B-2

ISSN 1411-5719

JURNAL TANAH DAN AIR

(Soil and Water Journal)

Volume 7 No. 1, Juni 2006

J. Tanah & Air	Vol. 7	No. 1	Hlm. 1 - 100	Yogyakarta Juni 2006	ISSN 1411-5719

Jurusan Ilmu Tanah Fakultas Pertanian UPN "Veteran" Yogyakarta
Jl. SWK 104, Lingkar Utara Condongcatur Yogyakarta 55283
Telp. (0274) 486737 Fax. (0274) 486693
E-mail: jurnal-tanahair@lycos.com

Daftar Isi

1. Evaluasi Lahan Mendukung Revitalisasi Pertanian Studi Kasus pada Tanaman Kedelai di Daerah Lampung Selatan — 1 - 9
   Didin Djaenudin

2. Analisis Muatan Sedimen pada Awal Musim Penghujan di Sub-Das Dengkeng Bayat, Klaten — 10 - 19
   Sugiman Setyo Wardoyo, Dyah Arbiwati dan Triani Rahmayanti

3. Sistem Tanam Padi Beras Merah Varietas Lokal Mandel pada Dua Jenis Tanah — 20 - 26
   Sarjiman, Mulyadi dan Arlyna B. Pustika

4. Pemanfaatan Limbah Industri Gula untuk Meningkatkan Produksi Kedelai pada Tanah Mediteran Kulon Progo DIY — 27 - 34
   Eko Amiadji Julianto dan Dyan Yoseph Mardani

5. Perbaikan Sifat Kimia Tanah Podsolik Merah-Kuning di Lahan Kering Kalimantan Tengah — 35 - 45
   Masganti

6. Genesis Vertisol di Atas Napal Daerah Wonosari — 46 - 56
   Djoko Mulyanto dan Sari Virgawati

7. Perkembangan Profil Tanah di Lahan Pertanian Gumuk Pasir Pantai Samas Yogyakarta — 57 - 63
   Partoyo

8. Karakteristik Lengas dan Agihan Pori Regosol yang Diberi Pupuk Kandang dengan Inkubasi yang Berbeda — 64 - 72
   A.Z. Purwono Budi Santoso

9. Analisis Jumlah Cadangan Air Tanah Kota Soreang Jawa Barat — 73 - 79
   Lanjar Sudarto

10. Kualitas Air Sungai Winongo untuk Pertanian pada Musim Penghujan di Wilayah DIY — 80 - 91
    Dyah Arbiwati dan Lelanti Peniwiratri

11. Pengaruh Teknik Konservasi terhadap Perbaikan Kualitas Lahan Kritis — 92 - 100
    Abdullah Abas Idjudi, Subroto Ps., Setiari Marwanto

J. Tanah & Air	Vol. 7	No. 1	Hlm. 1 - 100	Yogyakarta Juni 2006	ISSN 1411-5719

Dewan Redaksi Jurnal Tanah dan Air
Jurusan Ilmu Tanah Fakultas Pertanian UPN "Veteran" Yogyakarta
Jl. SWK 104, Lingkar Utara Condongcatur Yogyakarta 55283
Telp. (0274) 486737 Fax. (0274) 486693
E-mail: jurnal-tanahair@lycos.com

ISSN 1411-5719

J U R N A L

TANAH DAN AIR

(Soil and Water Journal)

Volume 7 No. 1, Juni 2006

SUSUNAN PENGELOLA

Pelindung	:	Dekan Fakultas Pertanian UPN "Veteran" Yogyakarta
Penanggung Jawab	:	Ketua Jurusan Ilmu Tanah Fakultas Pertanian UPN "Veteran" Yogyakarta
Ketua Editor	:	Djoko Mulyanto
Dewan Editor	:	M. Nurcholis S. Setyo Wardoyo Subroto PS. Djoko Mulyanto Sri Sumarsih
Editor Pelaksana	:	Sari Virgawati Dyah Arbiwati Didi Saidi R. Agus Widodo
Distribusi	:	Eko Amiadji Julianto M. Kundarto Sri Karuniari Nuswardhani

Alamat:
Dewan Redaksi Jurnal Tanah dan Air
Jurusan Ilmu Tanah Fakultas Pertanian UPN "Veteran" Yogyakarta
Jl. Lingkar Utara Condongcatur Yogyakarta 55283
Telp. 0274-486737 Fax. 486693 e-mail: jurnal-tanahair@lycos.com

Mulai terbit tahun 2000.
Jurnal diterbitkan secara berkala setiap bulan Juni dan Desember
oleh Jurusan Ilmu Tanah Fakultas Pertanian UPN "Veteran" Yogyakarta.
Memuat makalah hasil penelitian atau konsep pemikiran mengenai Ilmu Tanah dan Keairan.

Pengiriman naskah
Makalah dibuat rangkap 3 beserta CD/disket berisi makalah, dikirimkan kepada Dewan Redaksi dan akan dinilai oleh 2 orang penelaah (*peer reviewer*) sesuai dengan bidang kajiannya. Daftar nama penelaah akan dicantumkan pada nomor terakhir setiap volume. Hasil telaah akan dikembalikan kepada penulis untuk bahan perbaikan bila makalah tersebut dianggap layak terbit atau melalui telaah ulang. Naskah yang dimuat dikenakan biaya cetak sebesar Rp. 50.000,- (lima puluh ribu rupiah). Penulis akan mendapatkan 1 (satu) eksemplar jurnal dan 5 (lima) set naskah cetak lepas (*reprint*).

Biaya berlangganan
Biaya berlangganan sebesar Rp. 40.000,- untuk satu tahun (dua edisi) ditambah biaya pengiriman sebesar Rp. 10.000,- untuk P. Jawa atau Rp. 20.000,- untuk luar P. Jawa per tahun.

Nomor rekening
BNI 46 Cabang UGM Yogyakarta nomor rekening 0038947141 atas nama Sari Virgawati (bukti pengiriman harap dilampirkan).

ANALISIS MUATAN SEDIMEN PADA AWAL MUSIM PENGHUJAN DI SUB-DAS DENGKENG BAYAT, KLATEN

Sugiman Setyo Wardoyo, Dyah Arbiwati dan Triani Rahmayanti

Jurusan Ilmu Tanah Fakultas Pertanian UPN "Veteran" Yogyakarta
Jl. Lingkar Utara Condong Catur Yogyakarta, Telp (0274) 486737
E-mail: setyowdr@yahoo.co.id

ABSTRACT

Sedimentation Load Analysis at Early Wet Season in Dengkeng River Sub Watershed Bayat, Klaten (Sugiman Setyo Wardoyo, Dyah Arbiwati, Triani Rahmayanti): Watershed management is very important handled for ecological insight. One of the parameter to know of the watershed condition is sedimentation load. The objective of this research were to find-out sedimentation load fluctuation at early wet season in Dengkeng river sub watershed, and to get hydrometry data, between of it is relationship: surface debit, water level height, suspension load debit, bed load debit and total sedimentation load. Sample getting method was used by depth integration method: the troll is pushed downward until river bed, and then pulled (upward) until surface by constant velocity. The measurement of river stream debit, suspension load sample taking, and bed load were handed during in one month. The laboratory analysis includes suspension load, bed load, sedimentation weight and grain size distribution. The result of the research showed that there are a positive relationship between river stream debit to suspension load debit, bed load debit and total sediment load debit. The height of water level would be increased to river stream debit, suspension load debit, bed load debit and total sediment load debit. Total sediment load of Dengkeng river average are 53.72 kg/sec.

Keywords: debit, suspension load debit and bed load debit

PENDAHULUAN

Faktor penyebab degradasi lahan pada DAS kritis antara lain keadaan geomorfologi yang rentan terhadap erosi, banjir, tanah longsor dan kekeringan; selain erosivitas hujan yang tinggi di Indonesia dan faktor aktivitas manusia (Wibowo, 2004). Sungai Dengkeng merupakan salah satu outlet DAS Kritis Bengawan Solo, yang mempengaruhi besarnya debit sungai Bengawan Solo pada waktu musim penghujan. DAS diartikan daerah yang secara alami dibatasi oleh topografi, dan semua air hujan yang jatuh akan mengalir melewati satu titik tertentu yaitu pembuangan atau *outlet* (Wardoyo, 1995).

Muatan sedimen sungai Dengkeng diperkirakan dapat menyebabkan terjadinya pendangkalan pada sungai Dengkeng di sekitar pertemuan antara sungai Dengkeng dengan sungai Bengawan Solo, sehingga aliran air sungai Dengkeng tidak dapat mengalir dengan lancar. Untuk mengatasi hal tersebut, maka perlu adanya penelitian mengenai fluktuasi sedimen setiap kejadian hujan yang terjadi di sungai Dengkeng sebagai pertimbangan dalam menentukan kebijaksanaan penggunaan tanah dan tindakan konservasi tanah di wilayah sub DAS Dengkeng, yang menyebabkan pendangkalan sungai sehingga daerah aliran sungai dapat digunakan secara produktif dan lestari.

Menurut Hadisusanto (2006), perencanaan pengelolaan DAS dari hulu sampai hilir diperlukan langkah identifikasi permasalahan yang meliputi penggunaan lahan, tingkat kekritisan lahan, hidrologi, sosial ekonomi dan kelembagaan. Dalam rangka pengembangan dan pengelolaan sungai Dengkeng di daerah Sukoharjo diperlukan adanya data hidrometri. Data hidrometri tersebut berupa data tinggi muka air, debit sungai dan sedimen sungai sehingga akan diperoleh suatu hubungan antara ketiganya berupa kurva hubungan debit aliran sungai dan muatan sedimen total (DPU, 2003 dan Pramono *et al.*, 2000). Dari kurva hubungan tersebut dapat diketahui kondisi sungai Dengkeng DAS Bengawan Solo.

Sedimen adalah tanah atau bagian-bagian tanah yang terangkut dari suatu tempat yang merupakan hasil proses erosi, baik berupa erosi permukaan, erosi parit, atau jenis erosi tanah lainnya (Asdak, 1995). Hasil sedimen berupa material dasar sungai dan muatan suspensi berasal dari empat sumber utama yaitu permukaan lahan *(land surface)*, tanah *(soil)*, zona aerasi *(aeration zone)* dan air tanah *(ground water)* (Gregory, 1973).

Menurut Kiswadi (1986) dan Pramono *et al.* (2000), berdasarkan mekanisme dan pengangkutannya maka sedimen dapat dibedakan menjadi: (a) Muatan Dasar *(bed load)*, yaitu muatan sedimen yang dalam hal ini mengalami gerakan material dengan jalan meloncat, menggelinding, atau menggeser pada dasar sungai, (b) Muatan Suspensi *(suspended load)*, yaitu muatan sedimen yang dalam gerakannya dipengaruhi oleh turbulensi air yang mengalir dari daerah hulu ke daerah hilir dan terangkut secara tersuspensi.

Berdasarkan asal dari material yang terangkut maka dibedakan menjadi: (a) Muatan Material Dasar *(bed load)* yang merupakan bagian dari debit sedimen sungai yang terdiri dari material yang dapat diukur dan diperhitungkan kuantitasnya. Besarnya muatan yang terangkut akan tergantung pada kapasitas aliran, (b) Muatan Suspensi *(wash load)* merupakan bagian muatan sedimen sungai yang ukurannya tidak dapat diperhitungkan di dalam muatan sedimen.

Sedimen yang sering dijumpai di dalam sungai, baik terlarut atau tidak terlarut, adalah partikel-partikel tanah, produk dari pelapukan batuan induk yang dipengaruhi oleh faktor lingkungan, terutama perubahan iklim. Air yang jatuh ke tanah sebagai hujan akan menyebabkan terlepasnya butir-butir tanah, banyaknya butir-butir tanah yang terlepas tergantung beberapa faktor yaitu curah hujan, vegetasi penutup permukaan tanah, kemiringan lereng, dan tekstur tanah (Sumarsana, 1993).

Tujuan penelitian ini: (1) mengetahui fluktuasi muatan sedimen total pada awal musim penghujan di sungai Dengkeng; (2) memperoleh suatu hubungan antara debit aliran sungai dengan tinggi muka air, debit muatan suspensi dan debit muatan dasar sehingga akan diperoleh suatu hubungan antara ketiganya berupa kurva hubungan debit aliran sungai dan debit muatan sedimen total (*Sediment Total Rating Curve*).

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan di Sub DAS Dengkeng Kecamatan Bayat, Kabupaten Klaten, yang dilalui oleh aliran sungai Dengkeng ke Bengawan Solo. Pengamatan tinggi muka air dilakukan di Dusun Balong, Paseban menggunakan alat pencatat tinggi muka air otomatis atau *Automatic Water Level Recorder (AWLR)*. Pengambilan sampel muatan sedimen dan pengukuran debit aliran sungai dilakukan pada awal musim hujan yaitu antara bulan Januari sampai bulan Februari 2005. Analisis dilakukan di Laboratorium Fisika Tanah Jurusan Ilmu Tanah UPN "Veteran" Yogyakarta.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah contoh sedimen dan

data curah hujan harian diambil dari lokasi pada setiap kejadian hujan selama 1 bulan (Januari s/d Februari 2005) diawal musim penghujan. Alat spesifik yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Suspended Sampler (USDH.58), Current Meter, AWLR.*

Metode pengambilan sampel pada penelitian ini adalah metode Integrasi Kedalaman *(Depth Integrating Method)* (Pramono *et al.*, 2000). Metode ini diambil bersamaan dengan pengukuran kecepatan aliran dengan menggunakan alat *Suspended Sampler* tipe *USDH.58*. Pengukuran debit aliran sungai dan sampel sedimen dilakukan dengan membagi kedalaman sungai menjadi beberapa bagian dan lebar permukaan yang berbeda *(Mid Section)*. Alat diturunkan sampai dasar sungai, kemudian dinaikkan sampai permukaan dengan kecepatan yang teratur, maka sampel sedimen akan masuk ke dalam botol yang tersedia pada alat.

Parameter yang diamati adalah curah hujan harian, tinggi muka air (TMA), kecepatan aliran (V), penampang melintang sungai (kedalaman, lebar sungai, luas perimeter basah), muatan suspensi, muatan dasar, berat jenis (BJ) sedimen, dan distribusi ukuran butir.

Rumus-rumus yang digunakan untuk menghitung Persamaan (1) s/d (9) menurut Pramono *et al.* (2000, 2001) dan Sukresno (2003) adalah sebagai berikut:

$$V = a.N + b \quad \text{.....} \quad (1)$$

Keterangan:
V = kecepatan aliran (m/detik)
N = jumlah putaran selama satu detik
a & b = koefisien alat

Sedangkan rumus yang digunakan untuk menghitung debit aliran adalah:

$$Q = A \times V \quad \text{.....} \quad (2)$$

Keterangan:
Q = debit aliran sungai
A = luas penampang sungai
V = kecepatan aliran sungai

Hubungan antara tinggi muka air dengan debit aliran *(Stage Discharge Rating Curve)*:

$$Q = C_1(H - H_0)^{C2} \quad \text{.....} \quad (3)$$

Keterangan:
Q = debit aliran (m^3/detik)
H = tinggi muka air (m)
H_0 = tinggi muka air pada debit nol (m)
C_1, C_2 = konstanta

Kadar muatan suspensi menurut Pramono (2000) dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Cs = \frac{g_2 - g_1}{V} \quad \text{.....} \quad (4)$$

Keterangan:
Cs = kadar muatan suspensi (mg/lt)
g_1 = berat filter kering kosong (mg)
g_2 = berat filter kering dan sediment (mg)
V = volume air contoh suspensi (lt)

Setelah diketahui kadar muatan suspensi dan debit aliran, maka debit suspensi dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$Qs = \frac{\overline{Cs}.Q}{1000} \quad \text{.....} \quad (5)$$

Keterangan:
Qs = debit muatan suspensi (kg/dt)
Cs = kadar muatan suspensi rata-rata (mg/lt)
Q = debit aliran (m^3/dt)

Hubungan antara debit aliran dengan debit muatan suspensi dapat digunakan untuk memperkirakan muatan suspensi pada saat tidak dilakukan pengukuran. Grafik hubungan antara debit aliran dengan debit muatan suspensi dapat dibuat apabila terdapat pasangan data debit aliran dengan data debit muatan suspensi pada berbagai ketinggian muka air. Hubungan tersebut dapat digambarkan dalam grafik yang mempunyai persamaan:

$$Qs = a \,.\, Q^n \quad \text{.....} \quad (6)$$

Keterangan:
Qs = muatan suspensi (kg/dt)
Q = debit aliran (m^3/dt)
a, n = konstanta

Untuk mengetahui debit *bed load* berdasarkan data distribusi ukuran butir *bed*

material dan BJ *bed material* dilakukan dengan perhitungan menggunakan pendekatan dengan rumus Meyer-Peter-Muller (MPM). Selain berdasarkan pada ukuran butir *bed material*, rumus ini juga mendasarkan pada parameter sungai.

Menurut Darmakusuma (1988) *cit* Sumarsana (1993), rumus MPM dapat dijelaskan sebagai berikut:

$$T = 8.b.d\,\tfrac{3}{2}\sqrt{g\,\Delta}\left(\frac{\mu\,hi}{\Delta\,d} - 0{,}047\right)^{\frac{3}{2}} \quad (7)$$

Keterangan:
T = debit muatan dasar (m^3/detik)
b = lebar sungai (m)
d = diameter butir rata-rata (m)
g = gravitasi (m/detik^2)

$$\Delta = \frac{\rho s - \rho w}{\rho w} \qquad \rho s = BJ\ material\ dasar$$

$$\rho w = BJ\ air$$

$$\mu = \left(\frac{C}{C'}\right)^{\frac{3}{2}} \qquad C = \frac{(V)}{\sqrt{hi}} \quad dan \quad C' = 18\log\frac{12\,h}{d_{90}}$$

d_{90} = *diameter butir yang* 90% *dari butir mempunyai kurang dari* d_{90}
h = tinggi muka air (m)
i = slope
V = kecepatan aliran rata-rata (m/det).

Hubungan antara debit aliran dengan debit muatan dasar dapat digunakan untuk memperkirakan muatan dasar pada saat tidak dilakukan pengukuran. Grafik hubungan antara debit aliran dengan debit muatan dasar dapat dibuat apabila terdapat pasangan data debit aliran dengan data debit muatan dasar pada berbagai ketinggian muka air. Hubungan tersebut dapat digambarkan dalam grafik yang mempunyai persamaan:

$$Qt = a\,.\,Q^n \quad \text{.....} \quad (8)$$

Keterangan:
Qt = debit muatan dasar (kg/dt)
Q = debit aliran (m^3/dt)
a, n = konstanta

Hubungan antara debit aliran dengan debit muatan sedimen total dapat digunakan untuk memperkirakan muatan sedimen total pada saat tidak dilakukan pengukuran. Grafik hubungan antara debit aliran dengan debit muatan sedimen total dapat dibuat apabila terdapat pasangan data debit aliran dengan data debit muatan sedimen total pada berbagai ketinggian muka air. Hubungan tersebut dapat digambarkan dalam grafik yang mempunyai persamaan:

$$Qst = a\,.\,Q^n \quad \text{.....} \quad (9)$$

Keterangan:
Qst = debit muatan sedimen total (kg/dt)
Q = debit aliran (m^3/dt)
a, n = konstanta

Dengan adanya persamaan tersebut maka dapat digunakan untuk menghitung besarnya muatan sedimen sungai Dengkeng pada keadaan debit aliran tertentu, pada periode waktu tertentu.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tinggi Muka Air dan Debit Aliran Sungai

Hasil pengukuran dan perhitungan dengan menggunakan Persamaan (1) dan (2) pada Tabel 1 menunjukkan bahwa tinggi muka air (H) mempengaruhi debit aliran sungai (Q). Curah hujan yang terjadi pada tanggal 30 Januari 2005 sebesar 25 mm menghasilkan tinggi muka air dan debit aliran sungai terbesar yaitu 1,12 meter dan 53,26081 m^3/detik. Sebaliknya curah hujan pada tanggal 19 Februari 2005 sebesar 3 mm hanya menghasilkan debit aliran 11,65981 m^3/detik. Semakin tinggi muka air memperbesar kecepatan aliran sungai, debit aliran sungai juga meningkat.

Hubungan tinggi muka air (H) dengan debit aliran sungai (Q) terkenal disebut *Stage Discharge Rating Curve,* setelah dihitung menggunakan Persamaan (3) membentuk hubungan eksponen $\mathbf{Q = 47{,}641.H^{0{,}4315}}$ dengan koefisien determinasi (R^2) = 0,9196*, artinya tinggi muka air sungai semakin naik, maka debit aliran sungai juga semakin meningkat mengikuti persamaan eksponen tersebut.

Debit Muatan Suspensi (Qs)

Debit muatan suspensi adalah jumlah muatan yang tersuspensi yang melalui penampang sungai tertentu, yang dinyatakan dalam satuan berat per satuan waktu. Hasil pengukuran dan perhitungan dengan menggunakan Persamaan (4) dan (5) pada Tabel 2 menunjukkan bahwa semakin meningkat debit aliran sungai (Q) juga meningkatkan debit muatan suspensi (Qs). Semakin besar volume aliran, jumlah sedimen yang tersuspensi dalam aliran sungai tersebut menjadi semakin besar. Hujan yang terjadi pada daerah aliran sungai akan menyebabkan daya angkut yang kuat untuk membawa muatan suspensi yang banyak sampai ke *outlet* (sungai) dan mengikis material tanah yang dilaluinya sehingga muatan suspensi juga semakin banyak, sehingga dengan meningkatnya debit aliran sungai akan meningkatkan debit muatan suspensi.

Keadaan suspensi sangat dipengaruhi oleh kondisi fisik daerah aliran sungai. Daerah aliran sungai yang mempunyai bentuk lahan terbuka pada umumnya akan memberikan sumbangan suspensi yang relatif lebih besar dari daerah aliran sungai yang terdiri atas lahan-lahan tertutup, misalnya hutan. Lahan-lahan terbuka tersebut mempunyai tingkat erosi yang lebih tinggi sebab curah hujan yang jatuh di daerah terbuka akan langsung mengenai permukaan tanah yang selanjutnya akan menguraikan butir-butir tanah menjadi partikel-partikel lepas yang akhirnya dibawa oleh aliran permukaan sebagai proses erosi. Partikel-partikel lepas dalam sungai diidentikkan sebagai muatan suspensi.

Hubungan debit aliran sungai (Q) dengan debit muatan suspensi (Qs) biasanya ditunjukkan dalam bentuk *Suspended Load Rating Curve*, yaitu grafik yang menggambarkan hubungan antara debit aliran dengan debit muatan suspensi.

Tabel 1. Curah hujan, tinggi muka air (H) dan debit aliran sungai (Q), pada setiap kejadian hujan dari 24 Januari s/d 23 Februari 2005 di Sub-DAS Dengkeng

Kejadian Hujan ke-	Tanggal Pengukuran	Curah Hujan (mm)	H (m)	Q (m^3/detik)
1	24 Januari 2005	13	0,74	27,55420
2	25 Januari 2005	8	0,62	20,34889
3	29 Januari 2005	10	0,65	20,50514
4	30 Januari 2005	25	1,12	53,26081
5	31 Januari 2005	15	0,84	31,15640
6	11 Februari 2005	4	0,52	16,88405
7	12 Februari 2005	7	0,56	19,41981
8	13 Februari 2005	4	0,46	11,60368
9	14 Februari 2005	18	0,82	32,99000
10	16 Februari 2005	5	0,47	13,14522
11	18 Februari 2005	6	0,53	19,33240
12	19 Februari 2005	3	0,44	11,65981
13	20 Februari 2005	7	0,51	16,90203
14	20 Februari 2005	7	0,46	11,73727
15	22 Februari 2005	10	0,64	26,23533
16	23 Februari 2005	4	0,49	12,49789
17	23 Februari 2005	21	1,05	43,18187

Tabel 2. Debit aliran sungai (Q), kadar muatan suspensi (Cs) dan debit muatan suspensi (Qs) pada setiap kejadian hujan dari 24 Januari s/d 23 Februari 2005 di Sub-DAS Dengkeng

No.	Tanggal Pengukuran	TMA (m)	Debit Aliran (Q, m^3/dtk)	Kadar Muatan Suspensi (Cs, gr/lt)		Debit Muatan Suspensi (Qs)	
				Total	Rata-rata	(kg/det)	(gr/det)
1.	24 Januari 2005	0,74	27,55420	31,8300	2,6525	73,0609	73.060,9
2.	25 Januari 2005	0,62	20,34889	29,3120	2,4427	49,7062	49.706,2
3.	29 Januari 2005	0,65	20,50514	31,3272	2,6106	62,9516	62.951,6
4.	30 Januari 2005	1,12	53,26081	29,3474	2,4456	130,2546	130.254,6
5.	31 Januari 2005	0,84	31,15640	28,9794	2,4149	75,2396	75.239,6
6.	11 Februari 2005	0,52	16,88405	30,6958	2,5580	43,1894	43.189,4
7.	12 Februari 2005	0,56	19,41981	28,3788	2,3649	45,9259	45.925,9
8.	13 Februari 2005	0,46	11,60368	29,2678	2,4390	28,3013	28.301,3
9.	14 Februari 2005	0,82	32,99000	28,2950	2,3579	77,7871	77.787,1
10.	16 Februari 2005	0,47	13,14522	28,9270	2,4106	31,3303	31.330,3
11.	18 Februari 2005	0,53	19,33240	28,3100	2,3592	48,3757	48.375,7
12.	19 Februari 2005	0,44	11,65981	28,0350	2,3363	27,2408	27.240,8
13.	20 Februari 2005	0,51	16,90203	28,0668	2,3834	40,7440	40.744,0
14.	20 Februari 2005	0,46	11,73727	28,4270	2,3689	27,7938	27.793,8
15.	22 Februari 2005	0,64	26,23533	28,7950	2,3995	50,4692	50.469,2
16.	23 Februari 2005	0,49	12,49789	27,5696	2,2975	28,7139	28.713,9
17.	23 Februari 2005	1,05	43,18187	28,0390	2,3366	100,8987	100.898,7

Untuk mengetahui persamaan hubungan tersebut diperlukan pasangan data debit muatan suspensi dan data debit aliran sungai dari berbagai ketinggian muka air. Bentuk persamaan hubungan antara debit aliran (Q) dengan debit muatan suspensi (Qs) setelah dihitung menggunakan Persamaan (6) adalah $\mathbf{Qs = 2{,}4406.Q^{0{,}9972}}$ dengan koefisien determinasi (R^2) = 0,9642*, artinya debit aliran sungai semakin naik, maka debit muatan suspensi juga semakin meningkat mengikuti persamaan eksponen tersebut.

Debit Muatan Dasar (T)

Muatan dasar adalah jenis partikel yang lebih besar dibandingkan muatan suspensi, yang tidak larut dalam aliran air. Oleh karenanya mengendap di dasar sungai, dan kemudian bergerak merayap apabila tenaga pendorong dari luar (tenaga kinetis) berupa kecepatan aliran yang bekerja pada partikel tanah berukuran besar tersebut lebih besar dari tenaga resisten yang bekerja pada partikel tersebut. Berdasarkan Tabel 3, hasil pengukuran dan perhitungan dengan menggunakan Persamaan (7), menunjukkan bahwa semakin meningkat debit aliran sungai (Q) juga meningkatkan debit muatan dasar (T). Nilai T tertinggi juga pada pengamatan tanggal 30 Januari 2005 yaitu 9,946 kg/detik dan terendah pada pengamatan 19 Februari 2005 yaitu 1,9716 kg/detik, berarti berbanding lurus dengan besarnya Q pada Tabel 1.

Hampir pada sebagian besar sungai secara kasar dapat diperkirakan bahwa besarnya muatan suspensi adalah antara 80 - 90% dari muatan sedimen (Chow, 1988). Dengan demikian besarnya muatan dasar untuk sebagian besar sungai adalah antara 10 - 20% dari muatan sedimen. Muatan dasar sungai Dengkeng di stasiun pengamatan Paseban diperoleh rata-rata sebesar 8,31%. Jika dihubungkan dengan luas hutan di Sub DAS Dengkeng yang hanya 1,92 % secara logika rata-rata muatan sedimen akan tinggi, tetapi menurut kriteria Chow (1988) masih dalam ring antara 10 - 20%.

Tabel 3. Hasil perhitungan debit muatan dasar

No	Tanggal Pengukuran	h (m)	b (m)	i	V (m/det)	BJ (gr/cc)	d_{50}	d_{90}	Δ	C	C'	μ	T (m/det)	T (kg/det)
1	24 Januari 2005	0,74	24,60	0,0007	1,44070	2,52	0,000010647	0,000077491	1,52	63,299	91,065	0,579	0,00212	5,31500
2	25 Januari 2005	0,62	24,55	0,0007	1,26696	2,38	0,000017956	0,000097986	1,38	60,910	87,850	0,577	0,00191	4,74214
3	29 Januari 2005	0,65	24,50	0,0007	1,16860	2,36	0,000018228	0,000068960	1,36	54,787	90,963	0,467	0,00199	5,06900
4	30 Januari 2005	1,12	24,90	0,0007	1,92280	2,93	0,000007442	0,000087533	1,93	68,670	93,352	0,631	0,00339	9,94600
5	31 Januari 2005	0,84	24,65	0,0007	1,39011	2,50	0,000016754	0,000121265	1,50	57,440	88,555	0,522	0,00337	7,78286
6	11 Februari 2005	0,52	24,40	0,0007	1,23449	2,41	0,000012772	0,000045562	1,41	64,700	92,458	0,585	0,00135	3,18600
7	12 Februari 2005	0,56	24,40	0,0007	1,32233	2,44	0,000022496	0,000097586	1,44	66,780	87,084	0,672	0,00172	4,21000
8	13 Februari 2005	0,46	24,30	0,0007	0,92041	2,32	0,000026084	0,000129443	1,32	51,305	83,337	0,483	0,00091	2,32117
9	14 Februari 2005	0,82	24,75	0,0007	1,39775	2,54	0,000018826	0,000102177	1,54	58,240	89,710	0,523	0,00275	6,48321
10	16 Februari 2005	0,47	24,25	0,0007	1,41684	2,47	0,000018313	0,000099332	1,47	78,278	85,575	0,875	0,00092	2,39360
11	18 Februari 2005	0,53	24,60	0,0007	1,56386	2,35	0,000017802	0,000110124	1,35	81,197	85,708	0,922	0,00168	3,99860
12	19 Februari 2005	0,44	24,25	0,0007	1,07029	2,59	0,000003979	0,000094872	1,59	60,985	85,420	0,603	0,00084	1,97160
13	20 Februari 2005	0,51	24,50	0,0007	1,03783	2,45	0,000006123	0,000092666	1,45	54,910	86,760	0,503	0,00128	3,09985
14	20 Februari 2005	0,46	24,27	0,0007	1,02084	2,53	0,000011925	0,000124762	1,53	56,900	83,625	0,561	0,00097	2,38517
15	22 Februari 2005	0,64	24,60	0,0007	1,64882	2,31	0,000029687	0,000113825	1,31	77,880	86,920	0,848	0,00197	4,96600
16	23 Februari 2005	0,49	24,40	0,0007	1,01683	2,29	0,000034820	0,000136567	1,29	54,900	83,410	0,534	0,00110	2,53789
17	23 Februari 2005	1,05	24,90	0,0007	1,61445	2,36	0,000033467	0,000131266	1,36	59,550	89,680	0,541	0,00346	8,16953

Keterangan:

h = Tinggi muka air (meter)
b = Lebar sungai (meter)
i = Kemiringan aliran
V = Kecepatan aliran rata-rata (m/det)
d_{50} = Diameter butir rata-rata (meter)
d_{90} = Diameter butir pada berat komulatif 90% (meter)

Persamaan hubungan antara debit aliran sungai (Q) dengan debit muatan dasar (T) setelah dihitung menggunakan Persamaan (8) adalah $\mathbf{Qt = 0{,}2067.Q^{1{,}0018}}$ dengan koefisien determinasi (R^2) = 0,9743*, artinya tinggi muka air sungai semakin naik, maka debit muatan dasar juga semakin meningkat mengikuti persamaan eksponen tersebut. Debit aliran sungai merupakan perkalian antara kecepatan aliran dan luas penampang melintang. Sehingga, apabila debit aliran sungai meningkat karena kecepatan aliran dan luas penampang melintang meningkat akan meningkatkan debit muatan dasar.

Debit Muatan Sedimen Total (Qst)

Berdasarkan Tabel 4, perhitungan muatan sedimen total (Qst) merupakan penjumlahan dari muatan suspensi (Qs) dan muatan dasar (T), berarti sedimen total berbanding lurus dengan debit aliran sungai. Hubungan antara debit aliran (Q) dengan debit muatan sedimen total (Qst) setelah dihitung menggunakan Persamaan (9) dapat digambarkan dalam grafik yang mempunyai persamaan $\mathbf{Qst = 2{,}6473.Q^{0{,}9976}}$ dengan koefisien determinasi (R^2) = 0,9653*, demikian juga hubungan curah hujan (CH) dengan Qst mempunyai hubungan eksponen dengan persamaan $\mathbf{Qst = 12{,}497(CH)^{0{,}8976}}$, koefisien determinasi (R^2) = 0,8613*.

Tindakan konservasi tanah dan air pada sub DAS Dengkeng dapat dikatakan belum berhasil karena air hujan yang jatuh ke permukaan tanah langsung menjadi aliran permukaan dan tidak mengalami proses infiltrasi dan perkolasi. Air hujan langsung menjadi aliran permukaan yang langsung mengalir masuk ke dalam badan sungai dan meningkatkan debit aliran sungai.

Tabel 4. Debit muatan suspensi (Qs), debit muatan dasar (T) dan sedimenTotal (Qst) pada setiap kejadian hujan dari 24 Januari s/d 23 Februari2005 di Sub-DAS Dengkeng

No.	Tanggal Pengukuran	TMA (m)	Debit Aliran (Q, m^3/dtk)	Muatan Suspensi (Qs, kg/det)	Muatan Dasar (T, kg/det)	Sedimen Total (Qst, kg/det)
1	2	3	4	5	6	7 (= 5+6)
1.	24 Januari 2005	0,74	27,55420	73,0609	6,2248	79,2857
2.	25 Januari 2005	0,62	20,34889	49,7062	4.2349	53,9411
3.	29 Januari 2005	0,65	20,50514	62,9516	5,2313	68,1828
4.	30 Januari 2005	1,12	53,26081	130,2546	11.0976	141,3522
5.	31 Januari 2005	0,84	31,15640	75,2396	6,4104	81,6500
6.	11 Februari 2005	0,52	16,88405	43,1894	3,6797	46,8691
7.	12 Februari 2005	0,56	19,41981	45,9259	3.9129	49,8388
8.	13 Februari 2005	0,46	11,60368	28,3013	2,4113	30,7126
9.	14 Februari 2005	0,82	32,99000	77,7871	6,6274	84,4145
10.	16 Februari 2005	0,47	13,14522	31,3303	2,6035	33,9338
11.	18 Februari 2005	0,53	19,33240	48,3757	4,1216	52,4973
12.	19 Februari 2005	0,44	11,65981	27,2408	2,3209	29,5617
13.	20 Februari 2005	0,51	16,90203	40,7440	3,7932	44,5372
14.	20 Februari 2005	0,46	11,73727	27,7938	2,3680	30,1618
15.	22 Februari 2005	0,64	26,23533	50,4692	4,6987	55,1678
16.	23 Februari 2005	0,49	12,49789	28,7139	2,4464	31,1603
17.	23 Februari 2005	1,05	43,18187	100,8987	8,5965	109,4952

Tabel 1 dan 4 menunjukkan bahwa curah hujan meningkat maka muatan sedimen total meningkat. Hal ini disebabkan oleh tata guna lahan pada sub DAS Dengkeng sebagian besar dimanfaatkan untuk kegiatan pertanian yang menyebabkan lahan-lahan tertutup vegetasi hutan berkurang jumlahnya. Luas hutan pada sub DAS Dengkeng hanya 1,92%. Luas hutan minimum yang memenuhi syarat untuk pengelolaan air di suatu daerah aliran sungai di pulau Jawa adalah 30%. Jadi, menurut ketentuan ini luas hutan yang ada di daerah penelitian tidak memenuhi syarat. Penduduk telah mengolah seluruh permukaan tanah untuk kegiatan pertanian terutama sawah (51,67%) sehingga aliran permukaan meningkat. Pada sawah irigasi, butir-butir tanah telah mengalami pelumpuran sehingga pada saat terjadi hujan, tanah akan mudah mengalami aliran permukaan sehingga jumlah muatan suspensi dan muatan dasar akan mudah terangkut dan kemudian akan dibawa masuk ke dalam sungai.

Lahan-lahan terbuka (pekarangan, tegalan) tersebut mempunyai tingkat aliran permukaan yang lebih tinggi sebab curah hujan yang jatuh di daerah terbuka akan langsung mengenai permukaan tanah yang selanjutnya akan mendispersi tanah menjadi partikel-partikel lepas yang pada akhirnya dibawa oleh aliran permukaan sebagai proses erosi. Selain itu, pada sub DAS Dengkeng mempunyai jenis tanah yang peka terhadap terjadinya erosi, sehingga jumlah sedimen hasil proses erosi akan meningkat. Dengan peningkatan pembongkaran tanah, maka akan terjadi peningkatan terhadap erosi dan peningkatan terhadap konsentrasi sedimen di sungai.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa :

1. Debit aliran sungai dan debit muatan sedimen total sungai Dengkeng di Stasiun Pengamatan Paseban mengalami fluktuasi selama 17 kejadian hujan, yaitu terbesar terjadi pada curah hujan harian 25 mm, dan terkecil terjadi pada curah hujan harian 3 mm.
2. Jumlah muatan sedimen total Sungai Dengkeng selama 17 kejadian hujan diperoleh 913,2669 kg/detik, dengan rata-rata 53,7216 kg/detik.
3. Debit aliran sungai mempengaruhi debit muatan suspensi, debit muatan dasar dan debit muatan sedimen total sungai Dengkeng. Debit aliran sungai Dengkeng dipengaruhi oleh curah hujan dan tinggi muka air.
4. Terjadi hubungan positif antara curah hujan, tinggi muka air, debit aliran sungai, debit muatan suspensi, debit muatan dasar dan debit muatan sedimen total.

DAFTAR PUSTAKA

Asdak, C. 1995. Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.

Chow, V.T., D.R. Maidment and L.W. Mays. 1988. Applied Hydrology. McGraw-Hill Book Company. New York.

DPU. 2003. Pengukuran Hidrometri DAS Kali Grindulu. Proyek Bengawan Solo. Direktorat Jenderal Pengairan. Departemen Pekerjaan Umum.

Gregory, K.J. and D.E. Walling. 1973. Drainage Basin, Form and Process. Arnold. London.

Hadisusanto, N. 2006. Pengelolaan Terpadu DAS Hulu untuk Mengurangi Resiko Bencana Banjir Bandang, Tanah Longsor dan Kekeringan. Workshop Nasional Pengendalian Degradasi Lahan dalam Rangka Mitigasi Banjir Bandang, Tanah Longsor dan Kekeringan. Yogyakarta, 24 Agustus 2006.

Kiswadi, 1986. Kajian Hubungan antara Muatan Suspensi dengan Karakteristik Hujan dan Aliran Sungai: Kasus di

Hulu Waduk Wadas Lintang Kabupaten Wonosobo Jawa Tengah [Skripsi S-1]. Yogyakarta. UGM.

Pramono, I.B., U.H. Murtiono, A.B. Supangat dan Mastur. 2000. Analisis Data Hujan dan Aliran Sungai. Info DAS No. 9: 1-39.

Pramono, I.B., A.B. Supangat dan U.H. Murtiono. 2001. Perhitungan Debit dengan Metode Slope Area. Info DAS No. 10: 28-40.

Sukresno, A.B. Supangat dan Gunarti. 2003. Pendayagunaan Stasiun Pengamat Arus Sungai (SPAS) untuk Pemantauan dan Evakuasi Tata Air. Info DAS No. 16: 1-26.

Sumarsana, J. 1993. Studi Muatan Sedimen Sungai Glugu di Atas Rencana Waduk Bandungharjo Kabupaten Grobogan Jawa Tengah [Skripsi S-1]. Yogyakarta. UGM.

Wardoyo, S.S. 1995. Pengelolaan Air di Wilayah DAS (Watershed) dalam Mendukung Sistem Pertanian Berkelanjutan. BIT No. 24: 43-53.

Wibowo, S. 2004. Masalah Degradasi Lahan dan Upaya Rehabilitasi Hutan dan Air. Kongres MKTI V dan Seminar Nasional Degradasi Hutan dan Lahan. Yogyakarta, 10-11 Desember 2004.