

Kajian Erosi Dan Hasil Sedimen Untuk Konservasi Lahan DAS Kreo Hulu

Rifky Muhammad Zulfa Fauzi¹, Maryono²

Diterima : 29 September 2016

Disetujui : 8 Desember 2016

ABSTRACT

Watershed as rainwater catchment are is susceptible with erosion and sedimentation problems. The calculation of erosion and sediment yield can be calculated with USLE and SDR (Sediment Delivery Ratio) method at each area unit. This research intends to find out the erosion value, distribution and prediction of sediment yield contained in Kreo Hulu Watershed in 2009-2014. Data accumulation methods for the research are observation, documentation, and field measurement. The erosion forecast result in this research obtained based on overlay few maps, that is rain erosivity map, soil erodibility map, length of slope map, management and conservation soil map. This research was construct with using rainfall data from 2009 until 2014. Based on the calculations model of erosion is known that the erosion in the watershed upstream Kreo fluctuation occurring annually. With the result of erosion from 2009 until 2014 are respectively 17.45 tons; 18.78 tons; 17.83 tons; 25.70 tons; 31.62 tons; 26.17 tons. Sediment yield estimates obtained by the relationship between the unit value erosion (based mapping unit), as well as the erosion area of the unit value of Sediment Delivery Ratio in watershed. By calculation of these factors, the value of watershed sediment Kreo Hulu forecast results for 2009-2014 are respectively 2,78 tons, 2,93 tons; 2,78 tons; 4,01 tons; 4,93 tons; 4,08 tons. Spatial distribution of erosion prediction Kreo upstream watershed of very high value erosion is largely rural area/village Gunungpati, Banjarejo, Karangmalang, Lebak and Cepoko. Weight and middle erosion are covering parts of Pasigitan, Branjang, Kalisidi, and Tinjomoyo. Then need to increase conservation of alternative methods land mechanically and vegetative at upstream Kreo watershed.

Keywords : Watershed, Universal Soil Loss Equation, Sediment Delivery Ratio

ABSTRAK

Daerah Aliran Sungai sebagai daerah tangkapan air hujan rentan dengan permasalahan erosi dan sedimentasi. Perhitungan erosi dan hasil sedimen dapat dihitung menggunakan metode USLE (Universal Soil Loss Equation) dan SDR (Sediment Delivery Ratio) pada setiap satuan lahan. Penelitian ini bertujuan mengetahui distribusi nilai erosi dan hasil sedimentasi pada tahun 2009-2014 dan dalam upaya konservasi lahan di DAS Kreo Hulu. Metode pengumpulan data untuk penelitian yaitu observasi, dokumentasi dan pengukuran lapangan. Hasil prakiraan erosi pada penelitian ini diperoleh berdasarkan tumpang-susun atau overlay beberapa peta, yaitu peta erosivitas hujan, peta erodibilitas tanah, peta panjang kemiringan lereng, peta pengelolaan dan tindakan konservasi tanah. Penelitian ini dilakukan menggunakan data curah hujan dari tahun 2009 sampai dengan 2014. Berdasarkan model perhitungan erosi diketahui bahwa erosi di DAS Kreo Hulu terjadi secara fluktuatif pertahunnya. Dengan hasil erosi dari tahun 2009 sampai dengan 2014 berturut-turut adalah 17,451 ton; 18,783 ton; 17,827 ton; 25,705 ton; 31,618 ton; 26,171 ton. Prakiraan hasil sedimen diperoleh berdasarkan perkalian antara nilai satuan erosi (berdasarkan unit pemetaan), luas satuan erosi serta nilai Sediment Delivery Ratio pada masing-masing Sub DAS. Berdasarkan perhitungan faktor tersebut, diperoleh nilai prakiraan hasil sedimen DAS Kreo Hulu tahun 2009-2014 berturut-turut adalah 2,781 ton, 2,93 ton; 2,781 ton; 4,01 ton; 4,932 ton; 4,083 ton. Distribusi spasial prediksi erosi DAS kreو hulu dari nilai erosi sangat tinggi ialah sebagian besar wilayah desa/kelurahan Gunungpati, Banjarejo, Karangmalang, Lebak dan Cepoko. Erosi berat dan sedang meliputi sebagian wilayah Pasigitan, Branjang, Kalisidi, dan Tinjomoyo. Sehingga perlu adanya peningkatan tindakan konservasi lahan alternatif secara mekanis dan vegetatif di DAS Kreo Hulu.

Kata Kunci : Daerah Aliran Sungai, Universal Soil Loss Equation, Sediment Delivery Ratio

¹ Mahasiswa Magister Pembangunan Wilayah dan Kota, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Kontak Penulis : rifkyzulfa2@gmail.com

² Dosen Magister Pembangunan Wilayah dan Kota, Undip, Semarang, Jawa Tengah

PENDAHULUAN

DAS dalam istilah asing disebut Catchment Area, River Basin, atau Watershed. Secara umum, DAS didefinisikan sebagai suatu wilayah daratan yang secara topografik dibatasi oleh punggung-punggung gunung (igir-igir) yang dapat menampung dan menyimpan air hujan yang kemudian menyalurkannya ke laut melalui sungai utama (Asdak, 1995:4). Kelestarian DAS dan ekosistem di dalamnya mempunyai peranan yang sangat penting untuk menjaga keseimbangan alam, karena kerusakan DAS akan mengakibatkan hilangnya kemampuan DAS untuk menyimpan air, meningkatkan frekuensi banjir tahunan, menurunkan kuantitas dan kualitas air sepanjang tahun serta meningkatkan erosi tanah dan sedimentasi. Apabila erosi dan sedimentasi ini dibiarkan secara terus-menerus, maka akan terjadi kerusakan alam.



Sumber: Survey Lapangan, 2016

GAMBAR 1.
KEJADIAN EROSI DAN SEDIMENTASI DI DAS KREO

Erosi tanah mengurangi kemampuan tanah menahan air karena partikel-partikel lembut dan bahan organik pada tanah terangkut. Selain mengurangi produktifitas lahan dimana erosi tanah terjadi, erosi tanah juga menyebabkan problem lingkungan yang serius di daerah hilirnya. Sedimen hasil erosi mengendap dan mendangkalan sungai-sungai, danau, dan waduk sehingga mengurangi kemampuan air dalam melakukan irigasi, pembangkit listrik, perikanan, navigasi, dan rekreasi (Suripin, 2002). Salah satu kerusakan tersebut terjadi di DAS Kreo Hulu. Hasil sedimen dihitung menggunakan rumus SDR (Sediment Delivery Ratio) melalui 3 pendekatan yaitu luas DAS, besaran erosi dan keadaan saluran (koefisien kekasaran manning). Berdasarkan latar belakang tersebut, memotivasi perlunya meningkatkan pemahaman atas pemodelan spasial pengukuran prediksi erosi dan hasil sedimen untuk mendukung konservasi lahan di DAS Kreo Hulu.

METODOLOGI PENELITIAN

Metode penelitian mencakup lokasi dan objek penelitian, variabel penelitian, data primer dan sekunder, dan metode analisis. Lokasi penelitian ini akan dilakukan di DAS Kreo Hulu obyek penelitian kondisi tingkat bahaya erosi, dan hasil sedimen.

Variabel dalam penelitian meliputi erosivitas hujan, erodibilitas tanah, kemiringan lereng, pengelolaan tanaman, tindakan khusus konservasi tanah, panjang kontur dan Sediment Delivery Ratio (SDR)

Metode analisis yang digunakan untuk memprediksi nilai erosi dengan metode USLE yang disampaikan oleh Wischmeier dan Smith (1978) dalam Asdak (2007:356) merupakan suatu metode untuk memprediksi tingkat erosi tanah yang dapat dijabarkan dalam persamaan USLE, yaitu:

$$A = R K L S C P$$

Keterangan

R = erosivitas hujan (R)

K = erodibilitas tanah (K)

LS = panjang dan kemiringan lereng (LS)

CP = pengelolaan dan tindakan konservasi tanah (CP)

Analisa data yang terakhir yaitu prakiraan hasil sedimen. Prakiraan hasil sedimen diperoleh berdasarkan perkalian antara nilai satuan erosi (berdasarkan unit pemetaan), luas satuan erosi serta nilai SDR pada masing-masing Sub DAS. Rumus prakiraan hasil sedimen yang lebih jelas yaitu berdasarkan *SCS National Engineering Handbook* (DPMA, 1984 dalam Asdak, 2007:406) sebagai berikut.

$$Y = A (SDR) L$$

Y = Hasil Sedimen (Sediment Yield)

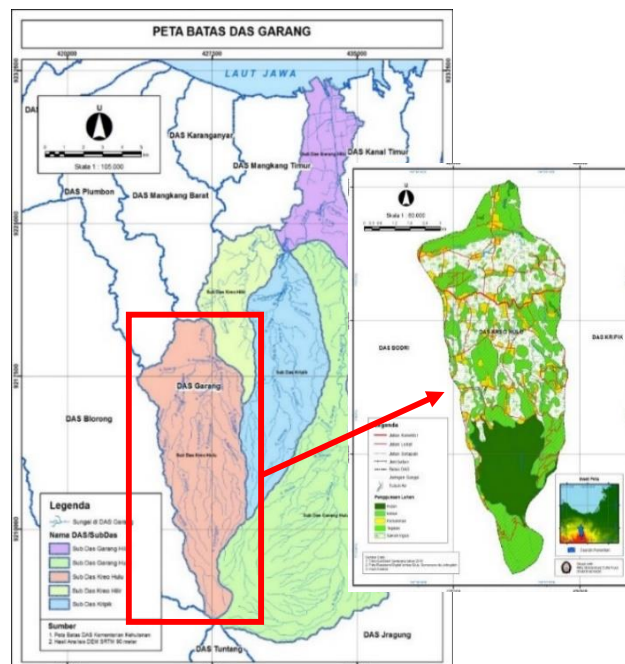
A = Besaran Erosi yang termuat

SDR = Sediment Delivery Ratio pada setiap indeks tanah (USDA)

L = Luas wilayah penelitian

GAMBARAN UMUM WILAYAH STUDI

DAS Kreo Hulu merupakan satu kesatuan DAS Garang yang menjadi DAS dengan prioritas utama dan memiliki batas wilayah DAS sebagai berikut:



Sumber : BPDAS Pemali Jratun, 2015

GAMBAR 2.
PETA LOKASI PENELITIAN DAS KREO HULU TAHUN 2016

Sebelah Utara	: DAS Mangkang Barat
Sebelah Selatan	: DAS Tuntang
Sebelah Barat	: DAS Blorong
Sebelah Timur	: DAS Kripik, DAS Garang Hulu

Secara astronomis DAS Kreo Hulu terletak diantara $7^{\circ}03' 14,24''$ LS – $7^{\circ}11' 13,24''$ LS dan $110^{\circ}18' 27,36''$ BT – $110^{\circ}21' 42,15''$ BT, dengan luas DAS yaitu 4.896,19 Ha. DAS Kreo Hulu terletak pada 3 administratif kabupaten/kota, yaitu Kabupaten Semarang meliputi Kecamatan Bandungan, Sumowono, Ungaran Barat dan Bergas seluas 488,43 Ha, Kabupaten Kendal meliputi Kecamatan Boja, Limbangan, Kaliwungu seluas 2509,58 Ha, dan Kota Semarang meliputi Kecamatan Gunungpati seluas 1.898,18 Ha.

KAJIAN LITERATUR

Erosi

Erosi adalah pindahnya atau terangkutnya tanah atau bagian-bagian tanah dari suatu tempat ke tempat yang lain oleh media alami (Arsyad, 2010:52). Pada dasarnya erosi yang paling sering terjadi dengan tingkat produksi sedimen (*sediment yield*) paling besar adalah erosi permukaan (*sheet erosion*) jika dibandingkan dengan beberapa jenis erosi yang lain yakni erosi alur (*rill erosion*), erosi parit (*gully erosion*) dan erosi tebing sungai (*stream bank erosion*). Secara keseluruhan laju erosi yang terjadi disebabkan dan dipengaruhi oleh lima faktor diantaranya faktor iklim, struktur dan jenis tanah, vegetasi, topografi dan faktor pengelolaan tanah. Faktor iklim yang paling menentukan laju erosi adalah hujan yang dinyatakan dalam nilai indeks erosivitas hujan (Arsyad, 2010:29). Curah hujan yang jatuh secara langsung atau tidak langsung dapat mengikis permukaan tanah secara perlahan dengan pertambahan waktu dan akumulasi intensitas hujan tersebut akan mendatangkan erosi (Asdak, 2007:35). Dari kerusakan yang ditimbulkan oleh peristiwa erosi dapat terjadi di dua tempat, yaitu pada tanah tempat erosi terjadi dan pada tempat tujuan akhir tanah yang terangkut diendapkan. (Arsyad, 2006:29).

Hasil Sedimen (*Sediment Yield*)

Akibat erosi tanah yang meliputi proses pelepasan agregat-agregat tanah dan proses pemindahan atau pengangkutan tanah oleh air akan menyebabkan timbulnya bahan endapan (*sedimen*) di tempat lain. Bersama aliran air, agregat-agregat tanah yang lepas akan diangkut, kemudian akan diendapkan pada tempat tertentu berupa pengendapan atau sedimentasi (*deposition*), baik untuk sementara maupun tetap. Banyak dan sedikitnya bahan endapan (*sedimen*) terangkut yang terpantau di stasiun pengukuran, menerangkan besar dan kecilnya tingkat erosi tanah yang terjadi pada suatu daerah aliran sungai.

Sedimentasi merupakan hasil proses erosi, baik berupa erosi permukaan, erosi parit, atau jenis erosi tanah lainnya. Sedimen umumnya mengendap di bagian bawah bukit, di daerah genangan banjir, saluran air, sungai dan waduk. Hasil sedimen tergantung pada besarnya erosi total di DAS/sub-DAS dan tergantung pada transport partikel-partikel tanah yang tererosi tersebut keluar dari daerah tangkapan air DAS/sub-DAS (Suhartanto, 2008:48). Rumus prakiraan hasil sedimentasi yang digunakan yaitu berdasarkan *SCS National Engineering Handbook* (DPMA, 1984 dalam Asdak, 2007:406) sebagai berikut;

$$Y = A (SDR) L$$

Keterangan :

Y = Hasil Sedimen (Sediment Yield)

A = Besaran Erosi yang termuat

SDR = *Sediment Delivery Ratio* pada setiap indeks tanah (USDA)

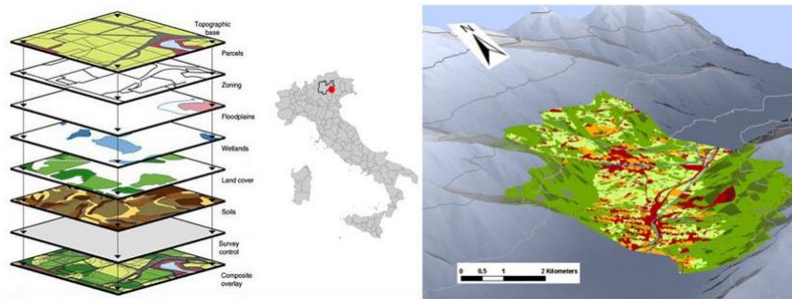
L = Luas wilayah penelitian

Model Spasial Sistem Informasi Geografis

Salah satu kemampuan SIG sebagai alat untuk mengolah dan menampilkan data spasial maupun non spasial dapat dilihat berdasarkan fungsi-fungsi analisisnya (Prahasta, 2005). Secara umum terdapat dua jenis fungsi analisis yaitu a). fungsi analisis spasial b). fungsi analisis atribut (basis data). Fungsi analisis terdiri dari klarifikasi (*reclassify*), *network* (jaringan), *buffering*, *3D analyst*, *digital image processing*, dan lainnya.

Berdasarkan proses pengumpulan informasi kuantitatif yang sistematis menurut Haining, tujuan spasial adalah;

- a. Mendeskripsikan kejadian-kejadian dalam ruang geografis (termasuk deskripsi pola) secara cermat dan akurat.
- b. Menjelaskan secara sistematis pola kejadian dan asosiasi antar kejadian atau obyek di dalam ruang, sebagai upaya meningkatkan pemahaman proses yang menentukan distribusi kejadian yang terobservasi.
- c. Meningkatkan kemampuan melakukan pemodelan, prediksi dan pengendalian kejadian-kejadian di dalam ruang geografi.



Sumber : Prahasta 2009

GAMBAR 3.
ANALISIS SPASIAL SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS

ANALISIS

Analisis Model Perhitungan

Hasil analisis dan pembahasan sesuai dengan tujuan penelitian yaitu, 1) Menentukan variabel perhitungan erosi dan hasil sedimen., 2) Memetakan variabel secara spasial., 3) Merumuskan model erosi dan hasil sedimen, 4) Mengaplikasikan model erosi termasuk distribusi spasial erosi terkecil sampai dengan yang terbesar di DAS Kreo Hulu, 5) Validasi model erosi dan hasil sedimen.

Sebelum membuat model memprakirakan besarnya erosi dengan *USLE*, maka ditentukan satuan lahan yang digunakan sebagai wadah untuk menyesuaikan faktor-faktor *USLE* dengan nilai-nilainya. Hasil prakiraan erosi pada penelitian ini diperoleh berdasarkan tumpang susun atau overlay beberapa peta, yaitu peta erosivitas (R), peta erodibilitas (K),

peta indeks kemiringan lereng (LS), peta pengelolaan tanaman (C) dan peta tindakan konservasi (P).

Erosivitas Hujan (R)

Perhitungan nilai R pada penelitian ini menggunakan data curah hujan selama 6 tahun terakhir yaitu tahun 2009 - 2014 di 3 stasiun hujan Automatic Rain Recorder (ARR) yang ada di wilayah DAS Kreo Hulu yaitu ARR Gunungpati, ARR Jatibarang, ARR Gonoharjo. Pembuatan data spasial menggunakan metode *Polygon Thiessen* dengan rumus yang digunakan untuk menghitung nilai Erosivitas (R) yaitu;

TABEL 2.
NILAI (R) EROSIVITAS HUJAN

Stasiun Hujan (ARR)	Nilai R 2009	Nilai R 2010	Nilai R 2011	Nilai R 2012	Nilai R 2013	Nilai R 2014
Gunungpati	297,01	541,34	462,46	255,59	421,37	417,02
Jatibarang	112,92	244,51	145,78	106,98	302,29	218,25
Gonoharjo	264,74	412,89	563,65	357,28	393,17	366,24

Sumber : Hasil Analisis, 2016

Keterangan :

R = Erosivitas Hujan Bulanan

Pm = Hujan Bulanan (cm)

HH = Hari hujan di dalam satu bulan

Pmax = Hujan Harian maksimum pada bulan bersangkutan (cm)

Sumber : Asdak, 2004:347

Erodibilitas Tanah (K)

DAS Kreo Hulu memiliki 4 jenis tanah yaitu latosol dengan kepekaan erosi sebesar 0,075, tanah regosol dengan kepekaan erosi 0,301, tanah medieran dengan kepekaan erosi 0,221 dan tanah grumusol dengan kepekaan erosi 0,176. Dengan demikian nilai erodibilitas berkisar antara 0,075 sampai dengan 0,301.

Keragaman nilai kepekaan erosi merupakan salah satu faktor yang penyebab terjadinya erosi. Besarnya nilai erodibilitas tanah pada unit lahan disebabkan oleh rendahnya kandungan bahan organik, permeabilitas tanah, serta tingginya kandungan pasir halus dan debu. Syarief (1985) mengemukakan bahwa semakin tinggi kandungan pasir halus dan debu, maka semakin tinggi nilai erodibilitas tanahnya.

TABEL 3
NILAI (K) ERODIBILITAS TANAH

No	Jenis Tanah	Nilai K
1	Grumusol	0,176
2	Latosol	0,075
3	Mediteran	0,221
4	Regosol	0,301

Sumber : Hasil Analisis, 2016

Indeks Kemiringan Lereng (LS)

Hasil pengamatan dan pengukuran di lapangan diperoleh nilai faktor panjang lereng (L) dan kemiringan lereng (S) kemudian dihitung diperoleh hasil nilai panjang dan kemiringan lereng (LS). Faktor panjang dan kemiringan lereng mempunyai pengaruh terhadap volume aliran permukaan sehingga mempengaruhi kemampuan tererosinya tanah walaupun pengaruhnya tidak sebesar pengaruh hujan sebagai faktor kinetik yang paling mempengaruhi. Jadi pada dasarnya lereng yang panjang dengan kemiringan lereng yang curam akan menghasilkan nilai LS yang besar, yang mengakibatkan erosi yang terjadi juga semakin tinggi. Tabel hasil penyesuaian perhitungan nilai faktor LS DAS Kreo Hulu terdapat pada tabel.

TABEL 4.
INDEKS (LS) KEMIRINGAN LERENG DAS KREO HULU

Kelas Lereng	Kemiringan Lereng	Luas (Ha)	Persentase (%)	Nilai LS
I	Datar (0-8%)	663,63	13,55	0,40
II	Landai (8-15%)	689,09	14,07	1,40
III	Miring (15-25%)	1622,92	33,15	3,10
IV	Terjal (25-40%)	1158,44	23,66	6,80
V	Sangat Terjal (>40%)	762,11	15,57	9,50
Jumlah		4896,19	100	

Sumber : Departemen Kehutanan (1986) dalam Setyowati (2011:38)

Indeks Pengelolaan Tanaman (C)

Pengamatan indeks pengelolaan tanaman dilakukan dengan cara pengamatan langsung di lapangan. Pengambilan sampel dilakukan berdasarkan spasial sampling grid yang ditentukan kebutuhan jumlah sampelnya dan didapat 20 sampel lokasi pengamatan. Setiap lokasi pengamatan dianggap mewakili wilayah sampel.

Terdapat 10 penggolongan tutupan lahan, yaitu tanah terbuka/tanpa tanaman, sawah, tegalan, jagung, padi, kopi, pisang, kebun campuran, hutan alam, hutan produksi, semak belukar/padang rumput. Menurut USDA SCS (1978) dalam Hardiyatmo (2006:411) faktor C memperhitungkan tipe dan luas daerah vegetasi. Nilai C terendah adalah tubuh air, karena curah hujan tidak bertemu dengan permukaan tanah. Sedangkan nilai C tertinggi pada penelitian ini adalah lahan terbuka.

TABEL 5.
INDEKS (C) PENGELOLAAN TANAMAN

No. Grid	Macam Penggunaan Lahan	Tanaman Yang Dominan	Nilai C
1	Kebun	Kebun Campuran : Kerapatan rendah	0,5
2	Kebun	Kebun Campuran : Kerapatan rendah	0,5
3	Kebun	Kebun Campuran : Kerapatan rendah	0,5
4	Sawah Irigasi	Sawah	0,01
5	Kebun	Pisang	0,6
6	Permukiman	Pisang	0,6
7	Sawah Irigasi	Sawah	0,01
8	Kebun	Sawah	0,01
9	Sawah Irigasi	Sawah	0,01
10	Kebun	Kopi dengan penutup tanah buruk	0,2

No. Grid	Macam Penggunaan Lahan	Tanaman Yang Dominan	Nilai C
11	Sawah Irigasi	Padi	0,561
12	Sawah Irigasi	Padi	0,561
13	Kebun	Jagung	0,7
14	Permukiman	Tanah terbuka atau tanpa tanaman	1,0
15	Hutan Produksi	Hutan alam : - Seresah banyak	0,001
16	Hutan Produksi	Hutan alam : - Seresah kurang	0,005
17	Hutan Alam	Hutan alam : - Seresah banyak	0,001
18	Hutan Alam	Hutan alam : - Seresah banyak	0,001
19	Semak Belukar	Semak belukar / padang rumput	0,3
20	Semak Belukar	Semak belukar / padang rumput	0,3

Sumber: Hasil Analisis dan Hammer (1980) dalam Arsyad (2010:375)

Indeks Tindakan Khusus Konservasi Tanah

Menurut Arsyad (2010:378) faktor tindakan khusus konservasi tanah (P) adalah perbandingan besarnya erosi dari tanah dengan suatu tindakan konservasi tertentu terhadap besarnya erosi dari tanah yang diolah menurut arah lereng. Beberapa tindakan khusus konservasi tanah, yaitu penanaman dalam strip, pengolahan tanah menurut kontur, gundulan dan teras.

Pengamatan tindakan khusus konservasi tanah juga dilakukan menggunakan spasial sampling grid yang dengan kebutuhan jumlah 20 sampel lokasi pengamatan. Setiap lokasi pengamatan dianggap mewakili wilayah sampel. Terdapat 7 penggolongan tindakan khusus konservasi tanah berdasarkan penyesuaian tindakan khusus konservasi tanah yaitu penanaman menurut kontur >20%, penanaman menurut kontur 9-20%, teras tradisional, gundulan dengan rumput penguat, teras bangku kualitas jelek, teras bangku kualitas sedang, dan tanpa konservasi.

TABEL 6.
INDEKS (P) TINDAKAN KHUSUS KONSERVASI TANAH

No. Grid	Jenis Konservasi	Nilai P
1	Penanaman menurut kontur: Dengan kemiringan >20%	0,90
2	Penanaman menurut kontur: Dengan kemiringan >20%	0,90
3	Penanaman menurut kontur: Dengan kemiringan 9-20%	0,75
4	Teras tradisional	0,40
5	Gundulan dengan rumput penguat	0,50
6	Teras bangku dengan kualitas: Sedang	0,15
7	Teras bangku dengan kualitas: Sedang	0,15
8	Gundulan dengan rumput penguat	0,50
9	Teras bangku dengan kualitas: Jelek	0,35
10	Penanaman menurut kontur: Dengan kemiringan 9-20%	0,75
11	Teras tradisional	0,40
12	Teras tradisional	0,40
13	Gundulan dengan rumput penguat	0,50
14	Gundulan dengan rumput penguat	0,50
15	Gundulan dengan rumput penguat	0,50
16	Gundulan dengan rumput penguat	0,50
17	Tanpa konservasi	1,00
18	Gundulan dengan rumput penguat	0,50

No. Grid	Jenis Konservasi	Nilai P
19	Tanpa konservasi	1,00
20	Tanpa konservasi	1,00

Sumber: Hasil analisis dan Arsyad, 2010:378

Perhitungan Prakiraan Hasil Erosi Metode USLE

Perhitungan erosi dengan menggunakan metode USLE merupakan suatu persamaan yang memprediksi laju erosi rata-rata lahan tertentu pada suatu kemiringan dengan pola hujan tertentu untuk setiap macam jenis tanah dan peneapan pengelolaan lahan/tindakan konservasi lahan. Untuk mengetahui tingkat bahaya erosi digunakan pembagian kelas tingkat erosi yang telah dibuat oleh Kementerian Kehutanan tahun 2008.

TABEL 7.
KLASIFIKASI TINGKAT BAHAYA EROSI

Kelas Erosi	Kehilangan Tanah	Tingkat
1	<15 ton/ha/tahun	Sangat Ringan
2	15-60 ton/ha/tahun	Ringan
3	60-180 ton/ha/tahun	Sedang
4	180-280 ton/ha/tahun	Berat
5	>480 ton/ha/tahun	Sangat Berat

Sumber : Kementerian Kehutanan, 2008

Hasil Perhitungan Erosi

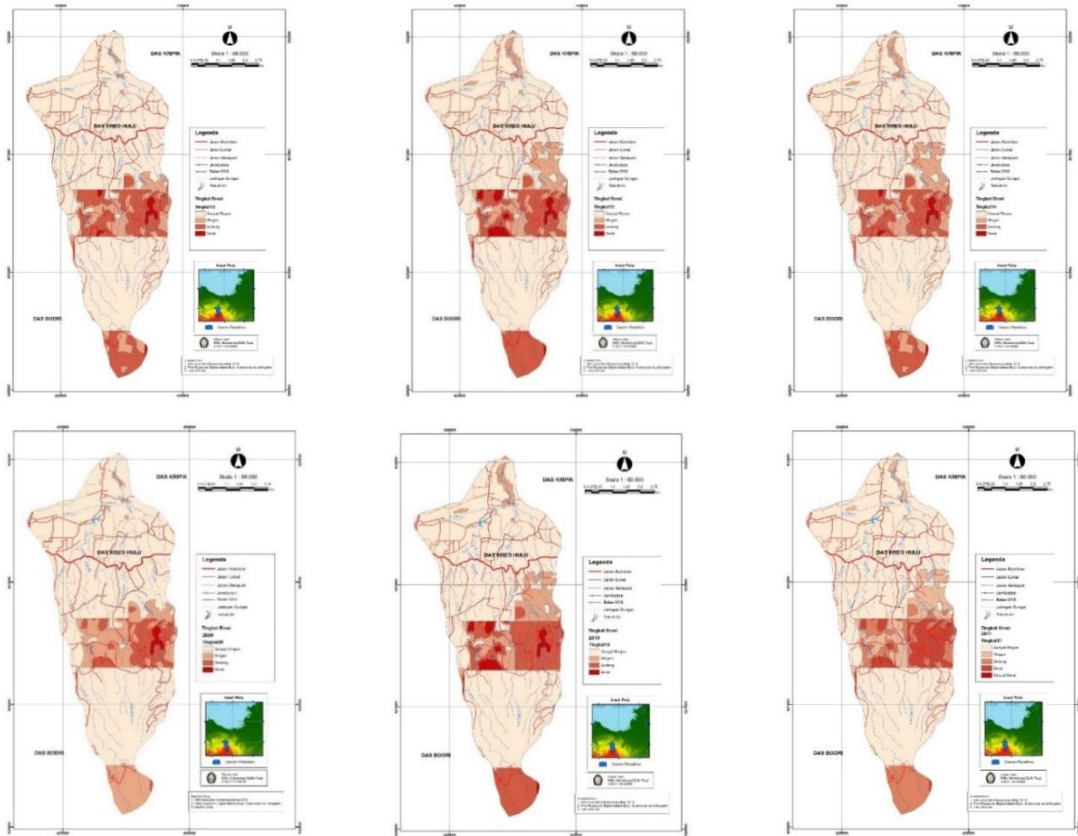
Hasil prakiraan erosi dari tahun 2009-2014 pada penelitian ini diperoleh berdasarkan tumpang susun atau overlay beberapa peta, yaitu peta R, peta K, peta LS, peta CP. Hasil overlay dari peta-peta tersebut, diperoleh erosi tertimbang berturut-turut sebesar 17,451 ton; 18,783 ton; 17,827 ton; 25,705 ton; 31,618 ton; 26,171 ton.

TABEL 8.
PERHITUNGAN HASIL PRAKIRAAN EROSI DAS KREO HULU 2009-2014

No	Tahun Kejadian	Tingkat Erosi	Hasil Erosi (ton)
1	2009	Ringan	17,451
2	2010	Ringan	18,783
3	2011	Ringan	17,827
4	2012	Ringan	25,705
5	2013	Ringan	31,618
6	2014	Ringan	26,171

Sumber : Perhitungan Erosi dengan metode USLE

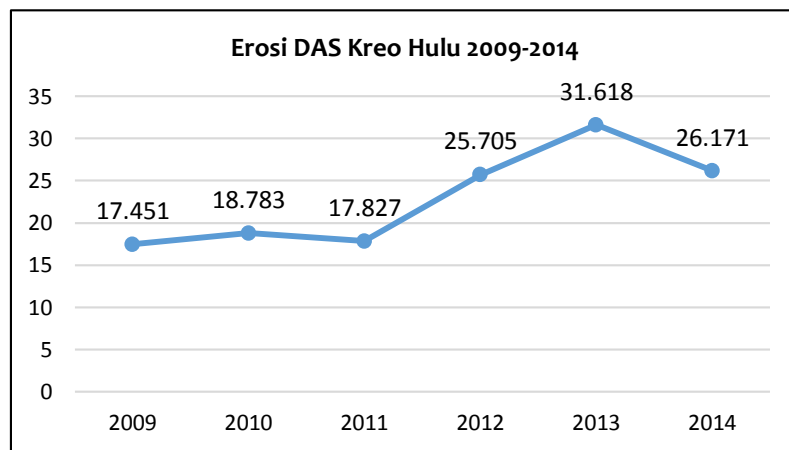
Distribusi spasial prediksi erosi DAS Kreo Hulu dapat dilihat pada Peta Distribusi Prediksi Erosi DAS Kreo Hulu 2009-2014 yang disajikan pada gambar dibawah.



Sumber: Perhitungan Erosi dengan metode USLE dan Analisis Spasial, 2016

GAMBAR 4.
DISTRIBUSI PREDIKSI EROSI DAS KREO HULU TAHUN 2009-2014

Secara grafik, prakiraan hasil erosi DAS Kreo Hulu tahun 2009-2014 disajikan pada grafik dibawah ini;



Sumber : Perhitungan Erosi dengan metode USLE

GAMBAR 5.
GRAFIK EROSI TERTIMBANG TAHUN 2009-2014

TABEL 9.
ANALISIS MODEL EROSI DAS KREO HULU

Tahun	Variabel					Kondisi dan Distribusi Rawan Erosi	Erosi (ton/ha)
	Indeks Erosivitas	Indeks Erodibilitas	Indeks Kemiringan Lereng	Indeks Pengelolaan Tanaman	Indeks Tindakan Khusus Konservasi Tanah		
	(R)	(K)	(LS)	(C)	(P)		
2009	Nilai R dari Stasiun ARR berturut-turut adalah 297,01; 112,92; 267,67	DAS Kreo Hulu memiliki 4 jenis tanah yaitu latosol	DAS Kreo Hulu memiliki 5 Klasifikasi Kemiringan lereng, yaitu	Terdapat 10 penggolongan tutupan lahan, yaitu tanah	Terdapat 7 penggolongan tindakan khusus konservasi tanah	Berdasarkan pemodelan spasial erosi dengan data curah hujan <i>Automatic Rain Recorder</i> yaitu Jatibarang, Gonoharjo dan Gunungpati tahun 2009-2014 diperoleh distribusi spasial prediksi erosi DAS Kreo Hulu dari nilai erosi sangat tinggi dengan wilayah desa/kelurahan Gunungpati, Banjarejo, Karangmalang, Lebak dan Cepoko. Erosi berat dan sedang meliputi sebagian wilayah Pasigitan, Branjang, Kalisidi, dan Tinjomoyo. Sedangkan erosi rendah sampai sangat rendah menyebar hampir seluruh wilayah DAS Kreo Hulu. Distribusi spasial prediksi erosi DAS Kreo Hulu dapat dilihat pada Peta distribusi prediksi Erosi DAS Kreo Hulu 2009-2014.	17,45
2010	Nilai R dari Stasiun ARR berturut-turut adalah 541,34; 244,51; 412,89	dengan kepekaan erosi sebesar 0,075, tanah regosol	; Datar, Landai, Miring, Terjal, dan Sangat Terjal.	terbuka/tanpa tanaman, sawah, tegalan, jagung, padi, kopi, pisang, kebun	berdasarkan penyesuaian tindakan khusus konservasi tanah yaitu penanaman menurut kontur >20%, penanaman menurut kontur 9-20%, teras tradisional, gundulan dengan rumput		18,78
2011	Nilai R dari Stasiun ARR berturut-turut adalah 462,46; 1545,78; 563;65	dengan kepekaan erosi 0,301, tanah medieran	Dengan persebaran kelerengan yang merata.	campuran, hutan alam, hutan produksi, semak belukar/padang rumput.	penanaman menurut kontur >20%, penanaman menurut kontur 9-20%, teras tradisional, gundulan dengan rumput		17,83
2012	Nilai R dari Stasiun ARR berturut-turut adalah 255,59; 106,98; 357,28	dengan kepekaan erosi 0,221 dan tanah grumusol			penanaman menurut kontur >20%, penanaman menurut kontur 9-20%, teras tradisional, gundulan dengan rumput		25,71
2013	Nilai R dari Stasiun ARR berturut-turut adalah 421,37; 302,29; 393,17	dengan kepekaan erosi 0,176.			kuat, teras bangku kualitas jelek, teras bangku kualitas sedang, dan tanpa konservasi.		31,62
2014	Nilai R dari Stasiun ARR berturut-turut adalah 417,02; 218,25; 366,24						26,17

Sumber : Hasil Analisis, 2016

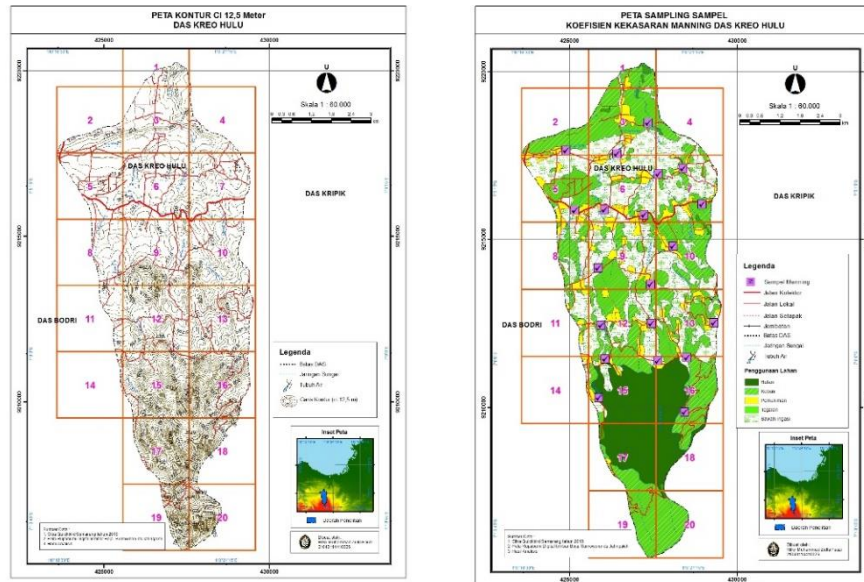
Analisis Perhitungan Hasil Sedimen (Sediment Yield)

Prakiraan hasil sedimen pada penelitian ini diperoleh berdasarkan perhitungan dua faktor yang berpengaruh terhadap sedimentasi. Kedua faktor tersebut nilai erosi, dan nilai SDR (*Sediment Delivery Ratio*). Rumus prakiraan hasil sedimen yang lebih jelas yaitu berdasarkan *SCS National Engineering Handbook* (DPMA, 1984 dalam Asdak, 2007:406) sebagai berikut;

Analisis Perhitungan Sediment Delivery Ratio (SDR)

Berdasarkan pembuatan peta kontur menggunakan data DEM SRTM 25m (peta kontur disajikan pada Gambar 4.10), diperoleh interval kontur 12,5 meter dengan panjang masing-masing garis kontur yang berbeda. Kemiringan lereng rata-rata DAS (S) diperoleh berdasarkan perhitungan matematis antara jumlah panjang garis kontur (m), interval kontur (h) serta luas DAS (A).

$$\begin{aligned}
 m &= 709651,21 = 709,65 \text{ km} \\
 h &= 12,5 \text{ m} = 0,0125 \text{ km} \\
 A &= 4.896,19 \text{ Ha} = 48,9619 \text{ km}^2 \\
 S &= \frac{m \cdot h}{A} = \frac{709,65 \cdot 0,0125}{4896,19} = 0,18
 \end{aligned}$$



Sumber : Hasil Analisis dan BPDAS Pemali Jratun, 2016

GAMBAR 6.
PETA KONTUR DAN PETA SAMPEL MANNING DAS KREO HULU

Berdasarkan perhitungan diperoleh nilai S pada DAS Kreo Hulu sebesar 0,18. Perhitungan selanjutnya adalah nilai n. Nilai n diperoleh berdasarkan hasil pengamatan lapangan dan pengolahan data nilai n (lampiran) n dihitung dengan cara menjumlahkan nilai n₀ sampai n₄ kemudian dibagi dengan m₅. Berdasarkan hasil perhitungan, diperoleh nilai n sebesar 0,81. Besar perhitungan nilai S dan n merupakan hasil pengamatan keadaan saluran yang dilakukan menggunakan spasial sampling grid yang dengan kebutuhan jumlah 20 sampel dengan sasumsi setiap grid mewakili karakteristik fisik yang sama.

$$\begin{aligned}
 S &= 0,18 \\
 n &= 0,81 \\
 A &= 4896,19 \text{ ha} \\
 SDR &= S \cdot \frac{(1 - 0,8683(A^{-0,2018}))}{2(S+50 \cdot n)} + 0,8683 (A^{-0,2018}) \\
 &= 0,18 \cdot \frac{(1 - 0,8683(4.896,19^{-0,2018}))}{2(1,82+50 \cdot n)} + 0,8683 (4896,19^{-0,2018}) \\
 &= 0,156
 \end{aligned}$$

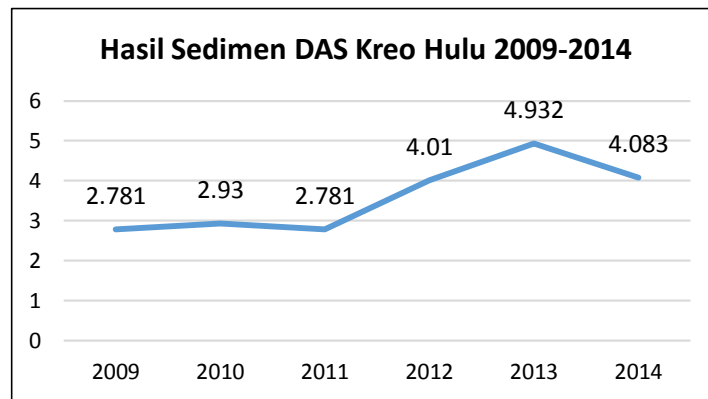
Berdasarkan hasil perhitungan diatas, maka diperoleh nilai SDR sebesar 0,156. Nilai SDR tersebut digunakan untuk menghitung prakiraan sedimen pada DAS Kreo Hulu.

Prakiraan hasil sedimen pada penelitian ini diperoleh berdasarkan perhitungan tiga faktor yang berpengaruh terhadap sedimentasi. Ketiga faktor tersebut yaitu nilai erosi, nilai SDR, serta luas DAS Penelitian. Berdasarkan perhitungan faktor tersebut, diperoleh nilai prakiraan hasil sedimen DAS Kreo Hulu tahun 2009-2014 berdasarkan table dibawah ini.

TABEL 10.
PERHITUNGAN PRAKIRAAN HASIL SEDIMEN DAS KREO HULU 2009-2014

No	Tahun Kejadian	Hasil Erosi (ton)	Luas (Ha)	SDR (Sediment Delivery Ratio)	Hasil Sedimen
1	2009	17,827	4896,19	0.156	2,781
2	2010	18,783	4896,19	0.156	2,930
3	2011	17,827	4896,19	0.156	2,781
4	2012	25,705	4896,19	0.156	4,010
5	2013	31,618	4896,19	0.156	4,932
6	2014	26,171	4896,19	0.156	4,083
Total Hasil Sedimen					21,517

Sumber : Hasil Analisis, 2016



Sumber : Hasil Analisis, 2016

GAMBAR 7.
GRAFIK SEDIMEN TERTIMBANG TAHUN 2009-2014

Validasi Model

Validasi merupakan tahap akhir dari suatu pemodelan spasial. Validasi dilakukan untuk menguji apakah hasil pemodelan dapat secara tepat memprediksi suatu kasus. Dalam penelitian ini, validasi dilakukan untuk menguji apakah pemodelan yang telah dibuat dapat memprediksi erosi dan hasil sedimen secara tepat. Validasi dilakukan melalui observasi lapangan.

Observasi dilakukan khususnya pada daerah yang memiliki kerawanan erosi yang tinggi. Kegiatan validasi model dilakukan menggunakan alat bantu perekam berupa kamera serta menggunakan GPS (*Global Positioning System*). Penentuan titik lokasi sampel dilakukan secara merata pada seluruh wilayah DAS Kreo Hulu dengan pendekatan *Spatial Sampling*

menggunakan teknik *grid spatial*. Dengan asumsi 1 *grid* dianggap mewakili karakteristik fisik yang sama dengan luas 20 ha², sehingga dalam kesatuan DAS Kreo Hulu terdapat 20 *grid* sampel dan titik. Berikut adalah peta validasi model yang dilakukan.

Tindakan Konservasi DAS Kreo Hulu

Berdasarkan pengamatan lapangan yang dilakukan, masyarakat di DAS Kreo Hulu sudah mengenal teknik konservasi tanah. Penerapan konservasi tanah pada lahan usaha tani dilakukan dengan cara vegetatif, mekanik, kimia atau kombinasi antara vegetatif dan mekanik, mekanik dan kimia, kimia dan vegetatif serta kombinasi ketiganya. Konservasi tanah dengan cara mekanik, vegetatif dan kimia pada dasarnya bertujuan mengurangi laju aliran permukaan dan meningkatkan laju infiltrasi air ke dalam tanah.

Ketiga cara konservasi tanah tersebut lebih menitikberatkan pada aspek fisik lahan usaha tani. Salah satu bentuk konservasi tanah adalah membuat sistem teras lahan di berbagai tempat di DAS Kreo Hulu seperti gambar dibawah ini.



Sumber : Survey Lapangan, 2016

GAMBAR 8.
SISTEM PERTANIAN TERAS LAHAN UNTUK MENGURANGI LAJU EROSI TANAH
AKIBAT RUN-OFF AIR PERMUKAAN

Untuk mengurangi laju aliran permukaan dan meningkatkan laju infiltrasi, kondisi fisik lahan usaha tani pada DAS Kreo Hulu didesain sedemikian rupa sehingga tujuan untuk mengurangi laju permukaan dan meningkatkan laju infiltrasi dapat dicapai. Peningkatan laju aliran permukaan dan penurunan laju infiltrasi yang terjadi pada lahan usaha tani berkaitan dengan efektifitas penerapan jenis konservasi tanah jika mempertimbangkan kesesuaian aspek fisik lahan tidak akan efektif tanpa mempertimbangkan kondisi sosial ekonomi petani. Salah satu bentuk penerapan konservasi air yaitu membuat dinding irigasi untuk mengurangi laju erosi tanah seperti gambar dibawah ini,



Sumber : Survey Lapangan, 2016

GAMBAR 9.
BANGUNAN IRIGASI UNTUK MENGURANGI LAJU EROSI TANAH
AKIBAT RUN-OFF AIR PERMUKAAN

Disamping bentuk-bentuk konservasi lahan diatas perlu adanya penilaian terhadap pelaksanaan rencana konservasi lahan DAS Kreo Hulu dan dampak kegiatan pengelolaan DAS terhadap parameter pengelolaan DAS (debit dan erosi) harus dilakukan dengan ditunjang sistem informasi pengelolaan DAS Kreo Hulu secara holistik. Sistem informasi pengelolaan DAS Kreo Hulu dilakukan dalam bentuk monitoring dan evaluasi terhadap kinerja tiap sektor, pemerintah daerah dan masyarakat dalam melaksanakan peran dan tanggung jawabnya serta dampak pengelolaan DAS Kreo Hulu. Karena informasi dari hasil monitoring dan evaluasi pelaksanaan perencanaan ini akan membantu pengambilan keputusan dalam menyusun rencana pengelolaan sehingga pengelolaan DAS dapat dilakukan secara efektif agar tercapai kesejahteraan masyarakat baik generasi sekarang maupun generasi yang akan datang di wilayah DAS Kreo Hulu

KESIMPULAN

Sesuai hasil penelitian, pengukuran dan analisis data penelitian diperoleh kesimpulan sebagai berikut.

- Nilai erosivitas hujan bervariasi disebabkan oleh perbedaan curah hujan dan intensitas hujan yang terjadi di masing-masing stasiun. Jumlah dan intensitas hujan (mm/jam) yang tinggi akan menyebabkan erosi yang semakin tinggi, begitu juga sebaliknya.
- Besarnya nilai erodibilitas tanah pada unit lahan disebabkan oleh rendahnya kandungan bahan organik, permeabilitas tanah, serta tingginya kandungan pasir halus dan debu yang artinya semakin tinggi kandungan pasir halus dan debu, maka semakin tinggi nilai erodibilitas tanahnya.
- Faktor panjang dan kemiringan lereng mempunyai pengaruh terhadap volume aliran permukaan sehingga mempengaruhi kemampuan tererosinya tanah walaupun pengaruhnya tidak sebesar pengaruh hujan sebagai faktor kinetik yang paling mempengaruhi.

- Indeks pengelolaan tanaman DAS Kreo Hulu terdapat 10 penggolongan tutupan lahan, yaitu tanah terbuka/tanpa tanaman, sawah, tegalan, jagung, padi, kopi, pisang, kebun campuran, hutan alam, hutan produksi, semak belukar/padang rumput. Faktor ini mengukur pengaruh bersama jenis tanaman dan pengelolaannya.
- Terdapat 7 faktor beberapa tindakan khusus konservasi tanah dalam DAS Kreo Hulu, yaitu penanaman menurut kontur >20%, penanaman menurut kontur 9-20%, teras tradisional, gundulan dengan rumput penguat, teras bangku kualitas jelek, teras bangku kualitas sedang, dan tanpa konservasi.
- Prakiranan erosi yang termuat dalam DAS Kreo Hulu menggunakan metode USLE dari tahun 2009-2014 berurut-turut diperoleh sebesar 17,45 ton; 18,78 ton; 17,83 ton; 25,70 ton; 31,62 ton; 26,17 ton.
- Prakiranan hasil sedimen pada penelitian ini diperoleh berdasarkan perhitungan ketiga faktor yang berpengaruh terhadap sedimentasi. Ketiga faktor tersebut nilai erosi, nilai SDR serta luas DAS. Berdasarkan perhitungan faktor tersebut, diperoleh nilai prakiranan hasil sedimen DAS Kreo Hulu tahun 2009-2014 berurut-turut adalah 2,78 ton, 2,93 ton; 2,78 ton; 4,01 ton; 4,93 ton; 4,08 ton.
- Distribusi spasial prediksi erosi DAS kreowulu dari nilai erosi sangat tinggi ialah sebagian besar wilayah desa/kelurahan Gunungpati, Banjarejo, Karangmalang, Lebak dan Cepoko. Erosi berat dan sedang meliputi sebagian wilayah Pasigitan, Branjang, Kalisidi, dan Tinjomoyo. Sehingga perlu adanya peningkatan tindakan konservasi lahan alternatif secara mekanis dan vegetatif di DAS Kreo Hulu dan dapat dilakukan dengan berdasarkan pada jenis tindakan konservasi yang harus dilakukan sesuai dengan karakteristik lahan dan kemampuan lahan, partisipasi dan pemberdayaan masyarakat sekitar DAS Kreo Hulu. Faktor-faktor yang masih dapat direkayasa oleh manusia berupa;
 - a. Pengolahan tanah sebagai upaya untuk menggemburkan tanah;
 - b. Pengolahan tanah dengan memperhatikan bentuk kontur yang ada;
 - c. Pembuatan sumur resapan;
 - d. Pembuatan sedimen trap di daerah hulu yang mempunyai erodibilitas tinggi untuk meminimalisir terjadinya erosi di bagian hulu dan bahaya sedimentasi di hilir DAS.

DAFTAR PUSTAKA

- Arsyad, Sitanala. 2006. Konservasi Tanah dan Air. Bogor: Penerbit IPB Press.
- Arsyad, S. 2010. Konservasi Tanah dan Air, Edisi: II. Bogor: IPB Press
- Asdak, Chay. 2007. Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press
- BPDAS Pemali Jratun. 2005. Laporan Monev pada Catchment Sub DAS Garang Hulu Tahun 2005, Laporan Monev, Semarang, Departemen Kehutanan
- Hardiyatmo, H.C. 2006. Penanganan Tanah Longsor dan Erosi. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press
- Setyowati, D.L. 2011. DAS Garang Hulu Tata Air, Erosi dan Konservasinya. Semarang. CV. Widya Karya
- Subagyo, K. 2003. Teknik Konservasi Tanah Secara Vegetatif, Balai Penelitian Tanah, Jakarta.
- Suhartanto, E. 2008. Panduan AVSWAT 2000 dan Aplikasinya di Bidang Teknik Sumberdaya Air. Malang: CV. Asrori
- Suripin. 2004. Pelestarian Sumberdaya Tanah dan Air. Yogyakarta: ANDI Yogyakarta

Weischmeir dan D/D Smith. 1978. Predicting Rainfall Erosion Losses a guide to Conservation Planning. U.S. Department of Agriculture. Agriculture Hand Book No. 537.

Wijayanto, Y.T. 2011. Simulasi Model MUSLE dalam Prediksi Sedimentasi di Sub DAS Garang Hulu, Skripsi. Semarang. Universitas Negeri Semarang.