>. [11 november 2011].
- Maryani, R. 2010. *Manajemen Lanskap Hutan Berbasis Daerah aliran Sungai (DAS). Rencana Penelitian Integratif 2010 - 2014*. Pusat Penelitian Sosial Ekonomi dan Kebijakan Kehutanan. Badan Penelitian dan

- Pengembangan Kehutanan. Kementerian Kehutanan. Bogor.
- Paimin, Sukrisno dan Purwanto. 2006. Sidik Cepat Degradasi Sub Daerah Aliran Sungai. Puslit Hutan dan Konservasi Alam. Badan Penelitian dan Pengembangan. Departemen Kehutanan. Bogor.
- Pawitan, H. 2004. Aplikasi Model erosi dalam Perpektif Pengelolaan Derah Aliran Sungai. I Prosiding Seminar Degradasi Lahan dan Hutan. Masyarakat Konservasi Tanah dan Air Indonesia. Universitas Gadjah Mada dan Departemen Kehutanan.
- Surat Keputusan Menteri Pertanian, 1980, Nomer 837/kpts/Um/11/1980 tentang Kriteria dan Tata Cara Penetapan Hutan Lindung. [terhubung berkala]. <http://www.deptan.go.id/.....> [11 November 2011]
- Thiago F. Rangel, Jose, A. F. Diniz-Filho and Luis, M. B. 2010. SAM: a comprehensive application for Spatial Analysis in Macroecology. Journal compilation of Ecography.