

PENELITIAN PENDAHULUAN
ANGKUTAN SEDIMEN MELAYANG SUB-DAS CITARIK HULU
*(Suspended Sediment Transport in the Upper Citarik
Sub-River Basin: A Preliminary Study)*

Oleh
Socwarno *

ABSTRACT

Apart from its function as a soil cover, forest also plays a positive role in preserving water and sediment in a river basin. Rain water which is abundant in the rainy season is caught and stored underground, so that the erosion and flood hazard can be eliminated. In the dry season groundwater becomes reservation to minimize and even eliminate the risk of water shortage.

This preliminary study is to monitor suspended sediment transport with respect to the forest area of upper Citarum River Basin at upper Citarik Sub - River Basin. On the basis of the preliminary study results, it can be said that for a river basin where percentage of the forest area is smaller (i) the suspended sediment concentration is higher and (ii) the total sediment per area unit is greater.

These indications were found during the study period, from September 1987 to February 1988. The preliminary study was conducted in a sub-river basin where the soil type is a mixture of andosol and brown regosol, and the terrain is undulating, hilly to mountainous with slope more than 15 percent.

INTISARI

Hutan selain berfungsi sebagai penutup tanah juga mempunyai peranan yang positif terhadap tata air dan sedimen suatu daerah aliran sungai (DAS). Air hujan yang banyak turun pada musim hujan akan tertampung dan tersimpan dalam tanah sehingga bahaya erosi atau banjir menjadi berkurang. Pada musim kemarau air tanah merupakan cadangan sehingga resiko akan kekurangan air menjadi kecil, bahkan mungkin tidak ada.

* Alumnus Fakultas Geografi UGM, sejak 1977 menjadi Staf Pengkaji pada Balai Penyelidikan Hidrologi - Pusat Litbang Pengairan di Bandung.

Penelitian pendahuluan ini bertujuan untuk memantau angkutan sedim melayang dalam kaitannya dengan luas hutan DAS Citarum Hulu di Sub-DAS Citarik hu Berdasarkan penelitian pendahuluan ini telah diperoleh petunjuk bahwa suatu D. dengan persentase luas hutan yang kecil mempunyai: (i) konsentrasi sedimen melaya lebih besar dan (ii) berat sedimen melayang persatuan luas lebih besar.

Indikasi tersebut diperoleh selama periode penelitian yang dimulai dari bul September 1987 sampai dengan Februari 1988. Penelitian pendahuluan ini dilaksanak pada Sub-DAS yang mempunyai jenis tanah Asosiasi Andosol dan Regosol Coklat pa satuan morfologi bergelombang berbukit sampai bergunung dengan kemiringan lere lebih besar dari 15 persen.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Sejalan dengan pertambahan jumlah penduduk dan perkembangan sosial-ekonomi masyarakat maka tingkat kebutuhan air berkembang dengan cepat. Sumber air di dar yang paling dominan untuk memenuhi kebutuhan hidup manusia adalah air yang menga di permukaan berupa aliran sungai. Suatu cara yang memadai dalam pendayaguna sumber-sumber air sangat diperlukan agar tidak merusak lingkungan hidup yang dap menyebabkan perubahan sifat sumber-sumber air itu sendiri.

Gejala perubahan sifat sumber-sumber air tersebut dapat dipelajari dari data del dan sedimen yang terangkut pada alur sungai dari suatu DAS. Besarnya debit dan volur sedimen yang terangkut pada alur sungai merupakan output dari aktivitas curah huj terhadap kondisi fisik suatu DAS, seperti kondisi vegetasi, tanah dan lereng di sampi juga kondisi budidaya manusia. Mundurnya sumber-sumber air antara lain ditand dengan bentuk hidrograp aliran, lamanya periode banjir, kekeringan, menyusutnya del mata air, besarnya volume sedimen dan endapan sedimen di palung sungai dan waduk.

Salah satu upaya pelestarian sumber-sumber air dilakukan dengan melaksanakan kegiatan rehabilitasi lahan dan konservasi tanah. Pada Pelita V upaya ini dipusatkan pa wilayah DAS/Sub DAS prioritas yaitu setiap DAS/Sub DAS yang karena kondisinya memerlukan penanganan yang lebih intensif, misalnya saja, masalah yang secara rut dihadapi daerah banjir Bandung Selatan. Dari hasil penelitian selama ini diketahui bahv penyebab utama banjir tersebut adalah pendangkalan dan penyempitan alur sungai yar disebabkan besarnya sedimen. Pendangkalan tersebut dipercepat oleh limbah industri da rumah tangga yang dibuang ke arah Sungai Citarum yang melewati pemukiman atau pus kegiatan lainnya. Di samping itu, banjir ini disebabkan oleh tingginya curah huj (1500-3000 mm/th) dan kondisi fisik Cekungan Bandung yang menunjang terjadinya banjir. Keadaan tersebut menyebabkan meluapnya aliran Sungai Citarum yang secai

rutin terjadi pada setiap musim hujan, dengan luas genangan dapat lebih dari 7.000 ha. Banjir yang dinilai terbesar sejak 30 tahun terakhir terjadi pada awal bulan maret 1986, yang menyebabkan 20.000 rumah dan 32 desa tergenang air selama dua pekan, dengan kerugian material diperkirakan mencapai 5 milyar (Pikiran Rakyat, 1986).

Berdasarkan penelitian yang dilaksanakan oleh Pusat Litbang Pengairan (1984) debit banjir yang dapat tertampung oleh alur Sungai Citarum di Dayeuh Kolot adalah 156 m³/det., sedangkan debit banjirnya diperkirakan mencapai 230 m³/det. untuk periode ulang lima tahunan. Dengan demikian kelebihan debit tersebut akan melimpah ke kanan dan kiri alur sungai dan menyebabkan banjir.

Curah hujan yang tinggi berarti pula erosititas tinggi dan akan memacu terjadinya erosi. Hasil erosi tersebut akan terbawa oleh aliran permukaan sampai alur sungai yang kemudian terangkut sebagai angkutan sedimen. Angkutan sedimen ini akan menyebabkan bertambah dangkalnya alur Sungai Citarum. Endapan sedimen yang tebal dapat dilihat pada musim kemarau, misalnya di Dayeuh Kolot, anak Sungai Citarik di daerah Cicalengka dan Rancaekok, bagian hilir Cikapundung, Cicadas, Cidurian dan Cipamokolan, serta Cisangkuy. Volume angkutan sedimen yang terukur di Dayeuh Kolot berkisar antara 0,310 x 10⁶ sampai 0,550 x 10⁶ ton/tahun. Angkutan sedimen tersebut menimbulkan pendangkalan dan penyempitan alur sungai dan akan mengurangi kapasitas tampung alur sungai. Di samping itu, jumlah penduduk yang besar menimbulkan tekanan yang sangat tinggi terhadap sumber daya alam. Hal ini tercermin dari desakan penduduk terhadap lahan yang dipergunakan untuk pemukiman dan pertanian, serta untuk kegiatan lainnya. Daerah semacam ini akan menjadi sumber penyumbang banjir dan erosi.

Sejalan dengan akan dilaksanakan pekerjaan penanggulangan-an bahaya banjir Bandung Selatan maka diperlukan usaha konservasi tanah dan air di daerah hulu. Sub-DAS Citarik adalah salah satu Sub DAS prioritas yang terletak di DAS Citarum bagian hulu. Karena letaknya di bagian hulu, maka Sub-DAS Citarik mempunyai fungsi dan peranan yang sangat penting di dalam melindungi daerah-daerah di Bandung Selatan serta Waduk Saguling yang terletak di bagian hilir.

Untuk mengetahui kuantitas angkutan sedimen hasil erosi di Sub- DAS Citarik Hulu diperlukan penelitian angkutan sedimen secara langsung di lapangan. Mengingat bahwa Sub-DAS Citarik terdiri dari wilayah kawasan hutan dan wilayah di luar kawasan hutan, maka penelitian ini perlu dilaksanakan pada kedua kawasan tersebut. Hal ini dimaksudkan untuk mendapatkan gambaran pengaruh luas kawasan hutan terhadap besar angkutan sedimen.

Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian yang dilakukan di Sub-DAS Citarik Hulu ini adalah untuk: (i) mengetahui fluktuasi besarnya konsentrasi sedimen melayang dalam kaitannya dengan luas kawasan hutan, (ii) mengetahui besarnya volume angkutan sedimen melayang dalam kaitannya dengan luas kawasan hutan.

Penelitian ini berguna untuk memperoleh informasi tentang angkutan sedimen melayang di Sub-DAS Citarik, sebagai gambaran umum tentang besarnya erosi secara aktual dalam kaitannya dengan luas hutan yang sampai saat ini belum pernah dilaksanakan di Sub-DAS Citarik Hulu. Secara teknis data yang diperoleh akan bermanfaat dalam menunjang pekerjaan penanggulangan banjir Bandung Selatan, di samping itu juga bermanfaat sebagai data dalam usaha pelestarian Waduk Saguling.

Tinjauan Pustaka

Pengaruh vegetasi penutup terhadap aktivitas erosi sudah sangat luas diketahui. Proses pelapukan akan lebih aktif yang terjadi pada tanah terbuka apabila dibanding pada tanah yang tertutup vegetasi. Dengan adanya proses pelapukan dan erosi yang lebih aktif yang terjadi pada tanah terbuka, maka akan menambah angkutan sedimen yang terangkut di sungai (Meijerink, 1977).

Menurut Arsyad (1976) padang rumput yang tebal atau hutan yang lebat dapat meniadakan pengaruh hujan dan topografi terhadap erosi (Sarief, 1986). Penyelidikan di DAS Scrayu menunjukkan bahwa wilayah yang telah dihutankan kembali mempunyai total angkutan sedimen sedang ($1500 \text{ ton/km}^2/\text{tahun}$), sedangkan wilayah yang belum dihutankan mempunyai total angkutan sedimen sedang sampai tinggi ($1500-2500 \text{ ton/km}^2/\text{tahun}$). Di Lampung sebagai contoh, dari luas hutan 1.272.144 ha, 22,73 persen (289.280 ha) telah rusak oleh karena pertambahan penduduk. Keadaan ini mengakibatkan bertambahnya pelumpuran dan banjir selama tahun 1979 yang sebelumnya belum pernah terjadi. Suatu kejadian yang ironis bahwa dari luas hutan 289.280 ha tersebut yang 140.567 ha (48,59 persen) merupakan wilayah hutan yang dilindungi (Ongkosongo, 1982). Pengaruh hutan dan vegetasi dalam hubungannya dengan erosi juga dikemukakan oleh Bahbub (1978). Hutan lebat akan dapat menimbulkan erosi sebesar 0,020 ton/ha/tahun, sedangkan tanah gundul 514.000 ton/ha/ tahun. Dari uraian tersebut di atas, maka secara umum dapat diketahui bahwa wilayah hutan mempunyai total angkutan sedimen yang lebih kecil dibanding wilayah yang bukan hutan.

Tinjauan Daerah Penelitian

Sub-DAS Citarik hulu merupakan salah satu Sub-DAS dari DAS Citarum Hulu terletak di tiga kabupaten yaitu Kabupaten Bandung, Kabupaten Sumedang dan Kabupaten Garut, Jawa Barat. Berdasarkan penafsiran dari peta topografi skala 1:25.000, tahun publikasi 1970 dari Direktorat Geologi Bandung, luas Sub-DAS Citarik mulai dari Kampung Cicadas ke arah hulu seluruhnya adalah 2127 ha.

Sub-DAS Citarik hulu mempunyai iklim tropis yang dipengaruhi oleh angin muson. Musim hujan terjadi pada bulan Nopember hingga April dan musim kemarau dari mulai Mei hingga Oktober. Curah hujan rata-rata bulanan yang tercatat di pos hujan Cicalengka dengan periode pengamatan 1975-1979, berkisar antara 21,0 mm sampai 256 mm, jumlah dari hujan dalam satu tahun berkisar antara 104 hari hingga 180 hari. Bulan basah terjadi selama 7 hingga 10 bulan. Jumlah curah hujan dalam satu tahun berkisar antara 1.533 mm sampai 2.025 mm.

Besarnya curah hujan merupakan faktor iklim yang paling berpengaruh terhadap debit air dan debit sedimen. Semakin besar intensitas hujan dan semakin lama jatuh maka akan semakin besar pula debit air dan debit sedimen yang melalui alur sungai. Suhu rata-rata tahunan berkisar antara 22⁰C hingga 24⁰C dengan tingkat kelembaban udara berkisar antara 68 persen sampai dengan 83 persen.

Secara fisiografis daerah penelitian terletak pada Zone Bandung, dengan ketinggian antara 1050 m sampai 1667 m di atas permukaan laut. Sungai Citarik mempunyai dua anak sungai utama, yaitu Cimulu dan Cigumentang, yang keduanya bermata air di lereng sebelah barat Gunung Calangcang. Sungai Citarik bermuara pada Sungai Citarum di daerah Sapan.

Alur Sungai Citarik hulu melalui satuan morfologi bergelombang, berbukit sampai bergunung. Wilayah dengan kemiringan lereng antara 15-40 persen meliputi luas 96,75 persen, sedangkan wilayah yang kemiringan lerengnya lebih dari 40 persen meliputi luas 3,25 persen. Endapan Vulkanik Kwarter di daerah penelitian pada umumnya terdiri dari breksi vulkanik, tufa, endapan lahar dan aglomerat.

Bersumber pada peta tanah skala 1:100.000 yang dikeluarkan oleh Balai Rehabilitasi Lahan dan Konservasi Tanah Wilayah IV, yang disusun dari peta tanah tinjau Jawa Barat dari Pusat Penelitian Tanah Bogor, daerah penelitian mempunyai jenis tanah Asosiasi Andosol Coklat dan Regosol Coklat. Jenis tanah ini mempunyai kedalaman solum berkisar antara 60-100 cm, bertekstur liat (*clay*), lempung berliat (*clay loam*), sampai lempung berpasir (*sandy loam*), dan mempunyai struktur remah serta mempunyai kepekaan erosi rendah sampai sedang.

Vegetasi hutan di daerah penelitian terdiri dari jenis-jenis pinus, rasamala, saninten, salam, picung dengan jenis tumbuhan bawah rumput-rumput serta jenis tumbuhan perdu lainnya. Strukturnya membentuk komposisi tajuk yang baik, meliputi luas 1364 ha. Lahan kering di luar kawasan hutan seluas 763 ha dengan vegetasi yang mendominasi tanaman semusim berupa sayuran, tanaman palawija, tanaman tahunan berupa kopi, kelapa, buah-buahan dan lain-lain.

CARA PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan secara bertahap, yang dimulai dari tahap persiapan, kemudian dilanjutkan dengan tahap pengukuran lapangan, kemudian dilanjutkan tahap pengolahan data serta tahap analisis data dan diakhiri dengan tahap penulisan. Pada tahap persiapan telah dimulai dengan penafsiran berbagai macam peta serta telah dikaji berbagai buku laporan dan beberapa penelitian yang erat kaitannya dengan penelitian ini. Di samping itu juga dilaksanakan orientasi lapangan untuk menentukan lokasi dan cara serta peralatan yang akan digunakan. Berdasarkan kondisi fisik DAS serta kondisi fisik dan hidraulik alur sungai maka telah dipilih tiga lokasi pengukuran debit dan sedimen, lokasi yang dimaksud adalah: (1) Sub-DAS Cimulu-Cimulu, luas DAS 483 ha, luas hutan 461 ha (95,4 persen), (2) Sub-DAS Citarik-Kawe, luas DAS 1130 ha, luas hutan 1051 ha (93,0 persen), dan (3) Sub-DAS Citarik-Cicadas, luas DAS 2127 ha, luas hutan 1364 ha (64,1 persen). Di setiap lokasi pengukuran (lihat Peta 1) dipasang alat duga air untuk memantau perubahan tinggi muka air. Secara umum perubahan tinggi muka air dapat menggambarkan fluktuasi debit dan juga fluktuasi angkutan sedimen.

Pada tahap pengukuran dilaksanakan kerja lapangan yang dimulai bulan September 1987 dan diakhiri bulan Februari 1988. Pembacaan tinggi muka air pada alat duga air dilaksanakan sehari tiga kali pembacaan, yaitu jam 07.00, 12.00, dan jam 17.00. Pengukuran penampang memanjang dan melintang alur sungai untuk menentukan kapasitas tampung alur sungai. Di setiap lokasi, pekerjaan pengukuran penampang sungai dilaksanakan dengan menggunakan theodolit. Pengukuran penampang kontrol lokasi pengukuran, yaitu suatu penampang di hilir alat duga air yang menentukan perubahan debit pada tinggi muka air yang sama, juga dilaksanakan dengan menggunakan theodolit.

Secara berkala dilaksanakan pengukuran debit dan agar diperoleh lengkung aliran (discharge rating- curve) yang dapat menggambarkan kondisi muka air dan luah yang sebenarnya di lapangan, maka pengukuran debit dilaksanakan dengan alat ukur arus (current meter). Pengukuran ini dilaksanakan dari berbagai tinggi muka air, dari muka air terendah sampai tertinggi. Debit dapat dinyatakan sebagai persamaan berikut:

$$Q = A \times V(1) \quad (1)$$

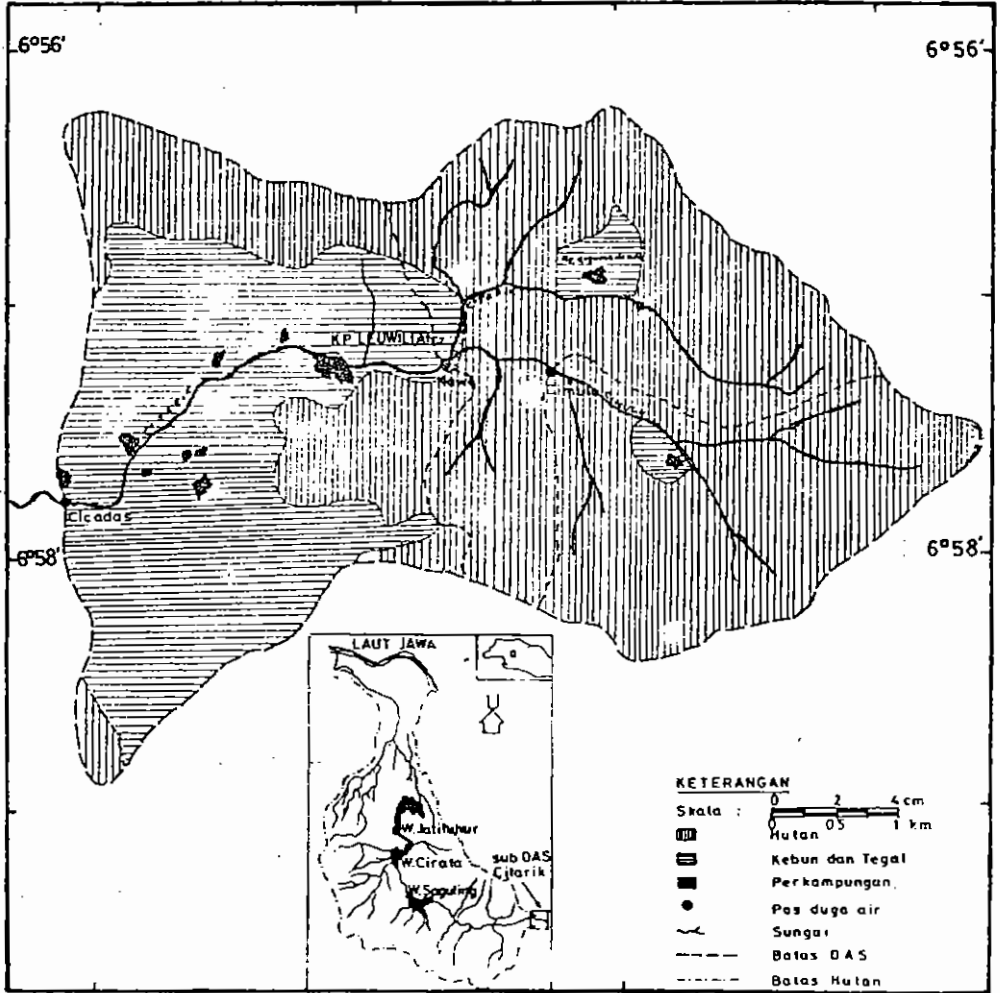
di mana :

$$Q = \text{debit (m}^3/\text{det)}$$

$$A = \text{luas penampang melintang sungai (m}^2\text{)}$$

$$V = \text{kecepatan aliran rata-rata (m}^3/\text{det)}.$$

Persamaan (1) terdiri dari dua komponen, yaitu luas penampang dan kecepatan aliran rata-rata. Dengan demikian pengukuran debit adalah merupakan pengukuran luas penampang basah sungai dan kecepatan aliran. Peralatan untuk mengukur luas penampang basah sungai terdiri alat untuk menentukan lebar dan kedalaman aliran, misalnya: tongkat penduga, pita meteran dan sebagainya. Untuk mengukur kecepatan digunakan alat ukur arus.



Peta 1. Tata Guna Tanah Sub-DAS Citarik Hulu

Alat ukur arus hanya mengukur kecepatan pada satu titik kedalaman saja, oleh karena itu untuk menentukan kecepatan rata-rata dalam suatu penampang melintang diperlukan cara pengukuran pada beberapa titik kedalaman dari berbagai jalur kedalaman yang telah ditentukan. Kecepatan rata-rata merupakan harga rata-rata dari kecepatan rata-rata setiap jalur kedalaman. Pada penelitian untuk menentukan kecepatan aliran rata-rata digunakan cara 0,6 kedalaman dan cara dua titik. Pada cara dua titik kecepatan aliran rata-rata dari setiap jalur vertikal diukur pada titik 0,2 dan 0,8 kedalaman. Debit dihitung dengan cara interval tengah (*mid-section method*).

Pengukuran angkutan sedimen dilaksanakan seperti juga pada pengukuran debit, yaitu dengan cara mengambil contoh dari seluruh mekanisme sedimen. Proses pengukuran angkutan sedimen dan pengambilan contoh sedimen yang teliti dan benar sangat sulit. Angkutan sedimen yang terbawa oleh aliran sungai berdasarkan sumber asalnya dapat dibedakan menjadi : (i) angkutan material dasar (*bed material*), (ii) angkutan kikisan (*wash load*). Sedangkan berdasarkan mekanismenya dapat dibedakan menjadi: (i) angkutan sedimen dasar (*bed load*), (ii) angkutan sedimen melayang (*suspended load*). Berdasarkan sumber asal sedimen maka angkutan sedimen melayang dapat berasal dari angkutan material dasar dan angkutan kikisan.

Secara umum dapat dikatakan bahwa permasalahan angkutan sedimen adalah sangat rumit karena sifat fisik dari partikel sedimen dan jumlah material angkutan sedimen sangat berbeda-beda dari tempat satu ke tempat yang lain dan dari waktu ke waktu. Demikian juga tentang turbulensi aliran merupakan variabel yang tidak dapat diukur sehingga hal itu akan menambah rumitnya permasalahan angkutan sedimen. Hubbel berpendapat bahwa "No simple apparatus or procedure whether theoretical or empirical has been universally accepted as completely adequate for determination of bed load discharge" (Linden, 1981). Walaupun demikian pada saat mengangkut sedimen kecepatan aliran pada umumnya lebih besar jika dibandingkan pada saat mengendapkan partikel sedimen, oleh karena itu ada suatu bentuk hubungan antara debit dan konsentrasi sedimen melayang, meskipun hubungan tersebut mempunyai angka korelasi yang rendah.

Berdasarkan uraian di atas maka pada penelitian ini pengukuran angkutan sedimen hanya terbatas pada angkutan sedimen melayang. Alat yang digunakan untuk mengambil contoh angkutan sedimen melayang di setiap lokasi penelitian adalah US.DH 48, yang dibuat dari bahan aluminium dan dirancang pula rongga untuk menempatkan botol sampel. Fungsi botol sampel untuk menangkap angkutan sedimen melayang dengan volume yang diperlukan berkisar antara 370 sampai 470 ml air bercampur angkutan sedimen melayang. Cara pengukuran angkutan sedimen melayang yang dilaksanakan adalah dengan "*depth integrating*". Alat ukur sedimen diangkat pada tongkat penduga, kemudian dimasukkan dalam palung sungai dengan gerakan ke bawah dan ditarik kembali ke atas pada kecepatan gerak yang sama. Kecepatan gerakan tergantung pada kecepatan aliran saat pengukuran. Pengukuran dilaksanakan dengan membagi-bagi penampang melintang sungai menjadi beberapa sub penampang, di mana setiap bagian sub-penampang

diperkirakan mempunyai debit air yang sama. Cara ini sering disebut dengan cara "Equal Discharge Increment" (EDI). Hasil pengukuran pada setiap lokasi pengukuran kemudian dianalisis di Laboratorium Sedimen Pusat Litbang Pengairan. Dengan asumsi bahwa konsentrasi sedimen merata pada seluruh penampang, maka debit sedimen dihitung sebagai hasil perkalian antara konsentrasi dan debit air yang dirumuskan sebagai:

$$Q_s = 0,0864 \times C \times Q \quad (2)$$

di mana :

C = konsentrasi sedimen (mg/l)

Q = debit air (m³/det)

Q_s = debit sedimen (ton/hari).

Pada tahap pengolahan data, dilaksanakan perhitungan debit dan sedimen dengan menggunakan program komputer yang telah tersedia di Pusat Litbang Pengairan. Analisis terhadap data yang diperoleh dilakukan dengan menggunakan peta dan diagram sebagai alat untuk penafsiran. Hasil pengolahan data digambarkan dalam bentuk diagram dan peta diplot menurut lokasi pengambilannya. Dengan demikian akan terlihat besarnya fluktuasi angkutan sedimen melayang dari waktu ke waktu dari setiap lokasi.

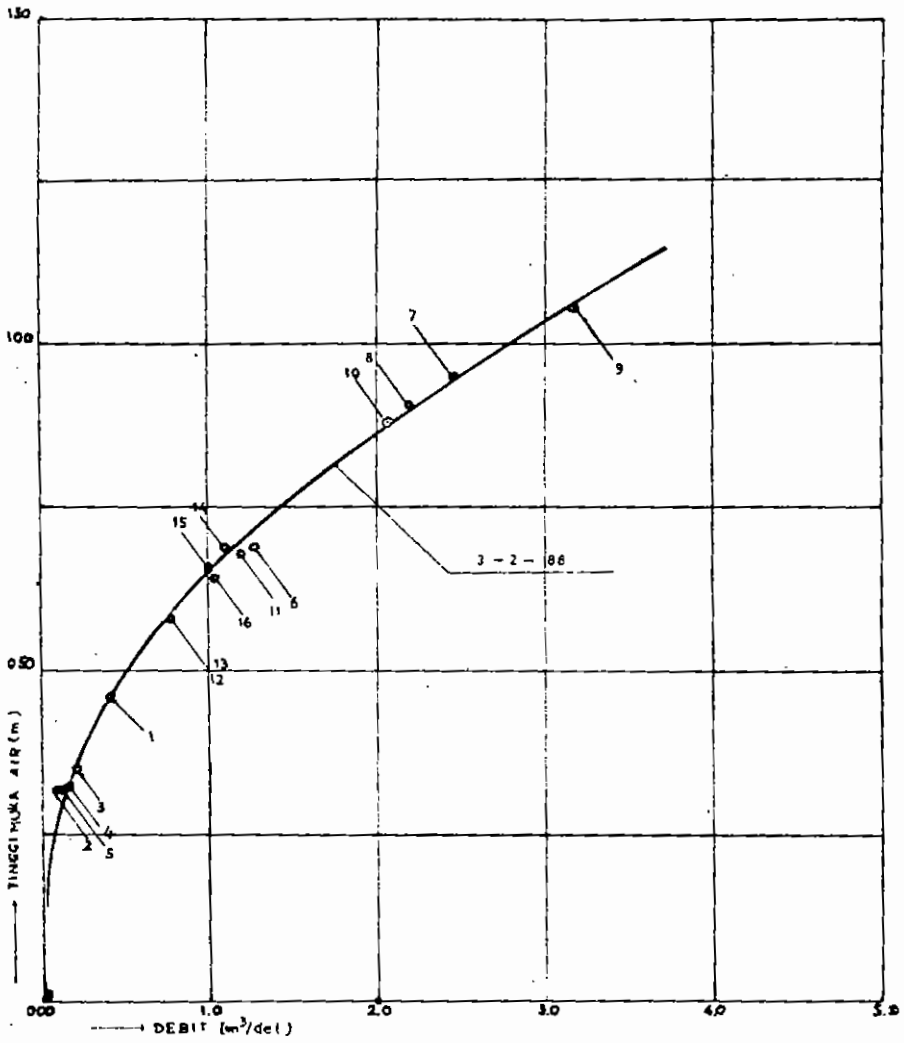
HASIL PENELITIAN

Debit Aliran Sungai

Berdasarkan data tinggi muka air dan debit hasil pengukuran sesaat dibuat lengkung aliran, bentuk dan arah dari pada kurva lengkung aliran ditentukan berdasarkan pertimbangan kondisi fisik dan hidraulis dari setiap lokasi penelitian. Gambar 1 menunjukkan lengkung aliran untuk lokasi Citarik-Kawe. Debit aliran harian rata-rata dihitung berdasarkan data tinggi muka air hasil pencatatan alat duga air dengan cara memperkirakan nilai debitnya pada lengkung aliran setelah diperhitungkan besarnya koreksi "penyimpangan" yang disebabkan adanya pengendapan dan atau penggerusan yang terjadi pada penampang kontrol. Debit maksimum yang terjadi selama periode penelitian ini, untuk Cimulu-Cimulu 1,27 m³/det., Citarik-Kawe 2,72 m³/det., dan Citarik-Cicadas 4,10 m³/det., sedangkan debit minimumnya untuk Cimulu-Cimulu 0,06 m³/det., Citarik-Kawe 0,11 m³/det., Citarik-Cicadas 0,15 m³/det.

Angkutan Sedimen Melayang

Untuk menentukan jumlah angkutan sedimen melayang yang terangkut aliran sungai dari setiap lokasi penelitian, maka contoh angkutan sedimen melayang diambil pada kondisi aliran rendah sampai banjir. Konsentrasi angkutan sedimen melayang terukur untuk Cimulu-Cimulu berkisar antara 0,24-1964444 mg/l, Citarik-Kawe 12,6-395 mg/l dan Citarik-Cicadas 12300 mg/l. Sedangkan debit angkutan sedimen melayang terukur untuk Cimulu-Cimulu berkisar antara 0,001-14,60 ton/hari, Citarik-Kawe berkisar antara 0,225- 83,27 ton/hari dan Citarik-Cicadas berkisar antara 0,794-8714 ton/hari.



Gambar 1. Lengkung Aliran Citarik Kawe

Hubungan antara debit aliran sungai dan debit angkutan sedimen melayang dinyatakan dengan persamaan logaritmis sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Cimulu-Cimulu :} \quad \log_{10} Q_s &= 2,52 + 14,50 \log_{10} Q & (3) \\ n &= 10, \quad r = 0,92 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Citarik-Kawe :} \quad \log_{10} Q_s &= 1,84 + 5,59 \log_{10} Q & (4) \\ n &= 15, \quad r = 0,90 \end{aligned}$$

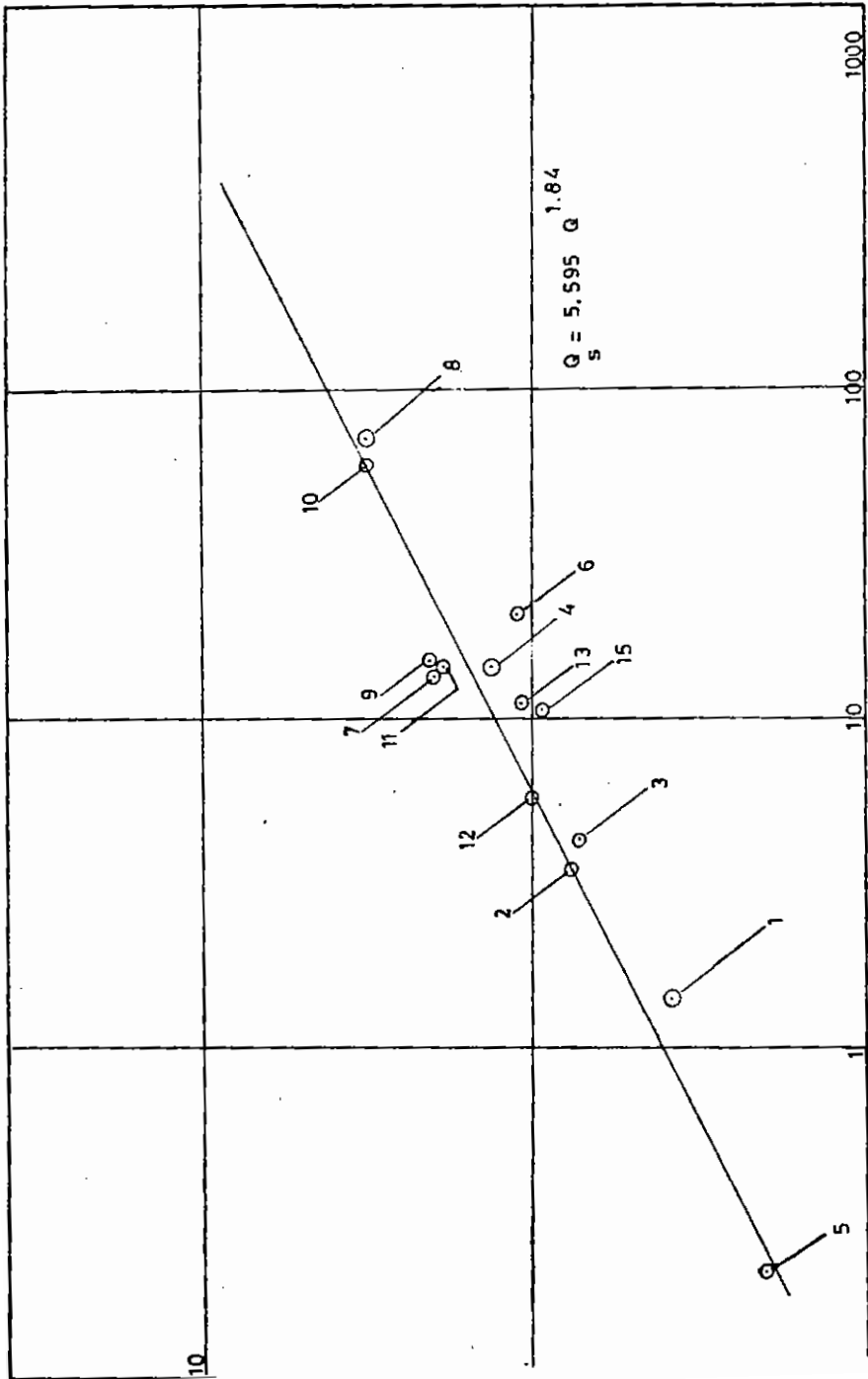
$$\begin{aligned} \text{Citarik-Cicadas :} \quad \log_{10} Q_s &= 2,65 + 11,42 \log_{10} Q & (5) \\ n &= 15, \quad r = 0,94 \end{aligned}$$

(Q_s = debit angkutan sedimen melayang (ton/hari), Q = debit (m^3 / det), n = banyaknya sampel, r = koefisien korelasi). Gambar 2 menunjukkan lengkung debit sedimen untuk Citarik-Kawe.

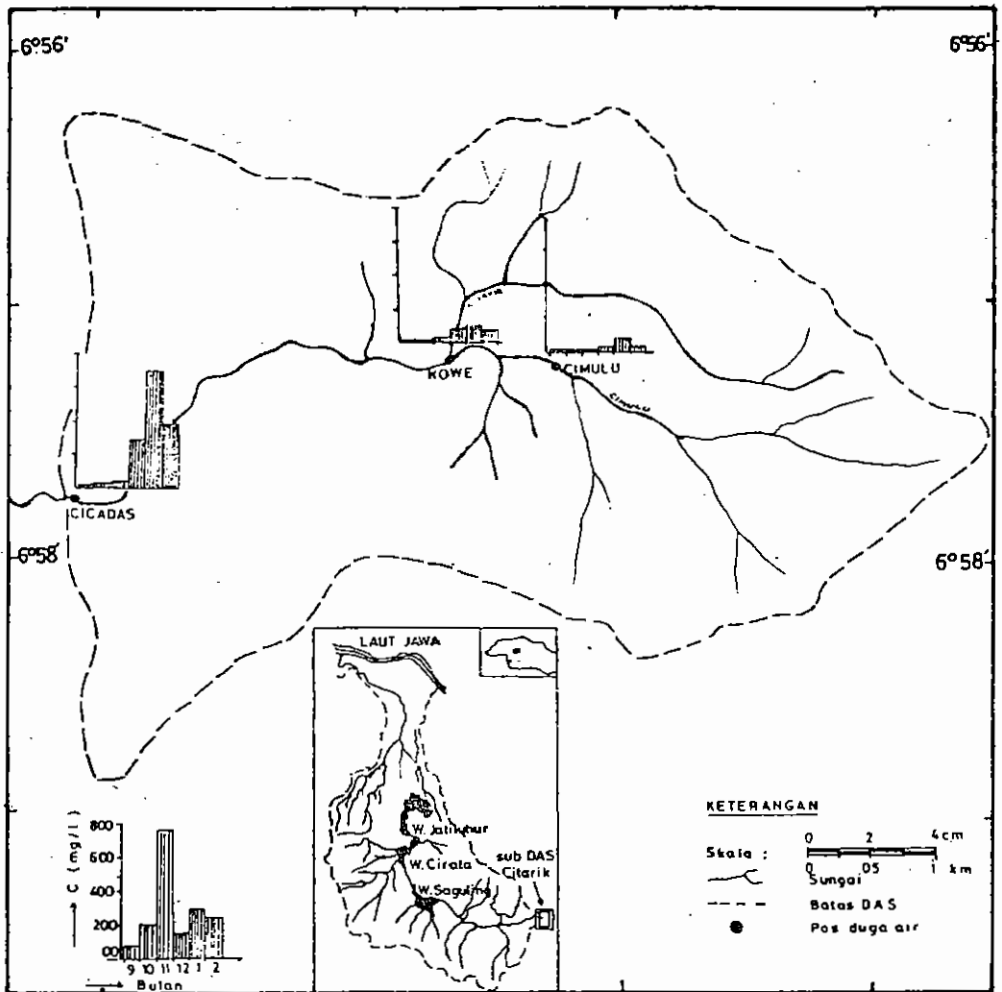
PEMBAHASAN

Dengan memperhatikan Peta 2, tampak bahwa ke arah hilir konsentrasi sedimen semakin besar. Hal ini dapat dimengerti karena ke arah hilir sedimen merupakan hasil kumulatif konsentrasi dari arah hulu. Besar kecilnya konsentrasi sedimen tergantung dari besarnya lapisan tanah yang tererosi; semakin tipis lapisan tanah yang tererosi semakin kecil pula konsentrasi sedimennya. Dari Peta 2 terlihat bahwa konsentrasi sedimen melayang untuk Sub-DAS Cimulu-Cimulu, paling kecil dibanding dengan Sub-DAS lainnya. Keadaan ini disebabkan oleh kondisi vegetasi hutan yang baik dalam menutup tanah. Keadaan ini tidak hanya memperlambat laju aliran permukaan, tetapi juga mencegah kecepatan konsentrasi aliran. Dengan demikian, memberi kesempatan pada air untuk masuk ke dalam tanah, sehingga jumlah air permukaan juga berkurang dan volume sedimen yang terangkut oleh aliran juga berkurang, oleh karena itu, konsentrasinya juga akan lebih kecil. Untuk Cimulu-Cimulu dengan luas hutan 95,4 persen mempunyai konsentrasi sedimen rata-rata bulanan berkisar antara 0,01-2,88 mg/l, untuk Citarik-Kawe dengan luas hutan 93,8 persen berkisar antara 4,04-286 mg/l, sedangkan untuk Citarik-Cicadas dengan luas hutan 64,1 persen berkisar antara 12,5-4014 mg/l.

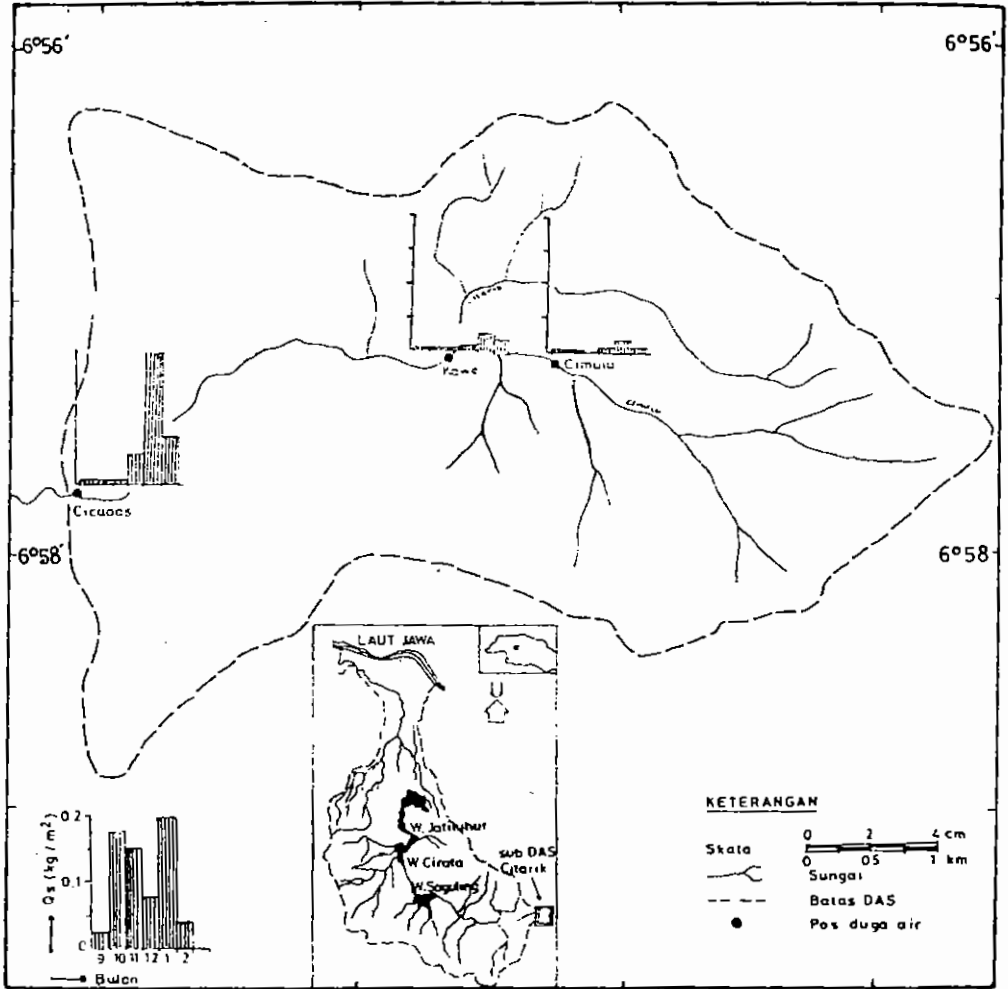
Seperti telah disebutkan, bahwa material angkutan sedimen melayang sebagian berasal dari material dasar dan sebagian lagi berupa angkutan sedimen kikisan yang materialnya berasal dari hasil erosi daerah hulu. Menurut Ilyas (1987) angkutan sedimen kikisan berkisar antara 80-90 persen dari seluruh volume angkutan sedimen melayang. Pada penelitian pendahuluan ini, volume angkutan melayang dianggap setara dengan volume lapisan tanah yang tererosi, walaupun sebetulnya untuk penelitian yang lebih mendalam perlu ditentukan nilai "*Sediment Delivery Ratio*" (SDR)-nya. Apabila diperhatikan Peta 3, untuk Citarik-Cicadas ditunjukkan perbedaan angkutan sedimen (kg/m^2) yang cukup besar antara musim kemarau (September-November) dengan musim penghujan (Desember-Februari). Pada musim kemarau perbedaan untuk ketiga lokasi pengukuran tidak begitu besar, tetapi pada musim penghujan cukup besar. Pada bulan Januari untuk Cimulu-Cimulu dengan luas hutan 95,4 persen mempunyai angkutan



Gambar 2. Lengkung Debit Sedimen Citarik Kawe



Peta 2. Konsentrasi Anghutan Sedimen Melayang Sub-DAS Citarik Hulu



Peta 3. Berat Angkutan Sedimen Melayang Sub-DAS Citarik Hulu

sedimen (186×10^{-4}) kg/m^2 , dan Citarik-Kawe dengan luas hutan 93,8 persen mempunyai angkutan sedimen (253×10^{-4}) kg/m^2 sedangkan Citarik-Cicadas dengan luas hutan 64,1 persen mempunyai angkutan sedimen sebesar 1880×10^{-4}) kg/m^2 atau sebesar (1627×10^{-4}) kg/m^2 yang materialnya berasal lahan kering seluas 35,9 persen.

Jumlah total angkutan sedimen melayang selama 6 bulan untuk Cimulu-Cimulu sebesar 0,012 kg/m^2 dan Citarik-Kawe sebesar 0,056 kg/m^2 , sedang untuk Citarik-Cicadas 0,664 kg/m^2 , atau sebesar 0,608 kg/m^2 , materialnya berasal dari hasil erosi lahan kering. Menurut Morgan (1980) batas maksimum laju erosi untuk skala makro seperti DAS adalah 0,200 $\text{kg/m}^2/\text{tahun}$. Apabila digunakan batasan tersebut untuk lahan kering Citarik-Cicadas maka keadaan ini sudah melampaui batas laju erosi yang diperkenankan.

Indikasi besarnya angkutan sedimen untuk lahan kering Citarik-Cicadas tersebut sejalan dengan hasil penelitian "Pemetaan Bahaya Erosi" (TBE) yang dilakukan oleh team peneliti dari Balai Rehabilitasi Lahan dan Konservasi Tanah (BRLKT) Wilayah IV, yang menyatakan bahwa pada lahan kering seperti Sub-DAS Citarik-Cicadas mempunyai TBE berat (125-330 ton/ha/tahun) sampai sangat berat (lebih dari 330 ton/ha/tahun).

Besarnya angkutan sedimen tersebut dapat dikurangi dengan cara menekan tingkat bahaya erosi misalnya saja dengan mempengaruhi faktor pengelolaan tanaman melalui usaha konservasi tanah. Usaha tersebut sangat penting untuk mempengaruhi kemungkinan besarnya sedimentasi Sungai Citarum hulu sebagai salah satu penyebab terjadinya banjir Bandung Selatan, juga sebagai upaya pelestarian Waduk Saguling yang menurut tim peneliti BRLKT (Departemen Kehutanan, 1987) menyatakan bahwa pengendalian laju erosi minimal harus pada tingkat perencanaan waduk yaitu laju erosi sebesar 29 ton/ha/tahun.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian pendahuluan ini dapat diperoleh kesimpulan bahwa:

1. Lahan kering dengan vegetasi tanaman semusim seperti sayuran dan palawija yang ditanam pada satuan morfologi bergelombang sampai bergunung dengan kemiringan lereng lebih dari 15 persen, curah hujan berkisar antara 1500-2100 mm/tahun, pada jenis tanah asosiasi Andosol dan Regosol Coklat serta cara pengelolaan tanah, belum memperhatikan usaha konservasi, sehingga lahan tersebut merupakan sumber erosi yang potensial sebagai material angkutan sedimen melayang di Sub-DAS Citarik Hulu.
2. Sub-DAS Citarik Hulu dengan kondisi seperti tersebut di atas dengan luas hutan sebesar 64,1 persen menunjukkan adanya indikasi: (i) konsentrasi sedimen melayang lebih besar, (ii) berat angkutan sedimen melayang persatuan luas lebih besar, apabila dibanding dengan kondisi dengan persentase luas hutan yang lebih besar, bahkan kondisi tersebut dapat menghasilkan berat angkutan sedimen sampai melampaui batas ambang yang ditentukan.

SARAN

Pada wilayah lahan kering seluas 35,9 persen dari luas Sub-DAS Citarik Hulu disarankan agar tanaman semusim seperti sayuran dan palawija, secara bertahap diganti kebun rakyat berteras. Oleh karena pada umumnya petaninya mempunyai pendapatan yang relatif rendah maka perlu diberi subsidi, di samping intensitas penyuluhan yang perlu terus lebih ditingkatkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Arsyad, S., 1976. *Pengawetan Tanah dan Air*. Departemen Ilmu Tanah. Bogor : IPB.
- BRLKT Wil. IV, 1986. *Kumpulan Peta-Peta DAS Citarum*. Bandung : BRKLT Wil. IV.
- BRKLT Wil. IV, 1987. *Kumpulan Peta-Peta DAS Citarik*. Buku I. Bandung : BRKLT Wil. IV.
- Departemen Kehutanan, 1987. *RTL-Rehabilitasi Lahan dan Konservasi Tanah Sub-Das Citarik*. Bandung : BRLKT Wil. IV. Departemen Kehutanan.
- Direktorat Geologi, 1970. *Peta Topografi Lembang Bandung*. Skala 1 : 25.000. Bandung : Direktorat Geologi.
- Ilyas,Arief,1987. Pemantauan Kondisi DAS Berdasarkan Indikator Erosi / Sedimen. *Jurnal Pusat Litbang Pengairan*. 2 (5).
- Kirkby, M.J. dan Morgan, R.P.C., 1980. *Soil Erosion*. Chichester: John Willey and Sons Ltd.
- Linden, P.van der, 1981. An Input - Output Analysis with Respect to Water and Its Load for a Tropical Watershed (Central Java, Indonesia). *The Indonesian Journal of Geography*. 11 (42): 19-38.
- Manbub, Badrudin, 1978. Penyelidikan Lingkungan Pengairan. *Majalah Dwiwulan PU*. XV (3).
- Meijerink, A.M.J., 1977. A Hydrological Reconnaissance Survey of the Serayu River Basin. Central Java. *ITC Journal*. (4): 646-674.
- Onghosongo, O.S.R., 1982. The Nature of Cost Line Change in Indonesia. *The Indonesian Journal of Geography*. 12 (43): 1-22.
- Sarief, E.S., 1986. *Konservasi Tanah dan Air*. Bandung: Pustaka Buana.