

MODEL REDUKSI EROSI DAN SEDIMENTASI DAERAH ALIRAN SUNGAI (DAS) BRANTAS HULU SEBAGAI USAHA KONSERVASI LAHAN DAN SUMBERDAYA AIR

Bambang Suprpto¹⁾ Eko Noerhayati²⁾
Jurusan Teknik Sipil Universitas Islam Malang
Email: bambang.suprpto@unisma.ac.id

ABSTRAK

Kerusakan DAS di Indonesia semakin bertambah seiring dengan pembukaan hutan, baik sebagai lahan pertanian maupun pemanfaatan hasil kayu. Erosi dan sedimentasi merupakan serangkaian proses sedimentasi yang berhubungan dengan pelapukan, pelepasan, pengangkutan dan pengendapan butir-butir tanah atau kulit bumi. Usaha konservasi DAS telah memberikan dorongan untuk mengembangkan model pendugaan erosi, sedimen dan limpasan yang aplikatif dan sesuai kondisi di lapangan. Penelitian dilakukan di Sub-DAS Lesti, DAS Brantas Hulu, Kabupaten Malang, Provinsi Jawa Timur. Tujuan utama dari penelitian adalah mengembangkan model hidrologi, mengkaji teknik pengendalian erosi, sedimen dan limpasan. Sedimen diambil secara periodik terutama pada musim hujan dan dianalisis di laboratorium. Hal yang pertama dilakukan adalah menghitung besarnya erosi dan kandungan sedimen dalam aliran DAS Lesti dan mengadakan kalibrasi terhadap nilai-nilai yang sesuai dengan kondisi DAS. Berdasarkan hasil perhitungan di lapangan korelasi antara konsentrasi sedimen melayang (C) dan pengukuran debit DAS Lesti adalah $C = 0,0112 Q_w^{0,98}$

Kata kunci: **Sedimen, konservasi**

PENDAHULUAN

Era reformasi tahun 1998 sangat berdampak serius terhadap lingkungan dan pengelolaan DAS di Indonesia. Perubahan sistem pengelolaan sumber daya alam (SDA) dari pusat menjadi otonomi daerah membawa dampak pada perubahan perilaku aktifitas masyarakat. Kepemilikan lahan yang bersifat *common properties* mulai dijadikan alasan individu untuk mengeksploitasi lahan secara bebas tanpa memperhatikan dampak kerusakan lingkungan, kerusakan DAS, berkurangnya sumber mata air, tererosinya lapisan tanah yang subur, timbulnya longsor, pendangkalan sungai dan pada akhirnya membawa dampak munculnya lahan kritis di sekitar kawasan tersebut. Kekritisan lahan ini sebagian besar terjadi di wilayah yang memiliki lereng curam dengan kemiringan berkisar 40-60% hingga >60% yang berada di daerah pegunungan.

Sebagai salah satu contoh nyata kondisi di atas adalah DAS Lesti yang merupakan bagian dari DAS Brantas yang

bermukanya pada Waduk Sengguruh. Berdasarkan data dari Jasa Tirta Malang diketahui bahwa adanya kecenderungan perubahan tata guna lahan dan pemanfaatan sumber daya alam yang tidak mempertimbangkan aspek-aspek konservasi tanah dan air sekitar DAS Lesti bagian hulu yang berdampak pada menurunnya fungsi DAS tersebut secara khususnya untuk menahan laju erosi dan material sedimen di sungai Lesti. Adanya kecenderungan perubahan perilaku masyarakat sekitar DAS Lesti bagian Hulu dalam mengelola lahan yang mengarah pada kondisi lahan terbuka dan nilai laju erosi yang bertambah setiap tahunnya.

Berdasarkan uraian tersebut diatas, diperlukan suatu perencanaan, pengelolaan dan teknik konservasi DAS berdasarkan pada teknik simulasi dengan menggunakan pendekatan pemodelan yaitu model reduksi erosi dan sedimentasi. Pemodelan erosi dan sedimentasi ini berupa pemodelan spasial yang dapat

memberikan keputusan yang akurat terhadap permasalahan yang sulit bahkan tidak mungkin dipecahkan secara numerik karena ketidakaturan sistem yang dihadapi dan keterbatasan prosedur analitik. Dalam penelitian ini, teknik simulasi dan pemodelan spasial akan dipakai untuk mengendalikan degradasi lingkungan. Model ini diharapkan akan memberikan rekomendasi tentang model reduksi erosi dan sedimentasi di DAS yang aplikatif dan sesuai dengan kondisi di lapangan.

Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Untuk menduga besarnya erosi, sedimen dan limpasan pada sub DAS Lesti berbasis model hidrologi
2. Menentukan penggunaan lahan yang tepat untuk digunakan pada sub DAS Lesti di DAS Brantas Hulu dalam rangka reduksi erosi untuk konservasi sumber daya air.

Dengan diperolehnya informasi tersebut, diharapkan hasil penelitian ini dapat memberikan rekomendasi pengelolaan DAS yang sesuai berdasarkan pada kondisi lingkungan setempat dalam rangka konservasi sumber daya air.

METODOLOGI

Rancangan Penelitian

Penelitian ini mengikuti metode survei terdiri dari 3 tahap yaitu:

(1). Tahap persiapan yaitu merupakan tahapan awal yang dilakukan sebelum penelitian lapangan dilaksanakan agar memperlancar dalam pelaksanaannya. Tahap persiapan ini meliputi : Studi pustaka, yakni mempelajari literatur-literatur peneliti terdahulu khususnya yang berhubungan erat dengan daerah penelitian dimaksudkan, dengan tujuan untuk mendapatkan gambaran umum tentang daerah penelitian. Selain literatur-literatur peneliti terdahulu, hal-hal yang juga dilakukan dalam studi pustaka adalah intepetasi peta topografi yang bertujuan untuk mengetahui kondisi batas Daerah Aliran Sungai (DAS) sebagai data awal

untuk perencanaan pekerjaan lapangan. Pada tahapan ini juga melakukan persiapan perlengkapan dan peralatan yang akan digunakan selama penelitian berlangsung. Persiapan administrasi berupa pengurusan surat-surat perizinan penelitian kepada dinas terkait.

(2) Tahap Interpretasi Citra yaitu pembuatan peta batas DAS, peta penggunaan lahan dan peta bentuk lahan dan kemiringan lereng DAS. Pada tahap ini dilakukan penelitian lapangan yang dibagi menjadi beberapa bagian, yaitu pemetaan pendahuluan, pemetaan detail dan pemetaan ulang atau pengecekan lapangan. Pemetaan pendahuluan bertujuan untuk mengetahui gambaran umum atau keadaan medan daerah penelitian, dan untuk menentukan lokasi pengukuran sedimen yang dapat menghasilkan data yang akurat serta pelaksanaannya yang lebih efisien. Pemetaan detail meliputi pengambilan data selengkap mungkin dengan melintasi daerah-daerah yang diharapkan menjumpai laju sedimen uang melintasi sungai, dan batas tataguna lahan. Pemetaan ulang dimaksudkan untuk mengecek dan mengambil data lapangan yang dianggap kurang, untuk lebih melengkapi data-data.

(3) Tahap analisis data. Pada analisis data dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak *ArcView*. Data dasar untuk analisis luas DAS adalah peta kontur digital skala 1: 25.000. Peta ini kemudian dipotong dengan peta DAS Lesti dan diubah menjadi titik-titik ketinggian untuk selanjutnya dilakukan interpolasi... Dalam penelitian ini digunakan metode interpolasi *Inverse Distance Weighted* (IDW). IDW merupakan metode deterministik yang sederhana dengan mempertimbangkan titik disekitarnya. Sedangkan analisis sedimentasi dilakukan dengan metode USLE

Data yang Diperlukan

Dalam penyusunan studi ini diperlukan data-data yang mendukung berupa data sekunder. Yang dimaksud data

sekunder adalah data yang bersumber dari instansi-instansi yang terkait dan pernah dilakukan pengukuran.

Data-data yang diperlukan untuk menyelesaikan penelitian ini sesuai dengan batasan dan adalah sebagai berikut :

1. Data curah hujan tahun 2002-2012 yang diperoleh dari Dinas Pengairan baik data curah hujan dari stasiun pencatat di DAS Lesti maupun dari stasiun pembanding di sekitar DAS Lesti.
2. Peta topografi skala 1:25.000 dari BAKOSURTANAL.
3. Peta tata guna lahan, peta batas DAS dan jaringan sungai, peta jenis tanah, peta solum tanah, peta sebaran stasiun hujan, peta geomorfologi dan peta kelerengan sub DAS Lesti tahun 2012 (skala 1:25.000) diperoleh dari Balai Pengelolaan DAS Brantas.
4. Data sedimen terukur di AWLR Tawang Rejeni pada tahun 2012 yang diperoleh dari Perum Jasa Tirta I Malang.
5. Data debit sungai Lesti tahun 2012 yang diperoleh dari Perum Jasa Tirta I Malang.

Alat yang Digunakan

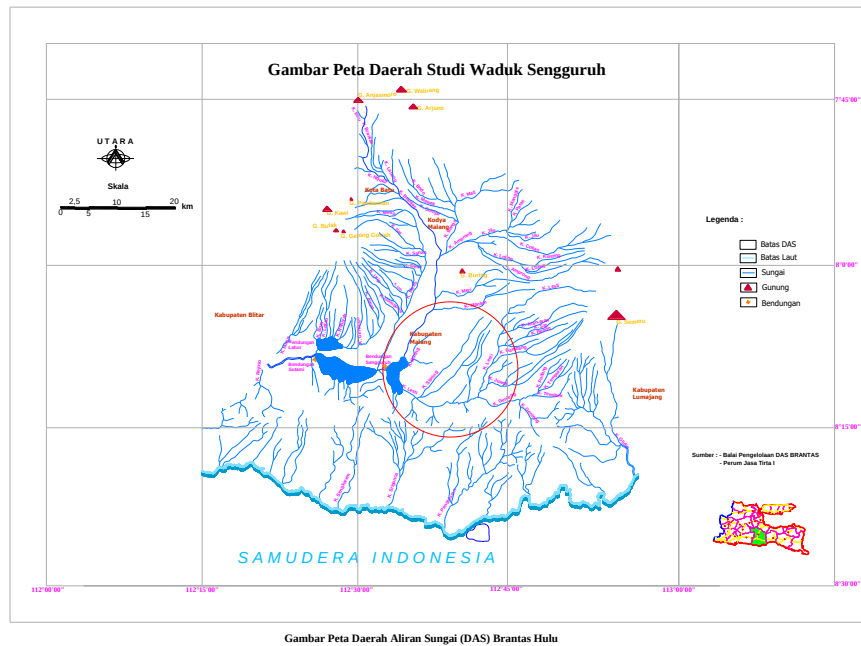
Alat yang digunakan dalam pengambilan data-data yang diperlukan dalam studi ini adalah :

- Stasiun curah hujan biasa (MRG) milik Dinas Pengairan Malang yang tersebar cukup merata di DAS Lesti dan sekitarnya.

- Stasiun AWLR (*Automatic Water Level Recorder*) milik Perum Jasa Tirta I Malang dan untuk AWLR Tawang Rejeni dilengkapi dengan FFWS (*Flood Forecasting & Warning System*)
- Alat pengukur tinggi muka air milik Perum Jasa Tirta I Malang berupa peralatan telemetri dengan tipe *floating* dan *pressure*. yang masing-masing terdiri atas :
 - a. Tipe *Floating*
 - *Float* (pelampung)
 - Kabel dengan bola
 - *Counter weight*
 - Analog/digital (A/D) *converter*
 - Pencatat otomatis (*automatic recorder*)
 - b. Tipe *Pressure*
 - *Crystal quartz* (sensor pendeteksi muka air)
 - *Juction box* (pelindung)
 - *Quartz coder* (penerima signal data pengukuran dari sensor dan mengubahnya ke data digital untuk dikirim ke telemetri)

Gambaran Umum Lokasi DAS

Daerah Aliran Sungai Brantas memiliki luas sekitar 11800 km², dan memiliki 6 Sub DAS yaitu DAS Lesti (625 km²), Sub DAS Lesti (687 km²), Sub DAS Widas (1,539 km²), Sub DAS Brantas (6,719 km²), Sub DAS Ngorowo (1600 km²), Sub Das Wilayah Surabaya (631 km²).



Gambar . 1. Peta Das Brantas Hulu

Analisis Data Hujan

Uji konsistensi Data Hujan

Data curah hujan merupakan data curah hujan harian maksimum dalam 1 tahun, dinyatakan dalam mm/hari., data curah hujan ini diperoleh dari Dinas Pengairan untuk stasiun curah hujan yang terdekat dengan lokasi studi. Jumlah data curah hujan paling sedikit dalam jangka 10 tahun.

Uji konsistensi merupakan uji kebenaran data lapangan yang menggambarkan keadaan sebenarnya. Bila sudah tidak ada data hujan yang hilang dari periode pengamatan yang ditentukan, maka harus dicek akan kemungkinan stasiun dipindah tempatnya, penakar hujan diganti tipenya atau lain-lain hal yang akan berpengaruh terhadap hasil pencatatannya. Cara yang dipakai untuk mengecek data hujan akan perubahan-perubahan adalah analisa *double mass curve*.

Perhitungan Hujan rata-rata Daerah

Untuk keperluan *input* data klimatologi pada model WEPP, data hujan yang

digunakan adalah data hujan harian rata-rata dari keempat stasiun hujan yang ada selama 10 tahun yaitu hujan harian rata-rata dari tahun 1993 sampai dengan tahun 2002. Cara perhitungannya sebagai berikut :

$$\bar{R} = \frac{1}{n} (R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n)$$

$$\text{atau } \bar{R} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n R_i \dots\dots\dots (1)$$

dimana :

$\bar{R}$ = tinggi hujan rata-rata daerah aliran (*area rainfall*)
 $R_1, R_2, R_3 \dots R_n$ = tinggi hujan masing stasiun (*point rainfall*)
 n = banyaknya stasiun penakar hujan

Analisa Sedimen

Hasil sedimen diperoleh dari pengukuran sedimen terlarut dalam sungai (*suspended sediment*) atau dengan pengukuran langsung di dalam waduk. Hasil pengukuran sampel sedimen

kemudian dianalisis di laboratorium, yang kemudian hasilnya diverifikasi dengan hasil pengukuran kandungan sedimen yang ada di aliran sungai. Model yang paling umum adalah dengan mencari hubungan antara konsentrasi sedimen melayang dan debit terukur. Konsentrasi sedimen diperoleh dari pengambilan sampel air baik secara teratur maupun sesaat pada tempat dimana dilakukan pengukuran debit sungai. Dengan terkumpulnya serangkaian pasangan data, kemudian data debit dan konsentrasi sedimen melayang yang bersesuaian di plot pada grafik dan *power regresi* diterapkan untuk mendapatkan garis yang paling tepat melalui titik pencar. Garis yang diperoleh disebut lengkung sedimen (*Sediment Rating Curve*) dengan bentuk umum (Suripin, 2002 :65):

$$C = a (Q_w)^b \dots\dots\dots (2)$$

sedangkan debit sedimen harian dapat dihitung dengan rumus (Suripin, 2002 :65):

$$Q_s = 0,0864 \cdot C \cdot Q_w \dots\dots\dots (3)$$

dimana :

C = konsentrasi sedimen melayang (mg/liter),

Q_s = debit sedimen melayang (ton/hari),

Q_w = debit aliran (m^3 /detik),

a dan b = konstanta kalibrasi.

Nilai a merupakan indeks terjadinya erosi, $a > 60$ mengindikasikan terjadinya erosi tinggi, dan $a < 26$ berarti erosi yang terjadi rendah. Sedangkan b adalah konstanta yang harganya bervariasi. Dari analisis data untuk anak-anak sungai Bengawan Solo Hulu, Suripin (2002) memperoleh harga b antara 0,37 sampai 1,10. Hubungan yang ditunjukkan oleh persamaan (2) berlaku umum, tetapi nilai a dan b berbeda-beda untuk satu tempat dan tempat lainnya (Suripin, 2002 :65).

Borland dan Maddock dari USBR telah menyediakan sebuah tabel untuk memperkirakan besar angkutan *bed load* berdasarkan konsentrasi *suspended load*-nya yang disajikan dalam Tabel 1

Tabel 1. Besaran Koreksi *Bed Load*

<u>Konsentrasi Sedimen Suspended (mg/l)</u>	<u>Tipe Materil Dasar</u>	<u>Tekstur Material Suspended</u>	<u>% Bed Load Dari Suspended Load Yang Terukur</u>
< 1000	Pasir	20 – 50 %	25 – 150
1000 – 7500	Pasir	Pasir	10 – 35
> 7500	Pasir	20 – 50 %	5
Konsentrasi Lain	Lempun g,	Pasir	5 – 15
Konsentrasi Lain	Kerikil, Batu Lempun g dan Silt	20 – 50 % Pasir 25% Pasir atau Kurang Tidak ada kandungan Pasir	< 2

Sumber : Strand dan Pamberton, 1982 : 13

Erosi

Erosi merupakan peristiwa hilang atau terkikisnya tanah atau bagian tanah dari suatu tempat yang terangkut ke tempat lain, baik disebabkan oleh pergerakan air ataupun angin. Proses erosi bermula dengan terjadinya penghancuran agregat-agregat tanah sebagai akibat pukulan air hujan yang mempunyai energi lebih besar daripada daya tahan tanah.

Begitu air hujan mengenai kulit bumi, maka secara langsung hal ini akan menyebabkan hancurnya agregat tanah. Pada keadaan ini, penghancuran agregat tanah dipercepat dengan adanya daya penghancuran dan daya urai dari air itu sendiri. Hancuran dari agregat tanah ini akan menyumbat pori-pori tanah, sehingga kapasitas infiltrasi akan berkurang.

Sebagai akibat lebih lanjut, akan mengalir di permukaan tanah, yang disebut sebagai limpasan permukaan tanah (run off). Air yang mengalir pada permukaan kulit bumi ini mempunyai energi untuk mengikis dan mengangkut partikel-partikel yang telah hancur, baik oleh air hujan maupun oleh adanya limpasan permukaan itu sendiri.

Pada penelitian ini besaran erosi dihitung berdasarkan rumus Modifikasi USLE :

$$\text{Sed} = 11.8 (\text{Qsurf} \times \text{qpeak} \times \text{A}) \text{K} \times \text{C} \times \text{P} \times \text{LS} \times \text{CFRG}$$

Dimana :

Sed = Sediment yied (ton)

Qsurf = Volume limpasan permukaan (mm/ha)

Qpeak = Debit puncak (m3/det)

A = Luas DAS (ha)

K = Erodibilitas tanah

C = Faktor tanaman

P = Faktor pengelolaan lahan

LS = Faktor lereng

CFRG = Faktor kekasaran material tanah

Faktor Erodibilitas Tanah

Beberapa tanah tererosi lebih mudah daripada yang lain meskipun faktor-faktor lainnya memiliki kesamaan. Perbedaan ini dinamakan sebagai Erodibilitas tanah dan yang disebabkan oleh propertis tanah itu sendiri. Wischmeier dan Smith mendefinisikan faktor erodibilitas tanah adalah besar kehilangan tanah per unit indeks erosi untuk tanah yang telah terspesifikasi melalui pengukuran pada satuan unit plot. Satu unit plot adalah sepanjang 22.1 m, dengan keseragaman kemiringan sebesar 9 %, tanah kosong tanpa penutup, dengan diberikan perlakuan peninggian dan penurunan kemiringan. Perlakuan pada tanah kosong ini adalah dimaksudkan sebagai lahan dalam kondisi yang telah diolah dan terjaga dari vegetasi selama lebih dari 2 tahun. Satuan faktor erodibilitas tanah USLE dalam MUSLE adalah ekuvalen secara numerik terhadap satuan Inggris sebesar 0.01 (*ton acre hr*) atau (*acre ft-inch*).

Wischmeier dan Smith mencatat bahwa beberapa tipe tanah umumnya memiliki erodibilitas yang kecil seiring dengan menurunnya kandungan silt, yang berhubungan dengan peningkatan kandungan pasir dan lempung. Sehubungan dengan pengukuran faktor erodibilitas tanah sangat membutuhkan waktu dan biaya yang tinggi, maka Wischmeier dan Smith (1971) mengembangkan persamaan umum untuk

menghitung faktor erodibilitas adalah sebagai berikut :

$$K_{USLE} = \frac{0.00021 \cdot M^{1.14} \cdot (12 - OM) + 3.25 \cdot (c_{soilstr} - 2) + 2.5 \cdot (c_{perm} - 3)}{100}$$

dimana :

K_{USLE} = Faktor erodibilitas tanah USLE

M = Persentase ukuran partikel (% debu + pasir sangat halus) $\times (100 - \% \text{ liat})$

OM = Persen unsur organik

$c_{soilstr}$ = Kode klasifikasi struktural tanah (granular, platy, massive, dll)

c_{perm} = Kelas permeabilitas tanah

Perhitungan M dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$M = (m_{silt} + m_{vfs}) \cdot (100 - m_c)$$

dimana :

m_{silt} = Persentase debu (silt) (diameter partikel 0.002-0.05 mm)

m_{vfs} = Persentase pasir sangat halus (very fine sand) (diameter partikel 0.05-0.10 mm)

m_c = Persentase liat (clay) (diameter partikel < 0.002 mm)

OM dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$OM = 1.72 \cdot orgC$$

dimana :

$orgC$ = Persentase karbon organik

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan Hujan Rata-rata Daerah

Data hujan yang digunakan adalah data hujan harian rata-rata dari keempat stasiun. Cara perhitungannya sebagai berikut :

$$\bar{R} = \frac{1}{n}(R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n)$$

atau $\bar{R} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n R_i$

dimana :

$\bar{R}$ = tinggi hujan rata-rata daerah aliran (area rainfall)
 $R_1, R_2, R_3 \dots R_n$ = tinggi hujan masing stasiun (point rainfall)
 n = banyaknya stasiun penakar hujan

Perhitungan hujan rata-rata DAS Lesti adalah :

Tabel 2. Perhitungan Curah Hujan Rata-rata DAS Lesti Tahun 2012.

Bulan	Stasiun Poncokusumo (mm)	Stasiun Dampit (mm)	Stasiun Tumpukrenteng (mm)	Stasiun Pagak (mm)	Rata-rata (mm)
Januari	402	338	351	328	354,75
Pebruari	307	218	134	192	212,75
Maret	343	331	322	421	354,25
April	107	42	19	128	74
Mei	58	39	50	168	78,75
Juni	0	0	2	0	0,5
Juli	0	0	9	0	2,25
Agustus	0	0	0	0	0
September	0	0	1	10	2,75
Oktober	59	45	17	93	53,5
Nopember	212	101	41	191	136,25
Desember	346	438	379	333	374

Erosi dan Sedimentasi

Karena data yang tercatat di stasiun AWLR keadaannya tidak lengkap, dimana pengukuran tidak dilakukan secara teratur, maka untuk memperkirakan jumlah angkutan yang lewat di sungai Lesti dilakukan dengan mengekstrapolasi data yang tercatat. Berdasarkan ekstrapolasi data ini diharapkan hasil perhitungan muatan layang dapat mewakili kondisi yang sebenarnya. Pengukuran konsentrasi sedimen melayang (C) dilakukan dengan mengambil sampel air secara sesaat dimana debit sungai dilakukan pengukuran, kemudian sampel air dianalisis di laboratorium

Ada beberapa cara untuk menentukan seberapa jauh model matematis regresi sederhana mampu menjabarkan data yang ada. Sesuai atau tidaknya model matematis tersebut dengan data yang digunakan dapat ditunjukkan dengan mengetahui besarnya nilai r^2 atau juga disebut koefisien determinasi (coefficient of determination). Koefisien determinasi menunjukkan seberapa jauh kesalahan dalam

memperkirakan besarnya y (C) dapat direduksi dengan menggunakan informasi yang dimiliki variabel x (Qw). Model persamaan regresi dianggap sempurna apabila nilai $r^2 = 1$. Sebaliknya, apabila variasi yang ada pada nilai y tidak ada yang bisa dijelaskan oleh model persamaan regresi yang diajukan, maka besarnya nilai $r^2 = 0$. Dengan demikian, model persamaan regresi dikatakan semakin baik apabila besarnya r^2 mendekati 1.

Untuk mengetahui korelasi antara variabel C dan Qw dapat dilihat dari besarnya angka koefisien korelasi (r). Koefisien korelasi ini mempunyai kriteria sebagai berikut :

- $r = 1$ menunjukkan ketergantungan fungsional langsung (*direct functional dependence*) atau korelasi linier kuat antara kedua variabel. Apabila $r = 1$, maka semua sampel data jatuh tepat pada garis linier regresi (*least squares line*)
- $0,6 < r < 1$ menunjukkan korelasi langsung yang baik (*good direct correlation*)
- $0 < r < 0,6$ menunjukkan korelasi langsung yang tidak mencukupi

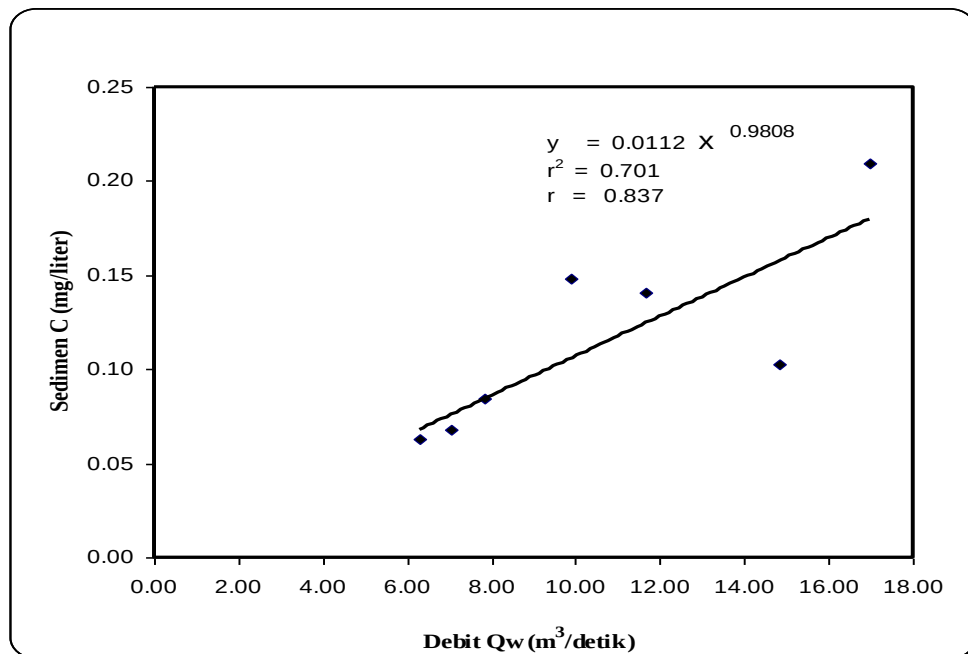
(insufficient direct correlation)

- $r \leq 0$ menunjukkan hubungan antara C dan Qw yang sangat kecil

atau tidak mempunyai korelasi linier sama sekali.

Tabel 3. Pengukuran Debit dan Konsentrasi Sedimen

No	Waktu Pengukuran	C (mg/lt)	K	Qw (m ³ /dt)	Qs (ton/hari)
1	I	0,0632	0,864	6,2800	0,034309901
2	II	0,1483	0,864	9,8960	0,126770135
3	III	0,0679	0,864	7,0480	0,041347515
4	IV	0,0841	0,864	7,8240	0,056873595
5	V	0,2093	0,864	16,9510	0,306533748
6	VI	0,1028	0,864	14,8210	0,131596252
7	VII	0,1406	0,864	11,6440	0,141482984



Gambar 2. Hasil analisa regresi dan korelasi antara konsentrasi sedimen melayang (C) dan pengukuran debit di lapang adalah $C = 0,0112 Qw^{0,9808}$

PENUTUP

Kesimpulan

Pada penelitian ini diketahui hubungan antara konsentrasi sedimen melayang (C) dan pengukuran debit di lapang adalah $C = 0,0112 Qw^{0,9808}$

Saran

Saran penelitian ini yaitu perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang:

Tahap analisis data. Pada analisis data dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak ArcView. Data dasar untuk analisis luas DAS adalah peta kontur digital skala 1: 25.000. Peta ini kemudian dipotong dengan peta DAS Lesti dan diubah menjadi titik-titik ketinggian untuk selanjutnya dilakukan interpolasi... Dalam penelitian ini digunakan metode interpolasi *Inverse Distance Weighted* (IDW). IDW merupakan metode deterministik yang sederhana dengan mempertimbangkan titik

disekitarnya. Sedangkan analisis sedimentasi dilakukan dengan metode USLE

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 1970, *Laporan Akhir Pengukuran Echo Sounding Waduk Selorejo*. Perum Jasa Tirta, Malang.
- Anonim. 2011, *Tinjauan Hidrologi dan Sedimentasi DAS Brantas Hulu*. Perum Jasa Tirta, Malang
- Arsyad, S. 2000. *Konservasi Tanah dan Air*. IPB Press, Bogor.
- Asdak, C. 2002. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Chow, V.T. 1985. *Open Channel Hydraulics*. Alih Bahasa : Ir. Suyatman, Erlangga, Jakarta.
- Di Luzio, M., Srinivasan, R., Arnold, J.G., Neitsch, S.L. 2002. *Arcview Interface for SWAT 2000 : User's Guide, Soil and Water Assessment Tool Theoretical Documentation version 2000*. Grassland, Soil and Water Research Laboratory. Agricultural Research Service. Temple, Texas. Grassland, Soil and Water Research Laboratory. USDA Agricultural Research Service. Temple, Texas. Blackland Research and Extension Centre. Texas Agricultural Experiment Station. Temple, Texas. Published 2002 by Texas Water Resources Institute, College Station, Texas.
- Irawati, Dahlia. 2011. *Kondisi Sungai Brantas Mengawatirkan*. Kompas
- Neitsch, S.L., Arnold, J.G., Kiniry, J.R., Williams, J.R., King, K.W. 2002. *Soil and Water Assessment Tool Theoretical Documentation version 2000*. Grassland, Soil and Water Research Laboratory. Agricultural Research Service. Temple, Texas.
- Soemarto, CD. 1987. *Hidrologi Teknik*. Usaha Nasional, Surabaya.
- Suripin. 2001. *Pengelolaan Sumber Daya Tanah dan Air*. Andi Offset, Yogyakarta.
- Suhartanto, E. 2008. *Panduan AVSWAT2000 dan Aplikasinya di bidang Teknik Sumberdaya Air*. C.V Asrori, Malang.
- Priyantoro, D. 1987. *Teknik Pengangkutan Sedimen*. Himpunan Pengairan, Malang.
- Prahasta, E. 2005. *Sistem Informasi Geografis: Tutorial Arcview*. Informatika, Bandung.
- Suhardjono. 2010. *Discharge Model Based On Water Balance In Brantas Upstream River Indonesia*. Journal Economics And Engineering. Azerbaijan.
- Suhardjono. 2010. *Verification Of Discharge Model Based On Water Balance In Cobanrondo Watershed Of East Java*. International Journal Of Academic Research. Azerbaijan
- Utomo, W. 1994. *Erosi dan Konservasi Tanah*. IKIP Malang, Malang.
- Wulandari, E. 2001. *Pengaruh Tata Guna Lahan terhadap Laju Sedimentasi Waduk Wonorejo Tulungagung*. Program Pasca Sarjana Universitas Brawijaya, Malang.