

DAMPAK PERUBAHAN PENGGUNAAN LAHAN TERHADAP TINGKAT KEKRITISAN AIR SUB-DAS CITARUM HULU

Tito Latif Indra

tito10081975@gmail.com

Fakultas Ilmu Matematika dan Pengetahuan Alam (MIPA), Universitas Indonesia

INTISARI

Sehubungan dengan pertumbuhan penduduk yang membutuhkan ruang untuk hidup telah mengubah pola penggunaan tanah khususnya di DAS Citarum Hulu yang juga merupakan salah satu DAS kritis di Indonesia. Perubahan penggunaan tanah tersebut akan berakibat pada berkurangnya sumberdaya air sehingga menjadikan tingkat kekritisian air semakin tinggi. Data yang digunakan dalam penelitian ini meliputi peta jaringan sungai, peta penggunaan lahan yang diperoleh dari Badan Pertanahan Nasional (BPN), data curah hujan dan suhu Tahun 1975-2005, peta tanah, peta kemiringan lereng, tutupan vegetasi dan data kebutuhan air primer. Melalui metode GIS yang dipadukan pendekatan hidrologis telah menghasilkan wilayah-wilayah sub DAS yang mengalami kekurangan air dalam hal ini kekritisian air.

Kata Kunci : kekritisian air, DAS Citarum Hulu, hidrologis

ABSTRACT

The population growth and the need for living space have changed the patterns of land use especially in Upper Sub Citarum Watershed as one of the critical watersheds in Indonesia. The changes in land use will result in the reduction of water resources and make the higher level of water criticality. Data used in this research including river network map, landuse map obtained from Indonesian National Land Agency (BPN), precipitation and temperature data of 1975-2005, soil map, slope map, vegetation cover and primary water demand data. The critical level of watershed is determined based on the comparison of primary water demand and water availability in Upper Citarum Sub Watershed. Through GIS method combined with hydrological approach, the areas of sub watershed experiencing water shortage, in this case is water critical level can be determined. The combination of GIS method and a hydrological approach has resulted in sub-catchment areas experiencing water shortages in this case the critical water level.

Keywords: Critical Water, Upper Citarum Sub Watersheds, Land Use Changes

PENDAHULUAN

Berdasarkan data Neraca Kualitas Lingkungan Hidup Daerah (NKLD) Provinsi Jawa Barat, Daerah Aliran Sungai (DAS) Citarum merupakan peringkat ketiga dalam hal mempunyai lahan kritis yang luas setelah DAS Brantas yakni 451 ribu hektar

(Anon, 2008). Sebagai salah satu DAS dengan lahan kritis yang luas, maka perlu dilakukan pengkajian terhadap lingkungan DAS Citarum, khususnya di bagian hulu. Hal ini karena wilayah hulu yang merupakan pengendali dari kondisi wilayah hilir.

Pertumbuhan penduduk yang melebihi persediaan sumberdaya air di DAS Citarum telah menimbulkan penurunan fungsi hidrologis. Kondisi ini seperti yang terjadi di kota Bandung yang termasuk ke dalam cekungan airtanah Bandung-Soreang. Wilayah ini mengalami eksploitasi airtanah yang berlebihan sehingga tidak terjadi keseimbangan antara pemakaian dengan ketersediaan airtanah. Airtanah yang meresap Tahun 2006 pada wilayah ini sebesar $102,4 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{th}$, sedangkan pengambilannya mencapai $220 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{th}$. Hal ini menunjukkan bahwa pengambilan airtanah lebih besar dua kali lipat dibandingkan air yang meresap sebagai pemulihan airtanah. Semestinya, pengambilan airtanah dalam tidak boleh melebihi batas aman pengambilan, yaitu sebesar 30-40 % dari potensi yang ada. Pasokan air yang terus berkurang sangat dipengaruhi oleh terus berkurangnya hutan alam di Pulau Jawa yang pada Tahun 2005 hanya tersisa 400 ribu ha akibat perubahan alih fungsi lahan. Penggundulan hutan yang semakin lama semakin ke arah hulu sungai membuat kemampuan DAS menahan dan meresapkan air sangat berkurang dan membuat volume air permukaan yang mengalir langsung ke laut menjadi lebih banyak.

DAS Citarum Hulu merupakan DAS yang telah mengalami kerusakan lingkungan, berupa kadar pelumpuran yang tinggi dan banjir akibat kerapatan sungai yang tinggi, curah hujan yang tinggi, serta distribusi penggunaan lahan (*landuse*) yang kompleks dan secara ekologis rusak, terlihat dari sebaran permukiman dan tegalan di pegunungan berlereng terjal, serta luas areal hutan yang hanya 25% dari luas DAS.

Banyak dijumpai kasus para petani atau pemilik tanah pertanian yang secara sengaja mengubah fungsi lahan sawah ke fungsi lainnya agar lebih mudah diperjual belikan tanpa melalui mekanisme perijinan atau terjadi pelanggaran Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) yang ada, seperti daerah

Majalaya, Bandung di mana penduduk merubah fungsi lahan dari hutan menjadi agribisnis serta pabrik yang menyebabkan terjadi lahan kritis dan terjadi pencemaran limbah pabrik di hulu DAS Citarum. Peristiwa terakhir yang terjadi yakni peristiwa tanah longsor yang melanda wilayah Ciwidey yang merupakan hulu DAS Citarum pada Tahun 2012. Berdasarkan latar belakang tersebut, perlu kiranya dibahas tingkat kekritisannya air DAS Citarum Hulu akibat berubahnya pola penggunaan lahan. Maka yang menjadi permasalahan adalah bagaimana tingkat kekritisannya DAS Citarum Hulu pada setiap sub-ordo 3 sehubungan dengan terjadinya perubahan penggunaan lahan

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui dampak perubahan penggunaan lahan terhadap tingkat kekritisannya sumberdaya air dalam wilayah DAS Citarum Hulu. Penggunaan lahan sangat berpengaruh terhadap debit aliran secara kuantitas. Jenis tanaman akan berpengaruh terhadap aliran dalam berbagai bentuk serta proses intersepsi dan transpirasi, yang berpengaruh terhadap besar aliran rata-rata tahunan. Selain itu, faktor urbanisasi sangat berpengaruh terhadap siklus air di dalam DAS, di mana dampak urbanisasi yang tinggi (ditandai dengan peningkatan luas daerah terbangun mengakibatkan daerah kedap air meningkat) akan menyebabkan aliran permukaan akan meningkat dan resapan airtanah berkurang sehingga terjadi perubahan neraca air. Peningkatan jumlah penduduk akan berakibat pada meningkatnya permintaan akan lahan sebagai tempat hidup manusia. Menurut *Sandy*, (1985) perkembangan penduduk akan merubah penggunaan lahan melalui teori evolusi penggunaan tanah mulai dari kondisi awal lahan belum dijamah sampai dengan kondisi lahan yang rusak.

Pola penggunaan lahan merupakan hasil interaksi antara kegiatan manusia dengan sumberdaya lahan. Kegiatan manusia ditentukan oleh kebutuhan untuk memenuhi konsumsi barang dan jasa serta untuk me-

ngembangkan preferensinya. Jika preferensi terhadap kebutuhan jasa meningkat maka pola penggunaan lahan yang dikembangkan cenderung akan mengarah ke bentuk non-pertanian. Sejalan dengan itu, maka penggunaan lahan kawasan DAS menurut Risnarto, (1993) memiliki karakteristik sebagai berikut ini.

1. Hutan beralih fungsi menjadi perkebunan dan semak belukar;
2. Perkebunan beralih fungsi menjadi Kebun campuran dan tegalan;
3. Tegalan beralih fungsi menjadi sawah;
4. Sawah beralih fungsi menjadi permukiman; dan
5. Permukiman beralih fungsi menjadi industri.

Ketersediaan air adalah jumlah (debit) yang diperkirakan terus menerus ada di suatu lokasi (bendung atau bangunan air lainnya) di sungai dengan jumlah tertentu dan dalam jangka waktu (periode) tertentu (Syarief, dkk. 2007). Analisis yang dilakukan dalam penelitian ini hanya mencakup ketersediaan air permukaan yang akan digunakan sebagai acuan adalah debit andalan (*dependable flow*), sehingga yang paling berperan dalam studi ketersediaan air permukaan adalah data rekaman debit aliran sungai. Debit andalan adalah debit yang diharapkan selalu tersedia sepanjang tahun dengan risiko kegagalan yang diperhitungkan sekecil mungkin. Data debit andalan pada umumnya diperlukan untuk perencanaan pengembangan air irigasi, air baku dan pembangunan pembangkit listrik tenaga air, yaitu untuk menentukan perhitungan persediaan air pada bangunan pengambilan (*intake*).

Kebutuhan sumberdaya air untuk keperluan domestik akan sangat dipengaruhi oleh laju pertumbuhan penduduk. Oleh karena itu, untuk mengetahui kebutuhan sumberdaya air untuk keperluan domestik dimasa yang akan datang dilakukan proyeksi jumlah penduduk. Setelah diketahui proyeksi jumlah penduduk, tahapan selanjut-

nya adalah menghitung proyeksi kebutuhan sumberdaya air untuk keperluan domestik. Kebutuhan sumberdaya air untuk pemenuhan berbagai sarana-prasarana sosial-ekonomi masyarakat didasarkan pada jenis fasilitas yang ada, seperti fasilitas pendidikan (sekolah), fasilitas kesehatan (rumah sakit, puskesmas, dan lain-lain), fasilitas peribadatan (masjid, gereja, pura, wihara), fasilitas perkantoran, fasilitas perdagangan (pasar), fasilitas pariwisata, dan fasilitas transportasi (terminal). Analisis kebutuhan sumberdaya air untuk pemenuhan kebutuhan air untuk sarana-prasarana sosial-ekonomi didasarkan pada kecenderungan perkembangan sarana-prasarana dimaksud dan standar kebutuhan untuk masing-masing sarana prasarana.

Kebutuhan sumber air untuk kegiatan pertanian ditentukan oleh jenis tanaman atau kegiatan yang ada, seperti pertanian lahan basah (padi) yang biasanya menggunakan irigasi teknis, pertanian lahan kering (palawija) dengan irigasi non-teknis, tanaman kehutanan, kegiatan peternakan dan perikanan. Penggunaan sumberdaya air untuk kegiatan industri, umumnya digunakan untuk proses produksi, pendinginan, pembuangan limbah, keperluan domestik, serta besarnya kebutuhan air industri antara lain ditentukan oleh kebutuhan satuan produksi/unit, kebutuhan air pertenaga kerja dan kebutuhan pertambahan nilai atau nilai produksi (Tabel 1).

Neraca keseimbangan sumberdaya air merupakan indikator untuk menilai kemampuan daya dukung sumberdaya air terhadap pengembangan wilayah. Dengan memperhatikan kondisi neraca sumberdaya air bisa dirumuskan arahan pengembangan wilayah yang mendukung terjadinya pembangunan yang berkelanjutan (*sustainable development*). Keseimbangan sumberdaya air dapat pulau ditinjau dari aspek besaran jumlah pemanfaatan air (*demand* : D) dan ketersediaan air (*supply* ; S), dimana tingkat keefektifan penggunaan

sumberdaya air pada suatu wilayah ditentukan pada kondisi $D < S$.

Indikator yang digunakan untuk mengukur tingkat kritis dari kondisi keseimbangan sumberdaya air dari suatu wilayah adalah nilai indeks penggunaan air (IPA). Nilai IPA ini menggambarkan perbandingan antara potensi ketersediaan sumberdaya air

dengan pemakaian/kebutuhannya. Nilai IPA yang kurang dari 0,75 menggambarkan kondisi keseimbangan air masih dalam kondisi aman, sedangkan nilai IPA 0,75 – 1,0 menggambarkan tingkat kritis, dan nilai IPA diatas 1,0 menunjukkan kondisi yang sangat kritis, yaitu kebutuhan sumberdaya air sudah melampaui potensi ketersediaannya (Supangat, 2005).

Tabel 1. Standar Kebutuhan Air untuk Berbagai Kegiatan

No	Sektor	Standar Kebutuhan Air
1	Pertanian	
	a. Tanaman Pangan : - Padi	1 liter/detik/ha
	- Palawija	0,25 liter/detik/ha
	b. Peternakan : - Ternak Besar	25 liter/hari/ekor
	- Unggas	2,5 liter/hari/ekor
	c. Perikanan : - Luas Sawah	1 liter/detik/ha
	- Kolam, Tambak	Luas kolam x 0,3050 1-10 m ³ hari/unit
2	Perbankan	2-3 m ³ /hari/unit
3	Perdagangan	
	a. Pasar	60-70 liter/hari/unit
	b. Usaha Perdagangan	2-3 m ³ /hari/unit
	c. Warung/kios	3-5 m ³ /hari/unit
	d. Toko	1-2 m ³ /hari/unit
	e. Pusat Perbelanjaan, Koperasi Transportasi	2-3 m ³ /hari/unit
4	Perkantoran	10-20 liter/hari/pekerja
5	Pendidikan	2-4 m ³ /hari/unit
6	Kesehatan : - Rumah Sakit/klinik bersalin Puskesmas/balai pengobatan	15 liter/hari/anak 300 liter/hari/tempat tidur
7	Agama	
	a. Islam Penduduk/1.000 x 200 10.000	750 liter/hari/unit
	b. Lainnya	x 30 m ³ /hari
8	Pariwisata	3 m ³ /hari/unit
	a. Objek wisata	30 liter/hari/pengunjung
	b. Penginapan	150 liter/hari/tempat tidur
9	Industri	2-3 m ³ /hari/unit
10	Rumah Tangga	60 liter/hari/orang

Sumber : Suparmoko, (1997)

Berdasarkan keterkaitan timbal balik di atas, maka pengelolaan lahan (penataan-gunaan dan pemanfaatan lahan) harus dilakukan sejalan dengan pengelolaan sumberdaya air. Penggunaan lahan dikatakan memperhatikan fungsi lingkungan dapat dilihat dari parameter hidrologi (sumberdaya air) yang keluar dari system wadah sumberdaya air baik berupa DAS, parameter koefisien aliran permukaan (Cro) menjadi salah satu indikator utama

yang menggambarkan keefektifan penggunaan lahan dalam menjadi sumberdaya air. Angka Cro berkisar antara 0 hingga 1. Angka 0 menunjukkan bahwa semua air hujan terdistribusi menjadi air intersepsi dan terutama infiltrasi. Sedang angka Cro = 1 menunjukkan bahwa semua air hujan mengalir sebagai air larian. Kenyataan di lapangan menunjukkan bahwa angka koefisien air larian biasanya lebih besar dari 0 dan lebih kecil dari 1. Beberapa

referensi menyajikan kisaran nilai Cro yang dapat diacu berdasarkan kondisi penggunaan (penutupan) lahan, kondisi topografi (kemiringan lereng) serta karakteristik tanah. Nilai-nilai tersebut merupakan hasil-hasil penelitian di lapangan.

Cook, (1940) dalam *Chow*, (2007) mengembangkan metode empiris hubungan antara luas DAS dan aliran

puncak dengan modifikasi parameter iklim, relief, infiltrasi, vegetasi penutup dan simpangan permukaan. Parameter karakteristik DAS tersebut diklasifikasi, kemudian diberikan nilai skor secara proposional menurut kuatnya pengaruh terhadap laju aliran permukaan. Klasifikasi dan pemberian skor parameter karakteristik DAS dalam tabel metode Cook tersebut dapat dilihat pada Tabel 2 berikut :

Tabel 2. Koefisien Limpasan Menurut Karakteristik DAS

Faktor Koefisien Limpasan (C)	Karakteristik yang menghasilkan limpasan			
	100 (ekstrim)	75 (tinggi)	50 (normal)	25 (rendah)
Kemiringan Lereng/ Relief (W1)	Medan terjal dengan rata-rata umumnya >30% (40)	Perbukitan dengan lereng rata-rata 10-30% (30)	Bergelombang dengan lereng rata-rata 5-10 % (20)	Lereng relatif datar 0-5% (10)
Infiltrasi (W2)	Tidak ada penutup tanah efektif, lapisan tanah tipis, kapasitas infiltrasi diabaikan (20)	Lambat menyerap air, material liat/tanah dengan kapasitas infiltrasi rendah (15)	Lempung dalam dengan infiltrasi setipe dengan tanah prairi (10)	Pasir dalam atau tanah lain mampu menyerap air cepat (5)
Vegetasi Penutup (W3)	Tidak ada penutup efektif atau sejenisnya (20)	Tanaman penutup sedikit sampai sedang, tidak ada tanaman pertanian dan penutup alam sedikit (15)	Kira-kira 50 % DAS tertutup baik oleh pepohonan dan rerumputan (10)	Kira-kira 90 % DAS tertutup baik oleh kayuan atau sejenisnya (5)
Kerapatan Aliran (W4)	Diabaikan : beberapa depresi permukaan dangkal, alur drainase terjal dan kecil (20)	Rendah: Sistem alur drainase kecil dan mudah dikenali (15)	Normal: Simpanan depresi dalam bentuk danau, rawa telaga tidak lebih dari 2 % (10)	Tinggi: Simpanan depresi permukaan tinggi, sistem drainase sukar dikenali, banyak dijumpai danau, rawa atau telaga (5)

Sumber: *Cook* dalam *Chow* (2007)

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Membuat Peta jaringan sungai di DAS *Ci Tarum* berdasarkan Peta Topografi Skala 1 : 50.000 terbitan Jawatan Topografi AD dan Peta Rupabumi Skala 1 : 50.000 Badan Informasi Geospasial (BIG);
2. Mengolah Peta penggunaan lahan wilayah DAS *Ci Tarum* berdasarkan Peta Penggunaan Tanah Lembar Kabupaten Subang, Purwakarta dan Bandung skala 1 : 25.000 terbitan Kantor Wilayah Badan Pertanahan Nasional Jawa Barat melalui Sistem Informasi Geografis;
3. Mengolah Data curah hujan Tahun 1975 - 2005 wilayah DAS *Ci Tarum* berdasarkan Data Badan

Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG);

- Menghitung evaporasi aktual
Menghitung evaporasi aktual yang ada di DAS Citarum Hulu untuk setiap sub DAS ordo 3 dengan mengolah variabel berupa data suhu rerata tahunan, curah hujan rerata tahunan dan koefisien limpasan permukaan.

Analisis sebaran suhu tahunan menggunakan korelasi ketinggian dan koreksi suhu. Data ketinggian didasarkan pada data digital elevation model (DEM), sedangkan koreksi suhu dilakukan dengan rumus Mock (*Meijerink, et al. 1994*) sebagai berikut:

$$T = (DEM - H_0) 0,06 + t_0 \quad \dots\dots\dots(1)$$

dengan keterangan:

- T = sebaran suhu (°C)
DEM = digital elevation model (m)
H₀ = ketinggian lokasi stasiun pencatat suhu (m)
t₀ = suhu rerata tahunan stasiun pencatat suhu (°C)

Perhitungan besarnya evaporasi air permukaan (E₀) dilakukan dengan menggunakan rumus Langbein:

$$E_0 = 300 + 25T_y + 0,05T_y^2 \quad \dots\dots\dots(2)$$

dengan Keterangan:

- E₀ = sebaran evaporasi air permukaan (mm/tahun)
T_y = sebaran suhu rerata tahunan (°C)

Besarnya evapotranspirasi aktual (E_a) dalam penelitian ini dilakukan dengan metoda Turk-Langbein-Wund (*Hadisusanto, 2010; Chow, 1964*) dengan persamaan sebagai berikut :

$$E_a = \frac{E_a \cdot P}{0,9 + (P/E_0)^2} \quad \dots\dots\dots(3)$$

dengan keterangan:

- E_a = sebaran evapotranspirasi aktual (mm/tahun)
P = sebaran hujan rerata tahunan (mm/tahun)
E₀ = sebaran evaporasi air permukaan (mm/tahun)

Perhitungan koefisien limpasan (C) dalam penelitian ini dilakukan dengan menggunakan perhitungan:

$$C = \frac{a \times \Sigma W}{L} \quad \dots\dots\dots(4)$$

dengan keterangan :

- a = luas Lokasi Penelitian
ΣW = jumlah pembobotan pada lokasi penelitian
L = luas Das

Perhitungan besarnya debit andalan berdasarkan aliran mantap berdasarkan rumus (*Maijerink, et al. 1994*) sebagai berikut:

$$Q = (1 - C) \cdot (P - E_a) \cdot A \quad \dots\dots\dots(5)$$

Dengan keterangan:

- Q = debit andalan (mm/tahun)
P = curah hujan rerata tahunan (mm/tahun)
E_a = evapotranspirasi aktual (mm/tahun)
C_i = koefisien limpasan (koefisien *run off*)

Perhitungan koefisien limpasan dilakukan dengan metode Cook. Metode Cook adalah metode yang menggunakan pembobotan dari faktor-faktor yang mempengaruhi koefisien limpasan (C) yaitu, infiltrasi diambil dari data jenis tanah, kemiringan lereng, kerapatan aliran dilakukan dengan mempertimbangkan besarnya rasio antara panjang sungai dengan luas DAS, dan data vegetasi penutup dari data penggunaan tanah.

Perhitungan metode Cook dalam penelitian ini dilakukan dengan mempertimbangkan beberapa faktor berikut ini:

Kemiringan Lereng

a. kemiringan lereng daerah penelitian dapat diklasifikasikan menjadi 4 yaitu:

- 1) Kelas kemiringan antara 0 - 5 %,
- 2) Kelas kemiringan lereng antara 5-10 %.
- 3) Kelas kemiringan antara 10 - 30 %
- 4) Kelas kemiringan > 30 %.

b. Vegetasi penutup

Analisis tutupan vegetasi dilakukan dengan pendekatan penggunaan lahan. Seperti diketahui jenis penggunaan lahan di daerah penelitian terdiri dari 5 jenis yaitu hutan, kebun campuran, pemukiman, sawah dan tegalan. Pemberian skor terhadap kelima jenis penggunaan lahan digunakan penggolongan sebagai berikut:

- 1) Kriteria pertama yaitu 90% DAS tertutup baik oleh kayuan atau sejenisnya adalah untuk penggunaan lahan hutan.
- 2) Kriteria kedua yaitu kira-kira 50% DAS tertutup baik oleh pepohonan dan rerumputan adalah untuk jenis penggunaan lahan kebun campuran, sawah dan tegalan.
- 3) Kriteria ketiga yaitu tanaman penutup sedikit sampai sedang atau tidak ada tanaman pertanian dan penutup alam sedikit adalah untuk jenis penggunaan lahan pemukiman.

c. Kerapatan Aliran

Klasifikasi kerapatan aliran dilakukan dengan mempertimbangkan besarnya rasio antara panjang sungai dengan luas DAS. Untuk menghitung besarnya Kerapatan Aliran rumus yang digunakan adalah :

$$D_d = L/A$$

dengan keterangan:

D_d = kerapatan Aliran (km/km²).

L = panjang Sungai (km).

A = luas DAS (km²).

Kelas kerapatan aliran terdiri dari 4 yaitu :

- 1) Kelas tinggi adalah dengan nilai $D_d < 1,6$ km/km².
- 2) Kelas sedang dengan nilai D_d antara 1,6 - 3,2 km/ km².
- 3) Kelas Rendah dengan nilai D_d antara 3,2 - 8 km/ km².
- 4) Kelas sangat rendah dengan nilai $D_d > 8$ km/ km².

d. Infiltrasi

Cook menggolongkan kemampuan infiltrasi DAS menjadi 4 kelas yaitu:

- 1) Kelas I (infiltrasi tinggi) misalnya pasir. Skor yang diberikan untuk klas satu adalah 5, dengan pertimbangan bahwa sifat pasir mempunyai kontribusi yang kecil terhadap aliran.
- 2) Kelas II (infiltrasi sedang), misalnya tanah lempung dengan infiltrasi setipe prairi. Skor yang diberikan untuk klas II ini adalah 10, dengan pertimbangan bahwa yang termasuk klas ini mempunyai kontribusi sedang terhadap aliran.
- 3) Kelas III (infiltrasi lambat), misalnya tanah liat/tanah dengan kaasitas infiltrasi rendah. Skor yang diberikan untuk klas ini adalah 15, dengan pertimbangan bahwa kontribusi tanah jenis ini cukup besar terhadap aliran.
- 4) Kelas IV (infiltrasi sangat lambat), misalnya tanah tipis dan kapasitas infiltrasi diabaikan. Skor yang diberikan untuk klas ini adalah 20, dengan pertimbangan bahwa kontribusi tanah jenis ini sangat besar terhadap aliran.

Setelah memberikan pembobotan pada lokasi penelitian, kemudian menjumlahkan masing bobot pada masing-masing variabel di lokasi penelitian.

$$\Sigma W = W_1 + W_2 + W_3 + W_4$$

dengan keterangan :

ΣW = jumlah pembobotan pada lokasi penelitian

W_1 = bobot kemiringan lereng/relief

W_2 = bobot infiltrasi

W_3 = bobot vegetasi penutup

W_4 = bobot kerapatan aliran

5. Menghitung indeks kekritisian air

Indeks kekritisian air dihitung dengan formula sebagai berikut:

$$I_k = \frac{K_a + K_p}{W_a} \times 100\%$$

dengan keterangan:

I_k = Indeks kekritisian air (%)

$K_a + K_p$ = kebutuhan air primer ($m^3/tahun$)

W_a = ketersediaan air ($m^3/tahun$)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Distribusi penggunaan lahan di DAS Citarum yang relatif kompleks secara implisit menggambarkan kondisi ekologis cukup memprihatinkan. Hal tersebut terlihat dari sebaran permukiman dan tegalan di daerah pegunungan yang berlereng cukup terjal, serta luas areal hutan yang hanya 25,17% dari luas DAS secara keseluruhan. Penggunaan lahan sawah tidak hanya dijumpai pada wilayah dataran saja, tetapi juga di wilayah dengan kemiringan lereng yang tinggi, dengan areal mencapai 26,04% dari luas DAS.

Kebun campuran, perkebunan dan tegalan yang merupakan jenis penggunaan tanah kering, pada Tahun 2007 tersebar di berbagai daerah dengan luasan masing-masing sekitar 22,50%, 7,03%, dan 9,76%

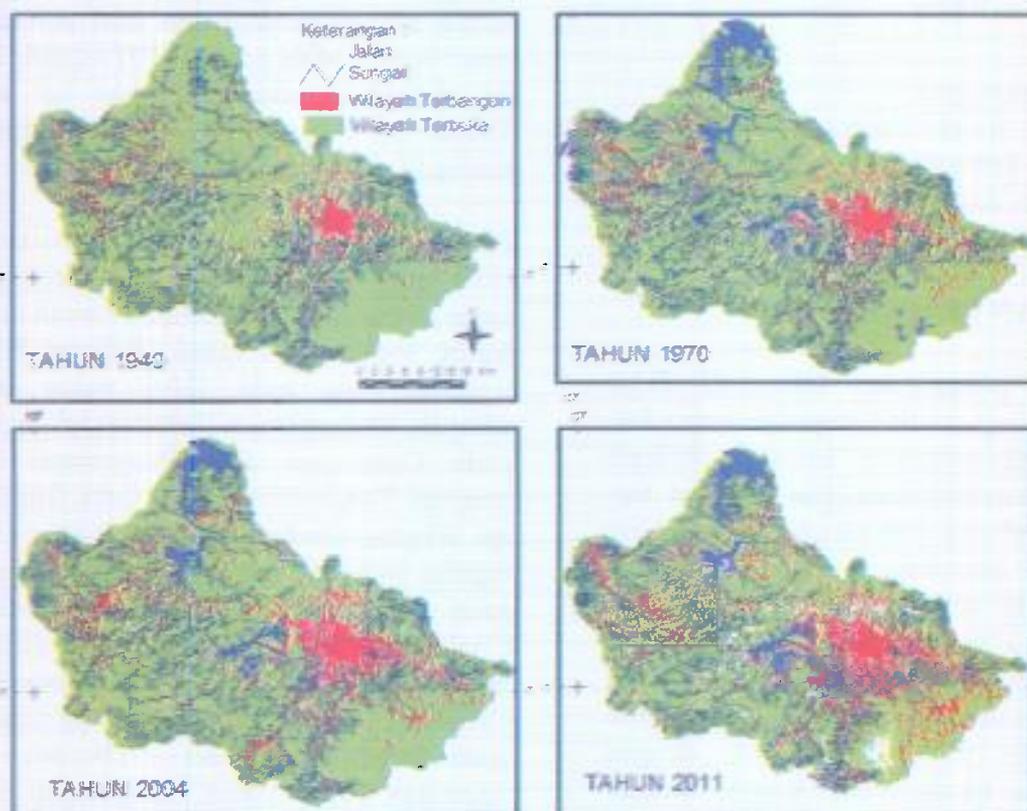
dari luas DAS. Berdasarkan Tabel 3, luas permukiman semakin bertambah selama 70 tahun dihitung rata-rata setiap tahunnya bertambah 22%, sedangkan luas hutan semakin berkurang dengan rata-rata penurunan pertahun 0,88%. Perubahan luas hutan menyebabkan limpasan permukaan yang besar karena kapasitas infiltrasinya yang kecil akibat pemampatan permukaan tanah. Selain itu, air hujan juga akan mudah berkumpul ke sungai-sungai dengan kecepatan tinggi yang akhirnya dapat mengakibatkan banjir. Kondisi lain yang terjadi adalah peningkatan luas pertanian tanah kering pada periode 1970-2004. Hal ini mengindikasikan semakin ke arah Tahun 2000-an kondisi DAS semakin kering (Tabel 3 dan Gambar 1).

Penggunaan lahan pada Sub DAS Citarum Hulu yang berpotensi menimbulkan kerentanan sumberdaya air meliputi sawah tadah hujan, tegalan dan hutan. Sebaran hutan tersebar pada hulu DAS yakni pada wilayah ketinggian > 2.000 mdpl seperti pada Gunungapi Gede-Pangrango, Gunungapi Tangkubanperahu, serta Gunungapi Wayang disebelah selatan DAS. Luas tegalan pada wilayah kajian hanya terdapat pada sub-DAS Ciwidey, sub-DAS Cijalupang dan sub-DAS Cikukuk dimana luasan terbesar hanya pada sub-DAS Cikukuk (155 ha) sedangkan yang terkecil pada sub-DAS Ciwidey (1,28 ha). Penggunaan lahan sawah tadah hujan pada DAS Citarum Hulu yang terbesar terdapat pada sub-DAS Cililin (1.978 ha) diikuti oleh sub-DAS Cikapundung (1.837 ha), sedangkan sub-DAS yang mempunyai luasan sawah tadah hujan terkecil terdapat pada sub-DAS Cijeruk (0,2 ha).

Tabel 3. Perbandingan Luas Penggunaan Lahan Tahun 1940, 1970, 2004 dan 2011

No	Penggunaan Lahan	Luas (ha) tahun 1940	Luas (ha) tahun 1970	Luas (ha) tahun 2004	Luas (ha) tahun 2011	Rate/th (%)
1	Permukiman	3.143,61	21.206,63	47.883,93	70.097,52	21,98
2	Sawah	41.857,00	145.183,85	128.942,14	73.853,43	1,74
3	Pertanian Tanah Kering	73.770,55	32.727,39	67.996,86	13.534,24	- 0,18
4	Perkebunan	14.035,92	51.081,99	33.555,23	97.219,48	6,83
5	Hutan	60.933,90	115.072,38	84.621,65	54.344,5	- 0,88

Sumber : Pengolahan data, 2012



Gambar 1. Penggunaan Lahan DAS Citarum Hulu Tahun 1940, 1970, 2004 dan 2011 (BPN, 2007 dan BIG/Bakosurtanal, 2011)

Perhitungan kebutuhan air dihitung untuk setiap sub DAS, antara lain Sub DAS Cianom mempunyai jumlah penduduk 8.836.906 jiwa yang tersebar di 22 desa 3 Kecamatan, dengan jumlah penduduk tersebut maka terdapat kebutuhan air penduduk di Sub DAS Cianom adalah 706.952.480 liter/hari, maka dalam setahun kebutuhan penduduk akan air mencapai 258.037.655.200 liter atau 258.037.655,2 m³. Apabila dikonversi dalam satuan luas maka kebutuhan penduduk per satuan

hektar mencapai 25.803,7 m³. Disisi lain kebutuhan air untuk tanaman/vegetasi pada sub DAS Cianom mempunyai nilai kebutuhan sebagai berikut (Tabel 4).

Data yang telah disebut sebelumnya menunjukkan bahwa jumlah total kebutuhan air yakni sebesar 25.805 m³/tahun. Berdasarkan data ketersediaan air dan kebutuhan air yang ada, maka akan dapat dilakukan evaluasi mengenai cadangan air yang tersedia di seluruh DAS Citarum

Hulu, yang dapat dinyatakan dengan indeks kekeringan air. Indeks kekeringan air dalam penelitian ini merupakan perbandingan antara ketersediaan air dengan kebutuhan air. Berikut ini adalah perhitungan

indeks kekritisian air pada 12 sub DAS dari keseluruhan 85 sub DAS ordo-3 pada sub DAS Citarum Hulu (Tabel 5 dan Gambar 2).

Tabel 4. Kebutuhan Air tanaman Sub DAS Cianom

No	Penggunaan Tanah	Luas (ha)	Keb. Air/tahun (mm/tahun)	Total Keb. Air (m ³ /ha)
1	Hutan	840,98	1.250	0,105
2	Kebun	3.021,75	1.350	0,408
3	Perkebunan	1.957,40	1.350	0,264
4	Padang	210,50	1.350	0,028
5	Pert.Tn.Kering	21,28	2.000	0,004
6	Tanah Terbuka	136,45	1.350	0,018
7	Persawahan	1.771,95	2.400	0,425

Sumber : Pengolahan Data, 2012

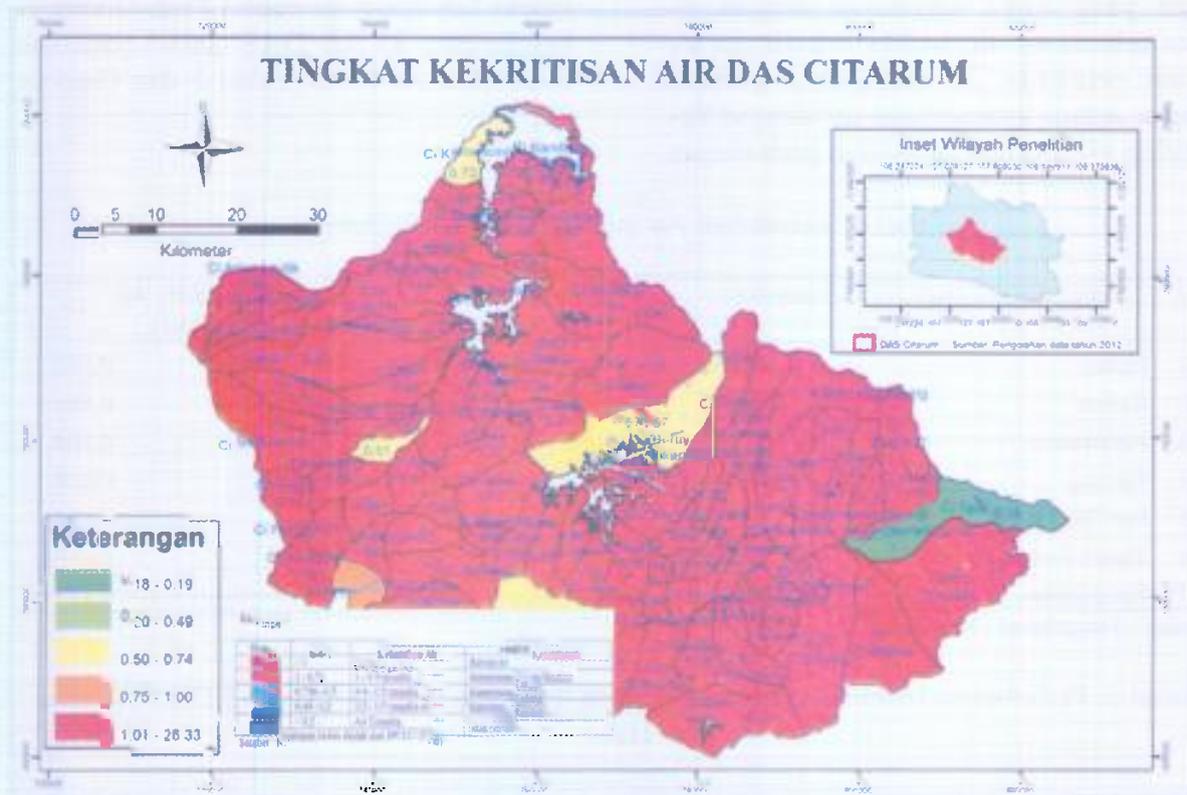
Tabel 5. Perhitungan Indeks Kekritisian Air pada Beberapa Sub DAS Ordo-3 DAS Citarum Hulu

Sub DAS Ordo 3	Debit Andalan Setahun (x10 ⁶ m ³)	Jum. Penduduk (Jiwa)	Keb. Air Penduduk (x10 ⁶ m ³)	Keb. Air Tanaman (m ³)	Keb. Air Total (x10 ⁶ m ³)	Indeks Kritis Air
Ci Ajag	2,866	165,455	4,831	5,899.94	4,837	2,03
Ci Anjur	84,986	10,087,823	294,564	26,248.07	294,579	3,77
Ci Anjur Leutik	43,894	2,745,898	80,180	10,022.47	80,184	1,83
Ci Anom	36,559	6,443,603	188,153	6,897.79	25,487	0,73
Ci Bago	8,451	1,060,878	30,977	4,418.48	30,981	3,69
Ci Binong	10,706	992,760	28,988	8,312.28	28,994	2,87
Ci Biuk	7,335	593,786	17,338	25,003.25	17,357	2,66
Ci Bodas	60,262	3,425,954	100,037	18,927.17	100,047	2,89

Sumber : Pengolahan Data, 2012

Secara keseluruhan DAS Citarum hulu terlihat tingkat kekritisian air menurut sub DAS terlihat bahwa dari keseluruhan sub DAS, 80% mempunyai nilai indeks kritis dengan nilai diatas 1 yang berarti terjadi kekurangan air atau rawan air. Sedangkan pada Sub DAS Cidadap mempunyai nilai 1 artinya termasuk dalam kelas kerentanan air tinggi, sedangkan pada sub DAS

Cicadas, Ciburuy, Cibalagung dan Cikamancing dengan nilai masing-masing 0,51, 0,67, 0,51 dan 0,73 sehingga termasuk dalam kelas kerentanan air sedang. Hanya pada Sub DAS Citarik yang masih relatif aman sumberdaya airnya dengan nilai 0,18 yang termasuk dalam tingkat tidak rentan.



Gambar 2. Peta Tingkat Kekritisan Air DAS Citarum Hulu (Pengolahan data, 2012)

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan beberapa hal berikut ini:

1. Akibat berkurangnya luas hutan yang berubah fungsi menjadi penggunaan tanah lain telah menyebabkan kekritisan air DAS Citarum Hulu semakin tinggi;
2. Wilayah sub DAS secara keseluruhan daerah telah mengalami tingkat kekritisan air hingga 90% wilayah DAS Citarum Hulu, sedangkan wilayah sub DAS Citarik Sumedang, Cililin, Cicadas Bandung dan Cikamancing Purwakarta masih tergolong tidak kritis sumberdaya air.
3. Sebagai rekomendasi diperlukan regulasi dan kerjasama antar daerah yang dilalui DAS Citarum Hulu secara terpadu agar tidak terjadi

perubahan *landuse* sesuai dengan RTRW.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih saya sampaikan kepada Dr. Ing. Ir. Dwita Sutjningsih, Dipl. HE selaku Promotor dan Dr. rer.nat. Eko Kusratmoko, MS dan Dr. dr. Tri Edhi Budhi Soesilo, M.Si. selaku Ko-Promotor di Program Studi Ilmu Lingkungan Universitas Indonesia atas bimbingan dan waktunya, dan Departemen Geografi FMIPA Universitas Indonesia atas dukungannya selama berlangsungnya penelitian saya.

REFERENSI

- Anon. (2004). *Undang-undang Nomor 7 Tahun 2004 tentang Sumberdaya Air*.
http://bk.menlh.go.id/files/UU_no_7-th_2004_pcnjelasan.pdf diunduh

- tanggal 17 Desember 2009 pukul 21.00 WIB.
- Sciences (ITC), Enschede, The Netherlands.
- Chow. (1964). *Statistical and Probability Analysis of Hydrology Data. Handbook Applied of Hydrology.* McGraw-Hill.
- Risnarto, (1993). *Pola Penggunaan Tanah Kawasan Puncak. Disertasi.* Fakultas Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.
- Chow. (2007). *Estimating Land-Use Change Impacts on Direct Runoff and Non-Point Source Pollutant Loads In The Richland Creek Basin (Illinois, USA) by Applying The L-THIA Model. Journal of Spatial Hydrology Vol.7, No.1, Spring 2007.*
- Sandy, I.M. (1985). *Geografi Regional Indonesia.* FMIPA Jurusan Geografi Universitas Indonesia.
- Supangat, A.B. (2005). *Keseimbangan Air Sebagai Basis Pembangunan Wilayah. Studi Kasus Sub DAS Cirasea. Jurnal ITB Bandung.*
- Hadisusanto, N. (2010). *Aplikasi Hidrologi.* Semarang. Jogya Mediautama.
- Suparmoko, (1997). *Ekonomi Sumberdaya Alam dan Lingkungan.* Yogyakarta: Yogyakarta.
- Maijerink, A.M.J., et.al. C.R. (1994). *Introduction to the use of Geographical Information Systems for practical hydrology.* International Institute for Aerospace Survey and Earth
- Syarief, R. R.J. Kodoatie. (2007). *Perspektif Pengelolaan Sumberdaya Air Terpadu di Indonesia. Prosiding Lokakarya Kaji Ulang Arah Kebijakan Nasional Pengelolaan Sumberdaya Air.* Bappenas