

PEMANTAUAN ALIRAN SEDIMEN MELAYANG SUB-SUB DAS DI CITARUM HULU DALAM KAITANNYA DENGAN UMUR OPERASIONAL WADUK SAGULING

Edi Tri Haryanto

Laboratorium Geomorfologi dan Geologi Foto, Jurusan Geologi, FMIPA, UNPAD

ABSTRACT

Monitoring suspended load transport flowing in to Saguling Reservoir has been conducted from August 2005 to January 2006 by means of measurements : water level, discharge, and suspensions of Upper Citarum River at Station Nanjung and its main tributaries at six other stations: Cikapundung, Cikeruh, Citarik, Cirasea, Cisangkuy, and Ciwidey River. Discharge and sediment suspension rating curve was made than compared with which measured and analyzed by the Institute of Ecology Padjadjaran University in 1982 and that also reported by Dewanti 1983. The results indicated that trend of sediment suspension transports was not significantly difference between that in 1982, although since 1992, total sediment depositions in the reservoir was slightly increase above deposition plan (4 million m³ per year). During the last seventy half years, the total deposition sediment was 67,832,078 m³, the life storage capacity was 167,689,000 m³. By using the assumptions of steady rate of deposition in the reservoir, the remaining operational age of Saguling reservoir was 25 years. The conclusions is that the life time of Saguling Reservoir for electric power generation still in plan. To halt worsening conditions of erosion rate in the Upper Citarum Watershed and sediment transport pattern in to the Saguling reservoir, integrated planning of watershed management system should be taken in to account..

Keywords suspensions, deposition, monitoring, life time.

ABSTRAK

Pemantauan transport *suspended load* yang mengalir ke Waduk Saguling telah dilaksanakan dari Agustus 2005 sampai Januari 2006 melalui pengukuran: permukaan air, *discharge*, dan suspensi dari Sungai Citarum Bagian pada Stasiun Nanjung dan anak sungai utamanya pada enam stasiun lain: Sungai Cikapundung, Cikeruh, Citarik, Cirasea, Cisangkuy, dan Ciwidey. *Discharge* dan Kurva Penilaian/Beban maksimum suspensi sedimen telah dibuat dibandingkan dengan hasil yang telah diukur dan dianalisa oleh Institut Ekologi UNPAD pada 1982 dan juga dilaporkan oleh Dewanti 1983. Hasil menunjukkan bahwa kecenderungan pengangkutan suspensi sedimen tidaklah berbeda nyata dengan 1982, walaupun 1992, total deposisi sedimen di dalam reservoir sedikit meningkat di atas perencanaan deposisi (4 juta m³ per tahun). Sepanjang tujuh puluh lima tahun terakhir, total sedimen adalah 67,832,078 m³, kapasitas penyimpanan adalah 167,689,000 m³. Dengan rata pengendapan dalam reservoir, umur operasional Waduk Saguling adalah 25 tahun. Kesimpulan adalah bahwa *life time* Waduk Saguling untuk generasi tenaga listrik masih di dalam rencana. Untuk menghentikan kondisi buruk rata-rata erosi sedimen Citarum, perlu perencanaan manajemen batas air yang terintegrasi dan bertanggungjawab

Kata kunci: Suspensi, deposisi, pemantauan, *life time*

PENDAHULUAN

Daerah Aliran Sungai (DAS) Citarum secara keseluruhan adalah merupakan DAS yang mempunyai luas lahan kritis nomer tiga (1.029.610 Ha) di Pulau Jawa, yaitu setelah Das Bengawan Solo (2.002.149 Ha) di Jawa Tengah dan DAS Barantas di Jawa timur (1.151.149 Ha). Sedangkan untuk DAS bagian Hulu, DAS Citarum Hulu juga menempati peringkat ketiga dengan luas lahan kritis 183.400 Ha, setelah DAS Brantas seluas 205.000 Ha. Dan DAS Benga-

wan Solo (121.014 Ha) (Saragih & Tampubolon, 1992).

Waduk Saguling berawal dari suatu titik/segmen sungai, yaitu Dam Saguling di Sungai Citarum sumber air utamanya adalah berasal dari DAS Citarum bagian Hulu melalui aliran masuk (*inlet*) di Stasiun Nanjung. Daerah Tangkapan Air (*Catchment area*) atau Daerah Aliran Sungai (DAS) Citarum Hulu mempunyai luas 181.027 Ha. Das Citarum Hulu mempunyai anak-anak sungai dengan Sub-Sub Das utama, yaitu : Ciwideuy, Cisangkuy, Cikapundung, Cikeruh,

Citarik, dan Citarum Paling Hulu/ Cirasea. Disamping aliran air bersumber dari aliran utama Sungai Citarum Hulu, Reservoir Saguling juga mendapatkan aliran air masuk dari Daerah Tangkapan Air (DTA) Saguling, yang meliputi sub-sub das kecil dimana aliran air sungainya langsung masuk ke Reservoir Saguling. Daerah ini mempunyai luas 41.515 Ha.

Berdasarkan data curah hujan, DTA Saguling dan Das Citarum Hulu dari PT. PLN Sektor Saguling 1995, dan perkiraan koefisien air larian (*runoff*) berdasarkan keadaan penggunaan lahannya, maka 21 % aliran air masuk Waduk Saguling adalah berasal dari DTA Saguling sedangkan 79 % lainnya adalah berasal dari Das Citarum Hulu. (Haryanto, 1998).

Keberlanjutan Fungsi & Operasional Reservoir Saguling sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) yang menghasilkan energi listrik cukup besar untuk memasok kebutuhan Listrik Nasional dalam suatu jaringan interkoneksi Jawa-Bali-Nusa Tenggara-Barat, sangat tergantung kepada keadaan Das Citarum Hulu. Salah satu indikator kerusakan Das Citarum Hulu yang terdiri atas beberapa Sub-Sub Das utama adalah sedimen suspensi yang terangkut dan akan mengendap ke dalam reservoir.

Berdasarkan data teknis Reservoir Saguling dari PT.PLN Sektor Saguling, maka volume *dead storage* adalah 167.689.000 m³ dengan sedimen rencana yang masuk 4.000.000 m³ per tahun atau dengan erosi das rata-rata adalah 2,1 mm/tahun (Newjec, 1978).

Perubahan bentuk penutupan lahan/penutupan vegetasi dari bentuk penutupan vegetasi yang bersifat melindungi permukaan tanah dari bahaya erosi menjadi bentuk penutupan lahan yang tidak atau kurang berfungsi dalam perlindungan terhadap erosi akan mempengaruhi besarnya sedimen suspensi terangkut disebabkan oleh air larian yang juga cenderung meningkat.

Terjadinya perubahan bentuk penutupan lahan di DAS Citarum Hulu,

yang menyebabkan meningkatnya air larian dan cenderung meningkatkan laju erosi, terlihat berdasarkan data perubahan penggunaan lahan dari Tahun 1983 sampai Tahun 2002 sebagai berikut : luas hutan mengalami penurunan 21 %, semak rumput menurun 5%, dan sawah 18%. Ketiga bentuk penggunaan/penutupan lahan tersebut bersifat menahan laju air larian dan tentunya juga terhadap erosi serta laju pengangkutan sedimen suspensi. Sedangkan bentuk penutupan lahan yang cenderung mempercepat laju peningkatan air larian & erosi luasnya semakin meningkat, yaitu: lahan terbuka meningkat 6% areal urban 6% serta sub-urban 2 % (Tabel 1).

Oleh karena itu hasil penelitian pemantauan aliran sedimen melayang di anak-anak sungai utama Citarum Hulu yang telah dilakukan antara Agustus 2005 sampai dengan Februari 2006 ini disajikan untuk memberikan gambaran mengenai keadaan keberlanjutan operasional PLTA Saguling, yang merupakan aset sangat berharga khususnya bagi masyarakat Jawa-Barat, lebih khusus lagi bagi masyarakat Kabupaten Bandung, Kota Bandung, Kota Cimahi yang berada di dalam wilayah DAS Citarum Hulu.

METODE PENELITIAN

Pengumpulan data dilakukan dengan melakukan pengukuran langsung di lapangan (pengumpulan data Primer) dengan menggunakan pendekatan pengukuran hidrologi, yaitu pengukuran tinggi muka air sungai, pengukuran debit sungai (Q,m³/detik) dan kandungan suspensi (Cs. mg/lit). Perbandingan koefisien arah dari korelasi antara debit dan suspensi dari anak-anak sungai utama yang ada dipakai sebagai indikator laju sedimen terangkut. Disamping data primer, untuk analisis kecenderungan terjadinya peningkatan laju sediment dilakukan pengumpulan data sekunder berupa hasil penelitian /pengukuran terdahulu sebagai pembanding.

Peralatan yang digunakan dalam penelitian yang hasilnya kemudian disajikan dalam tulisan ini adalah peralatan pengukuran hidrologi sebagai berikut : alat pengukuran debit sungai *Current metter type AOTT*, alat pengambilan sampel *Integrated Suspended Load Sampler type DH 48*, alat ukur tinggi muka air (TMA) manual, timbangan analitik, serta kertas filter. Peta digunakan untuk penyajian secara visual lokasi sungai dan sub-sub DAS-nya sehingga lebih jelas memberikan gambaran penyebaran spasial.

Lokasi penelitian adalah DAS Citarum Hulu yang meliputi tujuh stasiun pengukuran TMA, Debit (Q) dan Kandungan Suspensi (Cs). Tujuh stasiun tersebut tersebar sebagai berikut : pertama adalah Stasiun Nanjung yang merupakan inlet, titik/segmen Sungai Citarum dimana aliran air yang berasal dari beberapa anak sungai di Das Citarum Hulu mengalir masuk ke Reservoir Saguling. Kedua dan seterusnya berturut-turut adalah di enam anak sungai Citarum, yaitu outlet/muara tiap sungai dan alirannya langsung masuk ke Sungai Citarum sebagai sungai utama, yaitu Ciwideuy, Cisangkuy, Cikapundung, Cikeruh, Citarik, dan Cirasea (peta Gambar 1).

PEMBAHASAN

Sedimen Suspensi Citarum di Nanjung.

Hasil pengukuran : Tinggi Muka Air, Debit, dan kandungan suspensi di Stasiun Nanjung yang merupakan aliran masuk Waduk Saguling yang berasal dari DAS Citarum Hulu disajikan pada lampiran. Sedangkan *Discharge sediment rating curve* berupa hubungan antara debit aliran dengan kandungan suspensi, umumnya dalam bentuk persamaan berpangkat : $Cs = k Q^n$ (Sandiman, 1975), maka hasilnya adalah $Cs = 119,96 Q^{0,9158}$, dengan $R^2=0,8664$. Jumlah pengukuran suspensi (n) adalah 15. Minimum jumlah pengukuran dianggap memadai adalah 7, sedang-

kan pengukuran yang lebih banyak tidak selalu menunjukkan semakin tingginya koefisien korelasi antara debit dan kandungan suspensi (Asdak, 2002).

Harga k yang tinggi menunjukkan tingkat erosi saluran (erosi tebing sungai) yang tinggi. Dalam hal ini, di daerah penelitian sungai Citarum dari Nanjung ke arah hulu kurang lebih 25 km ke arah timur (daerah Sapan) gradien sungainya sangat landai, oleh karena itu sedimen yang terangkut dari hasil erosi di daerah hulu pada saat debit besar (musim penghujan) terendapkan disepanjang sungai. Dengan demikian nilai k cenderung besar walaupun pada saat debit aliran relatif kecil (setelah musim penghujan berlalu) karena terangkutnya atau tergerusnya sediment di sepanjang tebing sungai dengan gradien yang sangat kecil dan terangkut ke arah hilir menuju ke Waduk Saguling.

Sedangkan harga n yang merupakan koefisien arah dari garis hubungan debit dan suspensi mempunyai arti bahwa semakin tinggi nilainya, maka sudut arah garis akan semakin tajam yang berarti juga semakin tinggi tingkat erosi yang terjadi di dalam wilayah DAS. Semakin besar nilai n semakin tinggi tingkat erosi DAS yang terjadi (Flaxman, 1975 dalam Dewanti 1983), arah garis hubungan debit dan suspensi yang semakin tajam menunjukkan bahwa proses erosi yang dominan adalah erosi DAS.

Untuk mengetahui sejauh mana perubahan kondisi Das Citarum Hulu dengan indikator sedimen suspensi terangkut dalam aliran sungai dalam kaitannya dengan telah terjadinya perubahan penggunaan lahan yang cenderung mengakibatkan aliran permukaan dan erosi semakin tinggi, maka dilakukan perbandingan dengan hasil pengukuran/penelitian dan analisis yang telah dilakukan terdahulu.

Hasil dan analisis pengukuran debit dan kandungan suspensi terdahulu yang telah dilakukan oleh Lembaga Ekologi Universitas Padjadjaran tahun 1980-1981 dan juga hasil analisis dari

pengukuran debit dan suspensi yang dilakukan tahun 1982 serta juga dilakukan analisis dari data gabungan tahun 1980 s/d 1982 (Dewanti, 1983), menunjukkan bahwa hubungan antara Debit dan Suspensi di Stasiun Nanjung adalah : $Cs = 0,72Q^{1,55}$ dengan jumlah pengukuran (n) = 252 dan $r^2 = 0,76$ (Lembaga Ekologi-Unpad, 1982).

Dari kedua pengukuran yang berbeda rentang waktu tersebut kemudian digambarkan dalam suatu grafik. Dari grafik perbandingan antara Th 1982 dan Tahun 2005 (lihat grafik 1) terlihat bahwa terjadi peningkatan kandungan suspensi pada saat debit minimum, hal ini menunjukkan bahwa erosi tebing semakin dominan pada Tahun 2005 dibanding yang terjadi Tahun 1982. Namun demikian terlihat terjadinya arah garis yang cenderung menurun yang berarti terjadi laju penurunan erosi yang terjadi di dalam wilayah DAS Citarum Hulu. Hal ini menunjukkan seperti bertentangan dengan keadaan perubahan bentuk penggunaan lahan yang cenderung mengakibatkan terjadinya peningkatan erosi di DAS Citarum Hulu. Keadaan tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut : pertama, dengan terjadinya penurunan arah garis tidak dapat diartikan bahwa jumlah sedimen suspensi terangkut lebih kecil dari pada keadaan Tahun 1982. Hal ini disebabkan karena pada saat debit aliran di bawah 100 m³/detik kandungan suspensi Tahun 2002 lebih besar dari pada Tahun 1982. Berdasarkan pengukuran TMA serta perhitungan debit aliran rata-rata bulan Agustus sampai dengan Desember 2005 serta Januari 2006, maka debit rata-rata lebih kecil dari 100 m³/detik, yaitu berturut-turut 30, 24, 43, 67 dan 72 m³/detik (Januari 2006). Kedua, berdasarkan bentuk penggunaan lahan dimana lahan terbuka, tegalan yang merupakan sumber erosi meningkat sebesar 8,8 % dari tahun 1983 sampai Tahun 2002 mengindikasikan terjadinya peningkatan erosi, namun demikian karena segmen sungai di

bagian hulu stasiun pengukuran sebagian besar mempunyai gradien yang sangat landai, maka *Sedimen Delivery Ratio* (SDR) diperkirakan juga besar, sehingga sedimen terangkut dari bagian wilayah DAS Hulu terendapkan di sepanjang alur dan tebing Sungai Citarum Hulu di atas pengukuran. Oleh karena itu arah garis hubungan antara debit dan suspensi yang cenderung lebih menurun pada kasus ini bukan berarti erosi di wilayah das di bagian hulu menurun, akan tetapi lebih menunjukkan pola angkutan sedimen yang didominasi oleh erosi / gerusan tebing. Material yang tergerus adalah hasil erosi dari bagian hulu yang terendapkan karena gradien sungai yang sangat landai.

Sedimen Suspensi Anak-anak Sungai Citarum Bagian Hulu

Untuk mengetahui keadaan angkutan sedimen suspensi yang terjadi di masing-masing anak sungai utama yang ada di DAS Citarum Hulu, maka akan disajikan hasil pengukuran dan analisis pada masing-masing anak sungai. Perbandingan juga dilakukan berdasarkan penelitian yang telah dilakukan terdahulu sehingga keadaan saat penelitian pemantauan yang dilakukan tahun 2005 ini dapat diketahui. Hasil penelitian terdahulu yang dapat dikemukakan dijamin pada tabel 2. Dari persamaan-persamaan dari hasil penelitian tersebut jika digambarkan dalam grafik, maka antara pengukuran tahun 1980 – 1981 yang dilakukan oleh Lembaga Ekologi dan tahun 1982 yang dilakukan oleh Dewanti, 1983 dapat dikatakan sangat kecil perbedaannya. Oleh karena itu sebagai pembandingan terhadap hasil pengukuran sekarang tahun 2005, digunakan persamaan hasil gabungan data tahun 1980 s/d tahun 1982 kemudian diplot dan dibandingkan dengan hasil pengukuran Tahun 2005.

Hasil pengukuran TMA, Debit dan suspensi di anak-anak sungai S. Citarum Hulu, yaitu berturut-turut : Cikapundung, Cikeruh, Citarik, Cirasea, Cisangkuy, dan Ciwideuy disajikan pa-

da lampiran. Sedangkan hasil analisis hubungan debit dan suspensi disajikan pada grafik-grafik di bawah. Grafik 2 s/d grafik 7 menunjukkan perbandingan antara keadaan tahun 1982 dan 2005 pada Sub-sub Das di Das Citarum Hulu dengan indikasi angkutan sedimen suspensi.

Berdasarkan grafik perbandingan dari persamaan hubungan antara debit dan suspensi tersebut dapat dikemukakan bahwa harga n yang merupakan koefisien arah dari garis hubungan tersebut pada tahun 2005 pada umumnya tidak menunjukkan adanya peningkatan yang berarti tidak menunjukkan bahwa angkutan sedimen kearah Waduk Saguling dari Tahun 1982 sampai 2005 semakin besar. Bahkan dapat dikemukakan bahwa pola angkutan sediment suspensi di S. Cikeruh Citarik, Cirasea, dan Ciwideuy berdasarkan arah garis hubungan antara debit dan suspensi menunjukkan kecenderungan yang sedikit lebih baik. Dengan asumsi bahwa erosi yang terjadi di das bagian hulu meningkat berdasarkan bentuk perubahan lahan yang cenderung menyebabkan terjadinya erosi, maka hal tersebut menunjukkan bahwa sungai-sungai tersebut mempunyai karakteristik *sediment delivery ratio (SDR)* yang relatif besar disebabkan karakteristik morfologi sungainya. Di samping itu dapat dikemukakan bahwa untuk Sub-Das Citarik termasuk Cikeruh telah dilaksanakan implementasi UPLDP-Citarik (*Upland Platation and Land Development Project*) sejak tahun 2000.

Sementara S.Cikapundung koefisien arah garis hubungan antara debit dan suspensi sedikit lebih tinggi dibanding tahun 1982, sedangkan harga k yang lebih rendah di tahun 2005 menunjukkan tingkat erosi tebing yang lebih rendah dibanding tahun 1982. Hal ini menunjukkan SDR Cikapundung lebih besar dibanding sungai lainnya. Sedangkan Untuk Sungai Cisingkuy pola angkutan sedimen suspensi menunjukkan kesamaan dengan karakter angkutan sedimen suspensi

Sungai Citarum Hulu di Stasiun Nanjung tetapi dengan nilai k dan koefisien arah n yang sedikit lebih kecil.

Sedimentasi di Waduk Saguling

Data sedimentasi yang terjadi di dalam Waduk Saguling didapatkan berdasarkan monitoring yang dilakukan oleh PT. PLN Sekor Saguling sejak 1987. Pengukuran dilakukan dengan mengukur topografi dasar waduk/penampang melintang di beberapa segmen Waduk Saguling dengan cara *sounding* (pengukuran kedalaman). Volume sedimen kemudian didapatkan dengan perhitungan perbedaan kedalaman tiap tahun dan interpolasi horizontal berdasarkan segmen-segmen yang diukur.

Data pengendapan yang terjadi di Waduk Saguling sejak Tahun 1987 sampai dengan Tahun 2003 disajikan pada tabel 3. Sampai dengan Tahun 1991, selama lima tahun volume sedimentasi tahunan yang terjadi masih di bawah volume sedimen rencana yaitu di bawah 4 juta m^3 per tahun. Namun demikian dari tahun 1992-2003 (data yang diperoleh dalam penelitian ini) atau selama sepuluh tahun berikutnya, volume sedimen yang terjadi di Waduk Saguling melebihi volume sedimen rencana. Berdasarkan data tersebut analisis kecenderungan dibuat dengan menggunakan sebaran dari tahun ketahun dan terlihat cukup jelas bahwa dari tahun ke tahun terjadi kecenderungan peningkatan volume sedimen total yang masuk ke dalam Waduk Saguling.

Total sedimen yang masuk ke dalam Waduk Saguling mengendap ke seluruh dasar waduk dengan pola sebagian masuk ke dalam area yang termasuk dalam *dead storage* dan sebagian masuk ke dalam area *life storage* (tabel). Berdasarkan data sampai dengan 2003 volume total sediment yang masuk ke dalam area *dead storage* adalah 71%, sedangkan pada *life storage* 29%. Grafik 8, 9, dan 10 menunjukkan kecenderungan terjadinya sedimentasi total, di area *dead storage*, dan di dalam area *life*

storage meningkat cukup lambat. Hal ini memberikan gambaran kenyataan yang berbeda dengan kesan yang selama ini timbul dimasyarakat bahwa pasti telah terjadi peningkatan endapan sedimen di Saguling secara cepat sehingga dengan cepat mengurangi umur operasional PLTA yang direncanakan akibat perubahan bentuk penggunaan lahan yang cenderung menyebabkan terjadinya erosi yang makin intensif di DAS Citarum Hulu.

Umur Operasional

Kapasitas reservoir Waduk Saguling untuk dapat menampung air sehingga memenuhi keperluan operasional PLTA adalah ditentukan oleh volume *dead storage*. Apabila *dead storage* yang diperkirakan telah penuh dengan sedimen, maka berakhir masa operasional untuk membangkitkan listrik sesuai dengan kapasitas yang telah dilaksanakan selama operasional berlangsung. Menurut perencanaan yang dilakukan oleh New JEC, volume *dead storage* Waduk Saguling adalah 167.689.000 m³, sedangkan sedimentasi tahunan rencana adalah 4.000.000 m³, sehingga umur operasional Waduk Saguling adalah 41,922 tahun atau 40 tahun lebih.

Dengan perhitungan bahwa pertengahan Tahun 1985 Waduk Saguling mulai beroperasi, maka dalam kurun waktu 17,5 tahun (s/d 2003) volume sedimen total yang mengendap di Waduk Saguling adalah 67.832.078 m³. Dengan demikian apabila kecepatan sedimen terangkut dapat dipertahankan minimum seperti yang terjadi sampai dengan sekarang ini tanpa memperhitungkan apakah sedimen menendap pada areal *dead storage* atau di dalam areal *life storage*, maka sisa umur operasional Waduk Saguling adalah duapuluh lima tahun. Sehingga keadaan kecepatan sedimentasi Waduk Saguling seperti terindikasi berdasarkan pola angkutan sedimen suspensi yang tergambar dari perbandingan antara Tahun 1982 dan Tahun 2003, tidak terjadi perubahan atau peningkatan yang berarti dan umur

operasional aduk Saguling masih sesuai dengan umur rencana.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan perbandingan pola hubungan debit dan suspensi di stasiun utama yaitu *inlet* Waduk Saguling di Citarum Stasiun Nanjung dan beberapa stasiun di anak sungai antara Tahun 1982 dan hasil analisis data primer Thn 2005, secara umum tidak terlihat adanya perubahan yang berarti ke arah yang lebih jelek dalam kaitannya dengan umur operasional Waduk Saguling. Namun demikian tidak berarti tidak terjadi erosi yang meningkat di DAS Citarum bagian hulu. Hal tersebut ditunjukkan dengan adanya perubahan bentuk penggunaan lahan yang cenderung kearah terjadinya peningkatan erosi serta air larian.
2. Pola angkutan sedimen ke arah Waduk Saguling berdasarkan hasil analisis hubungan antara debit dan suspensi lebih didominasi oleh hasil erosi atau gerusan tebing sungai. Hal ini karena dipengaruhi oleh morfologi sungai yang sangat landai di bagian hulu Stasiun Nanjung sepanjang \pm 25 km ke arah timur (sampai Desa Sapan) dan juga muara anak anak sungainya yang juga sangat landai.
3. Umur operasional Waduk Saguling berdasarkan kecenderungan sedimentasi yang telah terjadi di dalam waduk sampai dengan tahun 2003, maka sisa umur masih sesuai dengan umur rencana. Operasional PLTA Saguling.

DAFTAR PUSTAKA

Anonim, 1982. *Environmental Impact Analysis of the Saguling Dam: Studies for Implementation of Impact and Monitoring. Report to PLN Jakarta, Indonesia.* Vol. II.

Anonim, 1978. *Citarum Electric Feasibility Study.* The New Japan Engineering Consultants, Inc., Osaka, Jepang.

Asdak,C., 2002. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai,* Gadjah Mada University Press, P.O Box 14, Bulaksumur, Yogyakarta.

Dewanti, R., 1983. *Faktor-factor Fisik Yang Mempengaruhi Muatan Sedi- men di DAS Citarum Bagian Hulu, Jawa Barat.* Skripsi Fakultas Geo- grafi, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

Dunne,T. and L.B. Leopold, 1978. *Water in Environmental Planning.* W.H. Freeman and Company, New York.

Haryanto, E.T., 1998. *Aliran Air Masuk Waduk Saguling.* Lembaga Ekolo- gi, UNPAD, Bandung.

Sandiman, P., 1975. *Akumulasi Sedi- men dan Penyebarannya di Calon Waduk Mrica dan Maung Daerah Pengaliran Serayu, Purwokerto.* P3SA Serayu.

Saragih,B.and Tampubolon, 1992. *Integrated, Field-level Partisipato- ry Policy to Promote Soil and Water Conservation Society,* Ankey, Iowa, USA.

Tabel 1.

Luas Perubahan Penggunaan Lahan di DAS Citarum Hulu Dari Tahun 1983 sampai Tahun 2002 di St. Citarum Nanjung, Tahun 1982 dan 2005.

No	Penggunaan Lahan	Tahun				Perubahan 1983 - 2002	
		1983		2002		Luas (ha)	Persen (%)
		Luas (ha)	Persen (%)	Luas (ha)	Persen (%)		
1	Awan	0,00	0,00	3.725,91	2,06	3.725,91	2,06
2	Danau	281,62	0,16	197,98	0,11	-83,63	-0,05
3	Lahan Terbuka	1.774,56	0,98	12.386,95	6,84	10.612,39	5,86
4	Tegalan	2.411,24	1,33	396,69	0,22	-2.014,55	-1,11
5	Semak Rumput	10.346,66	5,72	1.458,26	0,81	-8.888,40	-4,91
6	Sawah	56.048,85	30,96	23.767,31	13,13	-32.281,53	-17,83
7	Hutan	82.522,72	45,59	42.902,15	23,70	-39.620,57	-21,89
8	Belukar	18.625,35	10,29	69.663,06	38,48	51.037,72	28,19
9	Perkebunan	1.905,97	1,05	3.148,31	1,74	1.242,34	0,69
10	Urban	5.954,50	3,29	17.475,78	9,65	11.521,28	6,36
11	Sub Urban	564,49	0,31	3.292,39	1,82	2.727,90	1,51
12	Fasum	175,91	0,10	533,26	0,29	357,35	0,20
13	Industri	415,58	0,23	2.079,37	1,15	1.663,79	0,92
TOTAL		181.027,45	100,00	181.027,45	100,00		

Sumber : Hasil Intepretasi Citra Landsat BPLHD Propinsi Jabar.

Tabel 2. Persamaan Garis Hubungan antara Debit (Q) dengan Kandungan Suspensi (Cs) Sungai-sungai di DAS Citarum Hulu Hasil Penelitian Tahun 1983.

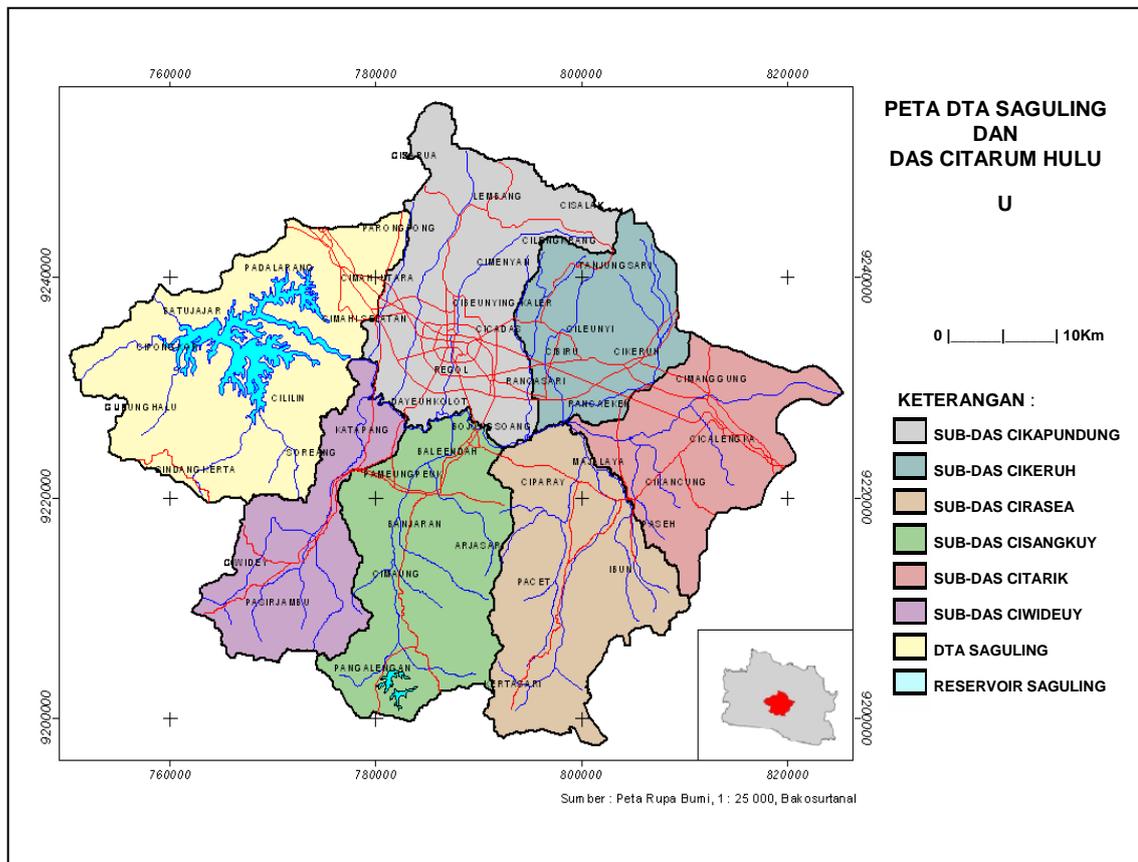
No	Nama Sungai	Persamaan $Cs = k Q^n$	Harga Korelasi (R)	Ket.
1	Cikapundung	$Cs = 234,1478 Q^{0.5950}$	0,7394	*
		$Cs = 264,9618 Q^{0.5441}$	0,9687	**
		$Cs = 254,1946 Q^{0.5550}$	0,8660	***
2	Cikeruh	$Cs = 461,9302 Q^{0.0613}$	0,1611	*
		$Cs = 488,8642 Q^{0.1440}$	0,7493	**
		$Cs = 474,9969 Q^{0.1073}$	0,3676	***
3	Citarik	$Cs = 490,5056 Q^{0.2454}$	0,6535	*
		$Cs = 503,3270 Q^{0.2575}$	0,9755	**
		$Cs = 494,8893 Q^{0.2514}$	0,8446	***
4	Citarum Majalaya	$Cs = 180,3735 Q^{0.5800}$	0,7685	*
		$Cs = 190,9543 Q^{0.5930}$	0,9727	**
		$Cs = 183,0606 Q^{0.5860}$	0,8657	***
5	Cisangkuy	$Cs = 56,605 Q^{0.8206}$	0,8776	*
		$Cs = 64,080 Q^{0.7887}$	0,9916	**
		$Cs = 60,381 Q^{0.8016}$	0,9268	***
6	Ciwidey	$Cs = 234,734 Q^{0.4840}$	0,6494	*
		$Cs = 280,296 Q^{0.4563}$	0,9339	**
		$Cs = 255,044 Q^{0.4680}$	0,7578	***

Keterangan : * Lembaga Ekologi, 1980 – 1981 dalam Dewanti, 1983
 ** Ratih Dewanti, 1982
 *** Gabungan Dewanti, 1983

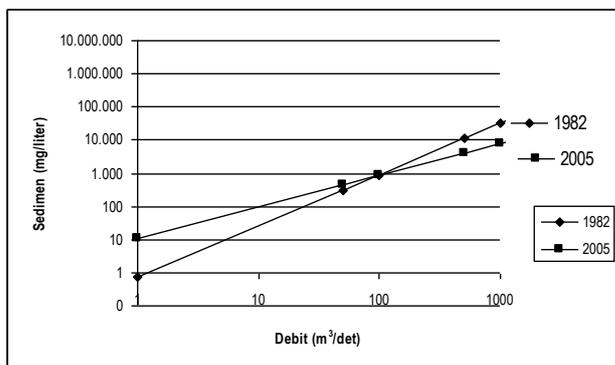
Tabel 3. Besarnya sedimentasi yang terjadi di Waduk Saguling.

No	Tahun	Volume Sedimen (m ³)	Erosi Cathment (mm)	Volume Sedimen Berdasarkan fungsi			
				Dead Storage		Life Storage	
				Volume (m ³)	%	Volume (m ³)	%
1	Planning of NEW JEC	4.000.000	2,10	167.689.000			
2	Feb 1985 s/d Des 1987	5.390.420	2,83	4.179.522	78	1.210.898	22
3	Des 1987 s/d Des 1988	1.583.463	0,83	641.919	41	941.544	59
4	Des 1988 s/d Des 1989	3.992.651	2,10	2.346.299	59	1.646.352	41
5	Des 1989 s/d Des 1990	3.269.853	1,72	2.432.498	74	837.355	26
6	Des 1990 s/d Des 1991	3.019.621	1,59	2.029.633	67	989.988	33
7	Des 1991 s/d Des 1992	4.234.036	2,22	1.577.192	37	2.656.844	63
8	Des 1992 s/d Des 1993	4.076.992	2,14	3.023.836	74	1.053.156	26
9	Des 1993 s/d Des 1994	4.205.095	2,21	6.286.381	149	-2.081.286	-49
10	Des 1994 s/d Des 1995	4.139.966	2,17	3.919.997	95	219.969	5
11	Des 1995 s/d Des 1996	4.226.388	2,22	2.513.414	59	1.712.974	41
12	Des 1996 s/d Des 1997	4.035.755	2,12	3.414.373	85	621.382	15
13	Des 1997 s/d Des 1998	4.521.803	2,37	2.763.241	61	1.758.562	39
14	Des 1998 s/d Des 1999	4.315.593	2,27	3.772.732	87	542.861	13
15	Des 1999 s/d Des 2000	4.131.027	2,17	1.892.056	46	2.238.971	54
16	Des 2000 s/d Des 2001	4.296.268	2,26	1.256.016	29	3.040.252	71
17	Des 2001 s/d Des 2002	4.197.152	2,20	1.905.720	45	2.291.432	55
18	Des 2002 s/d Des 2003	4.195.995	2,20	4.006.942	95	189.053	5
Jumlah		67.832.078		47.961.771	71	19.870.307	29

Sumber : PT PLN Sektor Saguling, 2004.

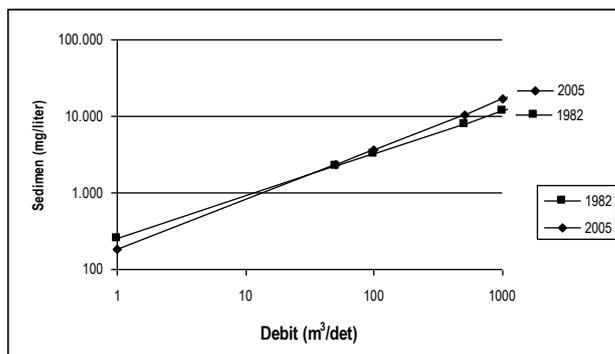


Gambar 1. Peta DTA Saguling dan DAS Citarum Hulu



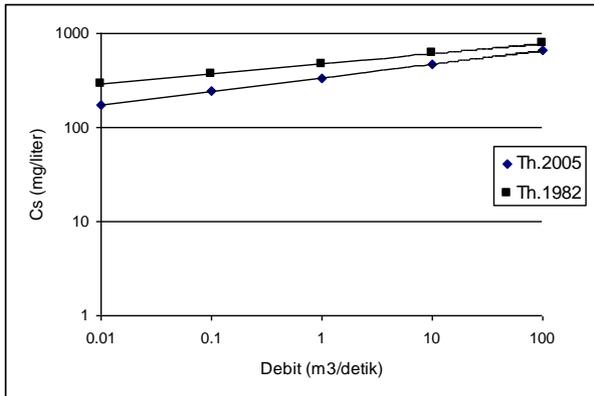
Grafik 1 :

Perbandingan Hubungan Debit dan Suspensi di St. Citarum Nanjung, Tahun 1982 dan 2005.



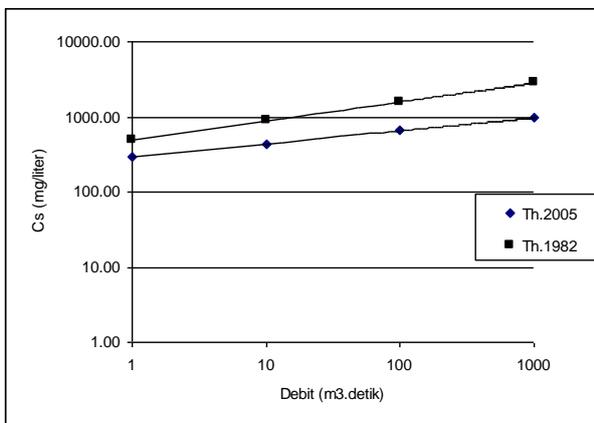
Grafik 2 :

Perbandingan Hubungan Debit dan Suspensi di Stasiun S. Cikapundung Tahun 1982 dan 2005.



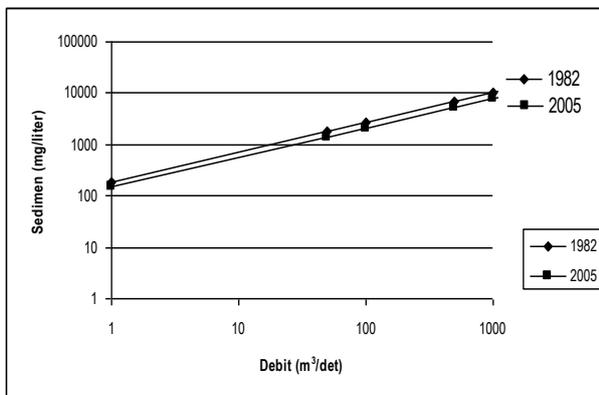
Grafik 3

Perbandingan Hubungan Debit dan Suspensi di Stasiun S. Cikeruh Tahun 1982 dan 2005.



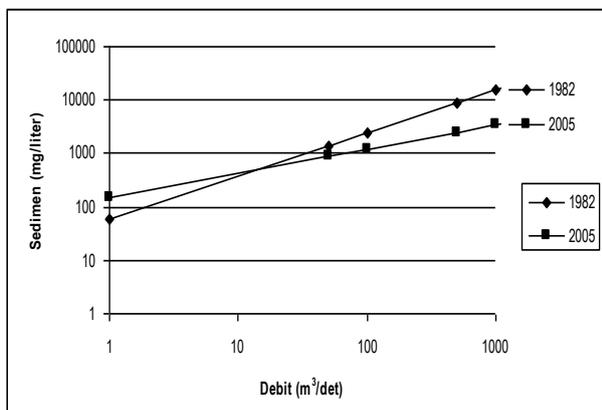
Grafik 4

Perbandingan Hubungan Debit dan Suspensi di Stasiun S. Citarik Tahun 1982 dan 2005.



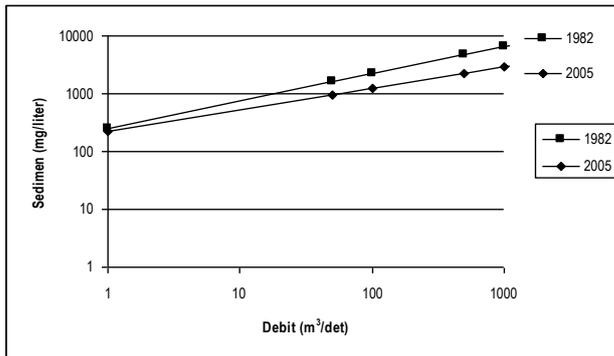
Grafik 5

Perbandingan Hubungan Debit dan Suspensi di Stasiun S. Cirasea Tahun 1982 dan 2005



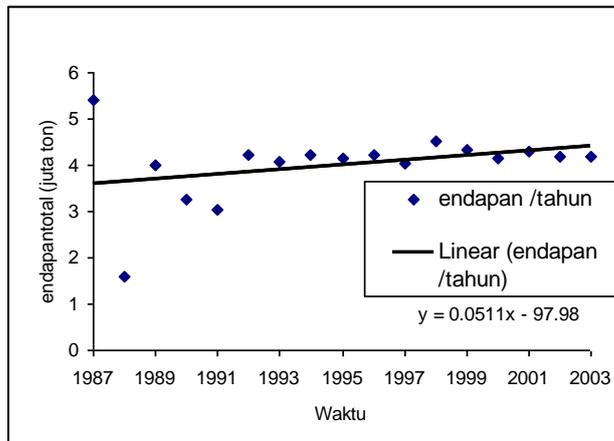
Grafik 6

Perbandingan Hubungan Debit dan Suspensi di Stasiun S. Cisangkuy Tahun 1982 dan 2005



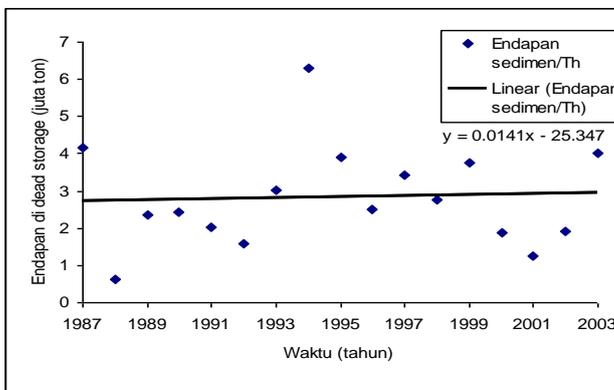
Grafik 7

Perbandingan Hubungan Debit dan Suspensi di Stasiun S. Ciwidey Tahun 1982 dan 2005.



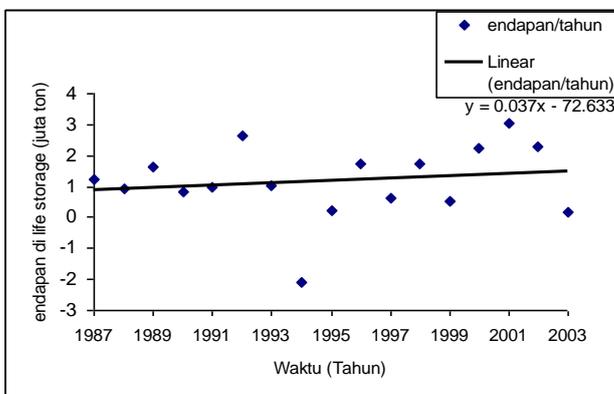
Grafik 8

Sedimen Total Tahunan di Waduk Saguling Dari Tahun 1987 s/d 2003.



Grafik 9

Sedimen yang masuk ke dalam area *Dead Storage* di Waduk Saguling Dari Tahun 1987 s/d 2003



Grafik 10

Sedimen yang Masuk ke Dalam Area *Life Storage* di Waduk Saguling Dari Tahun 1987 s/d 2003.