

# STUDI PENANGANAN KONSERVASI LAHAN DI SUB DAS KEDUANG DAS BENGAWAN SOLO KABUPATEN WONOGIRI

Mahyaya M. Rahman<sup>1</sup>, Donny Harisuseno<sup>2</sup> dan Dian Sisanggih<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Program Magister Teknik Pengairan Universitas Brawijaya Malang

<sup>2</sup>Dosen Jurusan Teknik Pengairan Universitas Brawijaya Malang

**Abstrak:** Keberadaan Waduk Gajah Mungkur (WGM) mempunyai fungsi utama sebagai pengendali banjir, irigasi, pemasok air minum, dan penghasil tenaga listrik. Namun tahun 2008 terjadi banjir besar di sepanjang aliran Bengawan Solo akibat adanya pendangkalan (sedimentasi). Studi JICA diketahui rata-rata sedimen tahunan periode 1993-2004 sebesar 3,18 juta m<sup>3</sup>. Sedimen terbesar adalah erosi sungai Keduang yaitu sekitar 33% dari total keseluruhan sedimentasi.

Penentuan besarnya laju erosi dan sedimen di Sub DAS Keduang dengan AVSWAT 2000 didapat erosi total sebesar 172.2379 ton/ha/. Sedangkan total sedimen yang masuk ke outlet sekitar 1.152.435,58 ton/ha/ tahun. Selain itu juga hutan yang ada hanya 319,17 ha atau 0,87% dari luas Sub DAS seluruhnya.

Penanganan konservasi secara vegetatif berdampak pada kelestarian alam jangka panjang yaitu dengan tanaman tahunan yang produktif dan bernilai ekonomi berupa tanaman Jarak, Kakao, Mete, Tebu, Jeruk dan tanaman rumput gajah. Sedangkan tindakan konservasi mekanis hanya bersifat sementara seperti membuat bangunan pengendali sedimen atau Check DAM.

**Kata kunci:** erosi, sedimentasi dan konservasi.

**Abstract:** The presence of reservoir Gajah Mungkur (WGM) has the primary function as flood control, irrigation, drinking water suppliers, and producing electricity. But the great flood of 2008 occurred along the Bengawan Solo River flow due to siltation (sedimentation). Studi JICA ascertainable average annual sediment 1993-2004 period of 3.18 million m<sup>3</sup>. Sediment Keduang largest river erosion is about 33% of the total sedimentation.

The determination of the rate of erosion and sediment in the sub-watershed Keduang with Erosion AVSWAT 2000 obtained a total of 172.2379 tons/ha/year. While the total sediment entering the outlet approximately 1,152,435.58 tons/ha/year. In addition, there are forests only 319.17 ha or 0.87% of total sub-watershed.

Vegetatif conservation treatment affects the long-term preservation of nature is a perennial plant that productive and economic value of crop Distance, cocoa, cashew, sugar cane, citrus and grass plants. But mechanical conservation measures only temporary sediment controls such as making buildings or Check Dam.

**Key words:** erosion, sedimentation and conservation

Keberadaan Waduk Gajah Mungkur (WGM) saat ini adalah hal yang menjadi perhatian bersama. Di satu sisi, keberadaan waduk yang mulai beroperasi tahun 1982 tersebut mempunyai fungsi utama yang vital sebagai pengendali banjir, irigasi, pemasok air minum, dan penghasil tenaga listrik. Namun di sisi lain, pada tahun 2008 telah terjadi banjir besar di sepanjang aliran Bengawan Solo akibat adanya pendangkalan (sedimentasi), yang menyebabkan kerugian material yang cukup besar. Diperkirakan jumlah sedimen yang masuk ke waduk mencapai 100 juta m<sup>3</sup>. Bahkan, hasil studi penanganan sedimentasi yang

dilakukan Japan International Cooperation Agency (JICA) diketahui bahwa rata-rata sedimen tahunan dalam periode 1993-2004 sebesar 3,18 juta m<sup>3</sup>. Berdasarkan data dari Comprehensive Development Management Plan (CDMP) pada tahun 1999 s.d. 2000 sedimentasi WGM sudah sangat besar sehingga mengurangi daya tampung waduk. Pada tahun 1982 sebagai awal dioperasikannya WGM daya tampung waduk adalah 660 juta m<sup>3</sup>, temuan terakhir pada oktober 2007 terdapat sedimen sebesar 151,50 juta m<sup>3</sup> sehingga daya tampungnya hanya sebesar 500 juta m<sup>3</sup> saja. Penyumbang sedimen terbesar adalah erosi

dari sungai Keduang yaitu sekitar 33% dari total keseluruhan sedimentasi yang terjadi di WGM. Sumber sedimentasi itu berasal dari erosi permukaan tanah, penebangan pohon di daerah tangkapan air, dan kerusakan DAS yang merupakan lahan pasang surut. Prof Dr Ir Purwanto menambahkan, erosi lahan tegalan memasok sedimen sebesar 53% atau 9,1 juta ton, tegalan di pekarangan rumah warga memasok 3,8 juta ton (22%), kawasan permukiman 1,8 juta ton, dan kawasan hutan Negara 1,5 juta ton. Luas lahan kritis yang berada di daerah tampungan air (DTA) waduk sekitar 1.087 km<sup>2</sup> atau sebesar 80,50% dari DTA waduk secara keseluruhan.

Salah satu penyebab banjir di sepanjang aliran WS Bengawan Solo pada tahun 2007-2009 adalah karena pendangkalan WGM akibat sedimentasi yang berlebihan yang mengakibatkan kapasitas waduk menjadi berkurang. Erosi yang terjadi sebagai akibat pengelolaan tanah yang melebihi batas kemampuan dan tanpa adanya kesadaran untuk melakukan usaha-usaha konservasi. Perubahan penggunaan lahan adalah hal yang tidak dapat dihindari pada perkembangan wilayah di sepanjang sungai dan daerah tangkapan-nya. Hal ini disebabkan oleh adanya peningkatan jumlah penduduk, kebutuhan lahan yang mau tidak mau akan mengakibatkan perubahan penggunaan lahan. Perilaku masyarakat banyak berpengaruh terhadap penggunaan lahan. Tentu saja hal ini mengakibatkan terjadinya perubahan jenis dan jumlah vegetasi penutup tanah sehingga tanah-tanah yang rusak semakin meningkat. Pada akhirnya kondisi ini ikut mempengaruhi kondisi sub DAS dan juga DAS secara keseluruhan.

Melihat begitu kompleks dan beragamnya permasalahan di kawasan WGM sebagai bagian dari DAS Bengawan Solo Hulu maka perlu untuk mengkaji upaya penanganan konservasi lahan yang dilakukan secara terpadu (*Integrated Water Resources Management*) terutama di Sub DAS Keduang yang memiliki andil terbesar terhadap berkurangnya umur dan fungsi waduk.

## TINJAUAN PUSTAKA

Siklus hidrologi menggambarkan fenomena alam yang menghubungkan erosi, sedimentasi dan limpasan. Terjadinya erosi tergantung dari beberapa faktor yaitu karakteristik hujan, kemiringan lereng, tanaman penutup dan kemampuan tanah untuk menyerap dan melepas air ke dalam lapisan tanah dangkal, dampak dari erosi tanah dapat menyebabkan sedimentasi di sungai sehingga dapat mengurangi daya tampung sungai, dengan berkurangnya daya tampung sungai apa-

bila ada aliran air yang cukup besar akan menyebabkan banjir.

Pengelolaan DAS adalah salah satu formulasi dan implementasi kegiatan atau program yang bersifat manipulasi sumber daya alam dan manusia yang terdapat di daerah aliran sungai untuk memperoleh manfaat produksi dan jasa tanpa menyebabkan terjadinya kerusakan sumber daya air dan tanah. Termasuk dalam pengelolaan DAS adalah identifikasi keterkaitan antara tata guna lahan, tanah dan air, dan keterkaitan antara daerah hulu dan hilir suatu DAS (Asdak, 2004:5).

Meningkatnya Bencana Banjir dan tanah longsor tampaknya terkait erat dengan meningkatnya kerusakan lingkungan di wilayah daerah aliran sungai (DAS). Hal ini ditunjukkan dengan meningkatnya jumlah DAS kritis. Dalam kurun waktu 20 tahun (1884–2004) jumlah DAS kritis di Indonesia meningkat dari 22 menjadi 65 (Slamet Riayadhi dkk, mengutip informasi Krisfianti Ginoga dkk, 2006).

Kerusakan wilayah DAS pada umumnya juga terkait dengan kerusakan kawasan hutan yang seharusnya berperan dalam perlindungan lingkungan, oleh sebab itu kerusakan hutan tersebut selalu dituding sebagai penyebab terjadinya bencana banjir dan tanah longsor.

## Erosi dan Sedimentasi

Erosi adalah suatu peristiwa hilang atau terkikisnya tanah atau bagian tanah dari suatu tempat yang tersangkut ketempat lain, baik disebabkan oleh pergerakan air atau angin (Arsyad, 1983). Proses hidrologi secara langsung dan tidak langsung akan berhubungan dengan terjadinya erosi, transportasi sedimen, deposisi sedimen di daerah hilir, serta mempengaruhi karakter fisik, biologi, dan kimia. Terjadinya erosi ditentukan oleh faktor-faktor iklim (intensitas hujan, topografi, karakteristik tanah, vegetasi penutup tanah, dan tata guna lahan).

Proses erosi bermula dengan terjadinya penghancuran agregat tanah sebagai akibat pukulan air hujan yang mempunyai energi lebih besar dari pada daya tahan tanah. Pada saat hujan mengenai kulit bumi, maka secara langsung akan menyebabkan hancurnya agregat tanah. Penghancuran dari agregat tanah dipercepat dengan adanya daya penghancur dan daya urai dari tanah itu sendiri. Hancurnya agregat tanah akan menyumbat pori-pori tanah, kemudian kapasitas infiltrasi tanah akan menurun dan mengakibatkan air akan mengalir dipermukaan dan disebut sebagai limpasan permukaan. Limpasan permukaan mempunyai energi untuk mengikis dan mengangkut

partikel tanah yang telah hancur. Selanjutnya jika tenaga limpasan permukaan sudah tidak mampu lagi mengangkut bahan-bahan yang telah terhancurkan tersebut, maka bahan-bahan ini akan diendapkan. Dengan demikian ada tiga proses kejadian yang berurutan yaitu: Proses pengelupasan tanah (*detachment*), pengangkutan tanah (*transportation*) dan pengendapan tanah (*sedimentation*).

Ada beberapa cara pengamatan atau pengukuran erosi yang terjadi, antara lain dengan pengamatan langsung dilapangan, interpretasi data topografi dan foto udara serta pengukuran langsung dengan percobaan.

### Analisa Laju Erosi AVSWAT 2000 Dengan Metode MUSLE (Modified Universal Soil Loss Equation)

Metode MUSLE merupakan modifikasi dari USLE (*Universal Soil Loss Equation*) yang dikembangkan oleh Williams (1995) adalah sebagai berikut: (SWAT *Theoretical Documentation 2000, 2002: 216*)

$$sed = 11.8(Q_{surf} \cdot q_{peak} \cdot area_{hru})^{0.56} \cdot K_{USLE} C_{USLE} P_{USLE} LS_{USLE} CFRG$$

dengan:

*sed* = hasil sedimen per hari (ton)

*Q<sub>surf</sub>* = volume aliran limpasan permukaan (mm/ha)

*q<sub>peak</sub>* = debit puncak limpasan (peak runoff rate) (m<sup>3</sup>/dtk)

*areahru* = luas hru (*hydrologic response unit*) (ha)

*K<sub>USLE</sub>* = faktor erodibilitas tanah USLE

*C<sub>USLE</sub>* = faktor pengelolaan cara bercocok tanam USLE

*P<sub>USLE</sub>* = faktor praktek konservasi tanah (cara mekanik) USLE

*LS<sub>USLE</sub>* = faktor topografi USLE

*CFRG* = faktor pecahan batuan kasar

### Tingkat Bahaya Erosi

Tingkat bahaya erosi (TBE) diperoleh dengan cara membandingkan dengan tingkat erosi pada suatu unit lahan dengan kedalaman efektif. Klasifikasi tingkat bahaya erosi dapat dilihat pada Tabel 1 berikut.

### Kelas Kemampuan Lahan

Pekerjaan yang dilakukan untuk menilai faktor-faktor yang menentukan daya guna lahan, kemudian mengelompokkan atau menggolongkan penggunaan lahan sesuai dengan sifat yang dimiliki disebut Klasifikasi kemampuan lahan (*Land Capability Clas-*

**Tabel 1. Kelas Tingkat Bahaya Erosi**

Solum Tanah (cm)	Kelas Erosi				
	I	II	III	IV	V
	Erosi (ton/ha/tahunan)				
	< 15	15 – 60	60 – 180	180 – 480	> 480
Dalam > 90	SR 0	R I	S II	B III	SB IV
Sedang 60 – 90	R I	S II	B III	SB IV	SB IV
Dangkal 30 – 60	S II	B III	SB IV	SB IV	SB IV
Sangat Dangkal <30	B III	SB IV	SB IV	SB IV	SB IV

Keterangan : 0 – SR = Sangat Ringan

I – R = Ringan

II – S = Sedang

III – B = Berat

IV – SB = Sangat Berat

sifikasi). Dalam pekerjaan klasifikasi kemampuan lahan yang dinilai hanyalah faktor pembatasan lahan, jadi hanya kualitas lahan. Lebih khusus lagi kualitas lahan dalam hubungannya dengan erosi. Dalam pekerjaan kesesuaian lahan, disamping faktor pembatas (kualitas lahan) juga dinilai keperluan (*requirement*) tanaman yang akan diusahakan. Kualitas lahan juga lebih luas, tidak saja yang berhubungan dengan erosi, tetapi juga faktor yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman, misalnya derajat keasaman dan kesuburan tanah.

### Arahan Fungsi Kawasan

Menurut asdak, 2004 analisa fungsi kawasan ditetapkan berdasarkan kriteria dan tata cara penetapan hutan lindung dan hutan produksi yang berkaitan dengan SK menteri Pertanian No 387 dan karakteristik fisik DAS yaitu kemiringan lereng, jenis tanah menurut kepekaannya terhadap erosi, dan curah hujan harian rata-rata.

Untuk karakteristik DAS yang terdiri dari kemiringan lereng, jenis tanah, dan curah hujan harian rata-rata pada setiap satuan lahan diklasifikasikan dan diberi skor sebagai berikut.

**Tabel 2. Skor Kemiringan Lereng Arahan RLKT**

Kemiringan Lereng	Nilai Skor
Kelas 1 : 0 - 8% (datar)	20
Kelas 2 : 8 - 15% (landai)	40
Kelas 3 : 15 - 25% (agak curam)	60
Kelas 4 : 25 - 45% (curam)	80
Kelas 5 : ≥ 45% (agak Curam)	100

Sumber : Asdak, 2004 : 415

**Tabel 3. Skor Tanah Menurut Kepekaannya Terhadap Erosi Arahan RLKT**

Kemiringan Lereng	Nilai Skor
Kelas 1 : Aluvial, Planosol, Hidromorf Kelabu, Laterik (tidak Peka)	15
Kelas 2 : Latosol (agak peka)	30
Kelas 3 : Tanah Hutan Cuklat, Tanah Mediteran (kepekaan sedang)	45
Kelas 4 : Andosol, Laterik, Grumosol, Pedsol, pedsolic (peka)	60
Kelas 5 : regosol, Litosol, Organosol, renzina (sangat peka)	75

Sumber : Asdak, 2004 : 416

**Tabel 4. Skor Intensitas Hujan Harian Rata-Rata Arah RLKT**

Kemiringan Lereng	Nilai Skor
Kelas 1 : $\leq 13,6$ mm/hari (sangat rendah)	15
Kelas 2 : 13,6 - 20,7 mm/hari (rendah)	30
Kelas 3 : 20,7 - 27,7 mm/hari (sedang)	45
Kelas 4 : 27,7 - 34,8 mm/hari (tinggi)	60
Kelas 5 : $\geq 34,8$ mm/hari (sangat tinggi)	75

Sumber : Asdak,2004 :416

Penerapan penggunaan lahan setiap satuan lahan ke dalam suatu kawasan fungsional dilakukan dengan menjumlahkan nilai skor ketiga faktor di atas dengan mempertimbangkan keadaan setempat.

**Tabel 5. Status Kawasan Berdasarkan Fungsi**

No	Fungsi	Nilai Skor
1	Kawasan Budidaya ( <i>cultivation zone</i> )	< 125
2	Kawasan Penyangga ( <i>Buffer Zone</i> )	125 - 175
3	Kawasan lindung ( <i>Protection Zone</i> )	> 175

Sumber : Asdak,2004

## Usaha Konservasi

Konservasi lahan adalah usaha yang dilakukan untuk meningkatkan produktivitas tanah. Pada umumnya konservasi tanah dimaksudkan untuk melindungi tanah dari curah langsung air hujan, meningkatkan kapasitas infiltrasi tanah, mengurangi limpasan permukaan, meningkatkan stabilitas agregat tanah (Hardjowigeno,1995:163).

## Metode Vegetatif

Metode vegetatif memanfaatkan bagian-bagian dari tanah untuk menahan air hujan agar tidak langsung mengenai tanah misalnya daun, batang, dan ranting. Selain itu akar tanaman juga berfungsi untuk memperbesar kapasitas infiltrasi tanah.

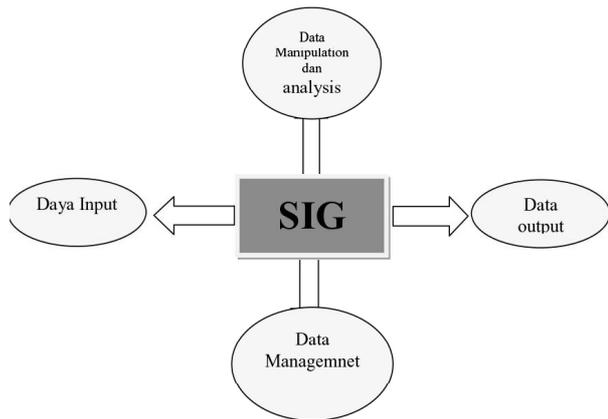
## Metode Mekanik (Sipil Teknis)

Usaha konservasi dengan mekanis bertujuan untuk memperkecil laju limpasan permukaan, sehingga daya rusaknya berkurang untuk menampung limpasan permukaan kemudian mengalirkannya melalui bangunan atau saluran yang telah dipersiapkan

## Sistem Informasi Geografis (SIG)

Menurut ESRI, 1990, SIG adalah kumpulan yang terorganisir dari perangkat keras komputer, perangkat lunak, data geografi dan personil yang dirancang secara efisien untuk memperoleh, menyimpan, mengupdate, memanipulasi, menganalisis dan menampilkan semua bentuk informasi yang bereferensi geografi.

Dalam SIG data tersimpan dalam format digital, jumlah data yang besar dapat tersimpan dan diambil kembali secara cepat dan efisien.



Sumber: Prahasta, 2001:59

**Gambar 1. Subsistem-subsistem SIG**

## AVSWAT 2000 (*Arc View Soil and Water Assessment Tool*)

AVSWAT 2000 adalah sebuah software yang berbasis Sistem Informasi geografis ArcView GIS (ESRI) sebagai extension (*Graphical user interface*) di dalamnya. Perangkat lunak ini dikeluarkan oleh Texas Water Resources Institute, College Station, Texas, USA. ArcView GIS sendiri merupakan salah satu dari sekian banyak program yang berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG).

AVSWAT 2000 merupakan perkembangan dari SWAT (*Soil and Water Assessment Tool*) yang tidak bekerja dalam software ArcView GIS. AVSWAT dirancang untuk memprediksi pengaruh manajemen lahan pada aliran air, sedimen, dan lahan pertanian dalam suatu hubungan yang kompleks pada suatu Daerah Aliran Sungai (DAS) Termasuk didalamnya jenis tanah, tata guna lahan dan manajemen kondisi lahan secara priodik. Untuk tujuan pemodelan, AVSWAT memudahkan pengguna (user) dengan melakukan pembagian suatu wilayah DAS yang luas menjadi beberapa bagian SubDAS-SubDAS untuk memudahkan dalam perhitungan.

Struktur data yang digunakan sebagai representasi dari kondisi asli kenampakan objek yang ada di bumi. Di dalam pengolahan data base, AVSWAT 2000 dibagi dalam dua kelompok data base data spasial yaitu basis data dalam struktur vektor dan basis data dalam struktur grid/raster.

Berbagai aplikasi yang sering memanfaatkan struktur data dalam bentuk grid antara lain adalah representasi kondisi elevasi (DEM), kemiringan (*slop*), atau juga sebaran dari distribusi curah hujan.

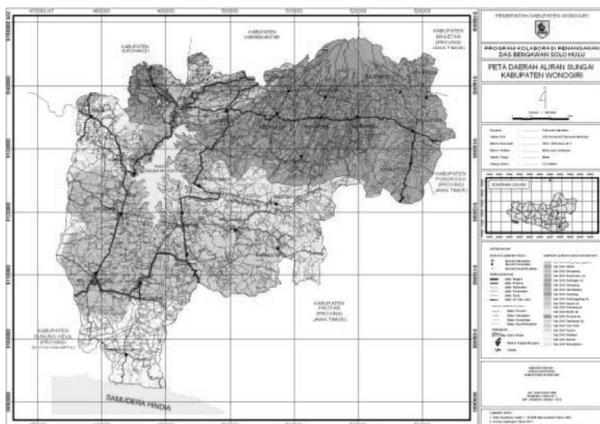
## METODE PENELITIAN

Langkah kegiatan penelitian dimulai dengan melakukan survey dan observasi serta pengumpulan data spasial dan non spasial yang diperlukan meliputi data curah hujan di 7 Stasiun, data debit dari AWLR, peta lokasi penelitian, peta Sub DAS dan jaringan sungai, peta kontur, peta tata guna lahan, peta jenis tanah, peta stasiun hujan dan peta kedalaman solum tanah. Melakukan analisa erosi lahan dari data hujan, peta kontur, peta tata guna lahan, peta jenis tanah dan solum tanah dengan bantuan software Arcview 3.3 dan AVSWAT 2000. Menentukan tingkat kekritisitas lahan dan kelas kemampuan lahan dari tingkat bahaya erosinya. Setelah didapatkan data tingkat kekritisitas lahan dan kelas kemampuan lahan dilanjutkan dengan menentukan usaha penanganan konservasi yang akan dilakukan, baik itu teknis maupun vegetatif.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Deskripsi lokasi penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada Sub DAS Keduang DAS Bengawan Solo Kabupaten Wonogiri. Secara umum luas Sub DAS Keduang yaitu  $\pm 36.664$  Ha atau 27,16 % dari total luas daerah tangkapan waduk Wonogiri. Posisi geografis terletak pada  $7^{\circ} 32' - 8^{\circ} 15' LS$  dan  $110^{\circ} 4' - 111^{\circ} 18' BT$  dan secara administratif sebagian besar wilayah terletak di Kabupaten Wonogiri dan sebagian kecil di wilayah Kabupaten Karanganyar. Sub DAS Keduang meliputi 9 kecamatan dan 91 desa dengan jumlah penduduk 339.074 jiwa atau 92.415 KK.



Gambar 2. Peta WGM dan Posisi Lokasi Sub DAS Keduang (*sumber: BAPPEDA Wonogiri*)

### Kondisi Iklim

Kabupaten Wonogiri, termasuk di dalamnya adalah Sub DAS Keduang memiliki iklim tropis yang dipengaruhi angin Munson. Curah hujan terendah sekitar 1800 mm/tahun dan tertinggi sekitar 2900 mm/

tahun. Suhu rata-rata tahunan sekitar  $26^{\circ} C$  dengan tingkat kelembaban udara berkisar antara 70 – 90 persen, sedangkan laju penguapan rata-rata sekitar 4,5 mm/hari.

### Kondisi Fisiografi dan Topografi

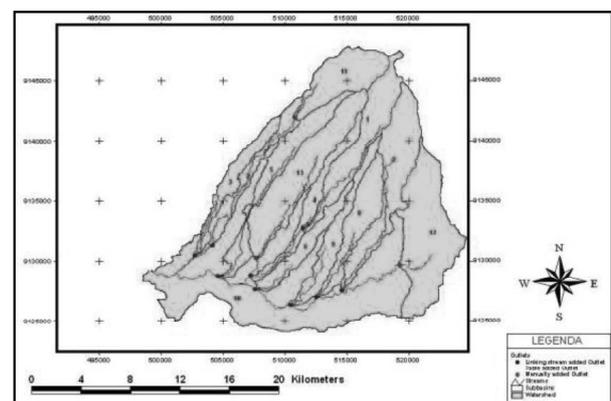
Wilayah Sub DAS Keduang memiliki gradien sungai utama sebesar 5.73% dan kemiringan rata-rata sub DAS-nya sebesar 21.08%. Bentuk sub DAS-nya membulat dan sebagian besar terdiri dari batuan vulkanik tua yang telah mengalami pengangkatan, patahan dan pelenturan. Sub DAS Keduang bertopografi dari datar sampai bergunung dengan titik elevasi terendah 127 m diatas permukaan laut (dpl) pada daerah genangan dan 1300 m dpl pada daerah lereng gunung Lawu.

### Kondisi Jenis Tanah

Berdasarkan atas peta tanah tinjau skala 1 : 250.000 tahun 1973 yang dikeluarkan oleh Lembaga Penelitian Tanah Bogor, Sub DAS Keduang memiliki beberapa jenis tanah dengan kedalaman tanah sangat bervariasi, pada umumnya untuk jenis tanah Litosol memiliki kedalaman tanah bervariasi antara kurang dari 10 cm, tanah Latosol dan Mediteran memiliki kedalaman 60–100 cm dan untuk tanah Grumusol dapat mencapai kedalaman tanah lebih dari 100 cm.

### Kondisi Penggunaan Lahan

Penggunaan lahan di Kabupaten Wonogiri mengalami perkembangan yang cukup cepat. Berdasarkan data BAPPEDA Kab. Wonogiri, penggunaan lahan untuk areal sawah 9.639 Ha (22,57%), areal bangunan dan pekarangan 11.351 Ha (26,61%), areal tegal 11.816 Ha (27,70%), areal padang rumput 71 Ha (0,17%), areal tambak & kolam 2.000 Ha (4,69%), areal hutan negara 4.802 Ha (11,26%), areal perkebunan 18 Ha (0,04%) dan lainnya 1.252 Ha (6,98%). Dengan penggunaan lahan terbesar untuk daerah tegalan yaitu 27,70% dan untuk penggunaan lahan perkebunan memiliki area terkecil yaitu 0,40%.



Gambar 3 Peta Batas Sub DAS Keduang

**Tabel 6 Data Atribut Sub DAS Keduang**

Subbasin	Luas Subbasin	Stream reach Panjang Lereng (LEN 1)	Subbasin Slope (SLO 1)	Stream reach Slope (SLL)	Stream reach Width (WID 1)	Stream reach Depth (DEP 1)	Elevation of Subbasin centroid (ELEV)
	(Ha)	(m)	(%)	(%)	(m)	(m)	
1	2490.50	25054.44	32.16	0.05	8.879	0.470	672.090
2	1203.25	19907.21	11.02	36.59	5.739	0.352	407.980
3	1146.56	18486.08	7.71	60.98	5.575	0.345	359.990
4	1190.31	22426.93	12.71	24.39	5.702	0.350	362.500
6	2091.38	24272.68	16.12	18.29	7.996	0.439	387.500
6	1151.44	15109.56	5.53	60.98	5.589	0.346	305.950
7	3204.88	25272.45	20.98	15.24	10.329	0.520	523.190
8	1828.44	18106.29	7.24	60.98	7.376	0.416	375.000
9	1491.63	21385.00	6.68	60.98	6.528	0.383	362.500
10	10684.56	55409.05	20.34	15.24	21.274	0.842	265.910
11	2191.00	12143.04	41.77	0.05	8.222	0.447	900.000
12	4443.06	14404.68	19.81	18.29	12.566	0.593	400.000
13	3547.56	23122.77	16.38	18.29	10.979	0.542	439.740
Total	36664.56						

Sumber: Pengolahan Data

**Tabel 7 Data Atribut Sungai di Sub DAS**

Subbasin	Luas Subbasin	Luas Area Cakupan (AREAC)	Panjang Sungai (LEN2)	Slope Sungai (SLO2)	Elevasi Minimum Sungai (MINEL)	Elevasi Maksimum Sungai (MAXEL)
	(Ha)	(Ha)	(m)	(%)	(m)	(m)
1	2490.50	2490.50	15537.00	3.06	287.50	762.50
2	1203.25	3394.25	18075.62	2.01	212.50	575.00
3	1146.56	1146.56	8223.37	1.37	187.50	300.00
4	1190.31	3680.81	9889.82	1.14	200.00	312.50
5	2091.38	2091.38	15762.38	1.82	175.00	462.50
6	1151.44	1151.44	4611.76	1.08	187.50	237.50
7	3204.88	3204.88	16937.02	2.10	237.50	593.02
8	1828.44	1828.44	9457.00	1.19	225.00	337.50
9	1491.63	1491.63	7521.05	1.00	212.50	287.50
10	10684.56	36664.56	29780.62	0.50	150.00	300.00
11	2191.00	2191.00	4500.75	4.17	575.00	762.50
12	4443.06	4443.06	4316.06	1.16	300.00	350.00
13	3547.56	3547.56	14001.80	1.85	212.50	471.55
Total	36664.56	67326.06				

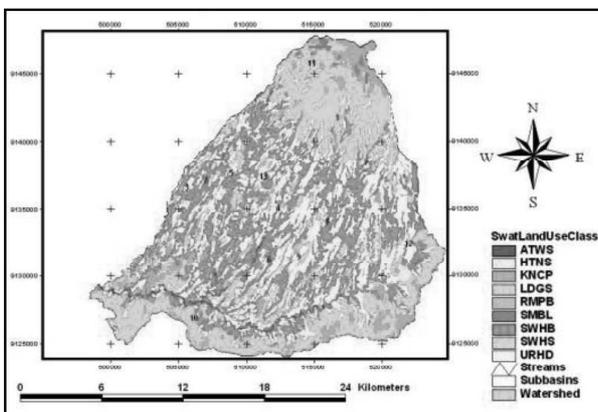
Sumber: Pengolahan Data

Dengan bantuan analisa AVSWAT 2000, kondisi sebaran tataguna lahan dan jenis tanah di wilayah Sub DAS Keduang disajikan dalam tabel dan gambar berikut:

**Tabel 8 Sebaran Tataguna Lahan**

No	Tataguna Lahan	Luas		
		Km <sup>2</sup>	Ha	% Luas
1	Air Tawar Sungai	35.65	3564.79	9.72
2	Hutan	3.19	319.17	0.87
3	Perkebunan/Kebun	52.98	5298.20	14.45
4	Tegalan/Ladang	137.93	13792.72	37.62
5	Padang Rumput	0.54	54.21	0.15
6	Semak Belukar	2.32	232.34	0.63
7	Sawah Tadah Hujan	80.39	8037.50	21.92
8	Pemukiman/Gedung	1.58	158.31	0.43
9	Total	52.06	5205.71	14.20
		366.65	36664.56	100.00

Sumber: Analisa spasial AVSWAT 2000

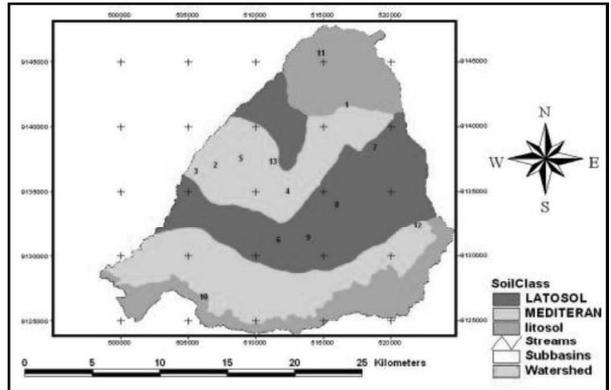


**Gambar 4 Sebaran Tataguna Lahan**

**Tabel 9. Sebaran Jenis Tanah**

No	Jenis Tanah	Luas		
		Km <sup>2</sup>	Ha	% Luas
1	Latosol	126.27	12627.27	34.44
2	Mediteran	148.38	14838.15	40.47
3	Litosol	91.99	9199.14	25.09
	Total	366.65	36664.56	100.00

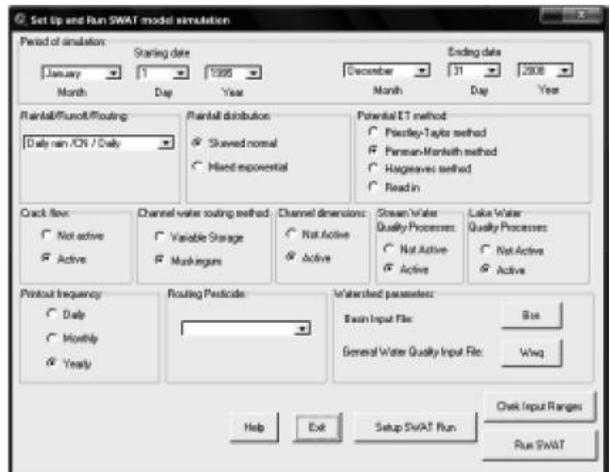
Sumber: Analisa spasial AVSWAT 2000



**Gambar 5 Sebaran Jenis Tanah**

**Running Simulation**

Simulasi dilakukan pada tiap periode per tahun, dimana pada kajian ini DAS Keduang di bagi menjadi 13 sub basin dengan menggunakan metode Pennman. Simulasi ini dimaksudkan untuk keperluan kalibrasi dan validasi data debit model dan data debit hasil pengukuran lapanggan selama 11 tahun.



**Gambar 6. Set Up Running Swat**

**Hasil Simulasi dan Kalibrasi**

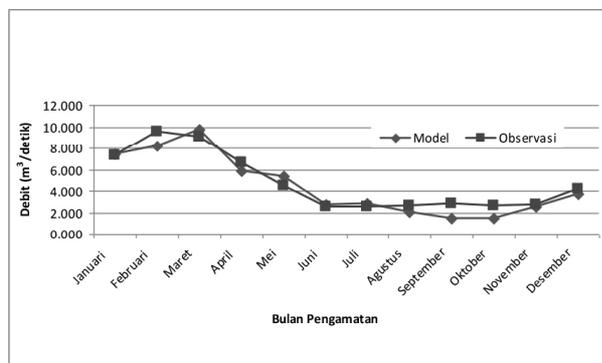
Teknik kalibrasi dalam model AVSWAT 2000 yaitu perbandingan antara hasil model AVSWAT 2000 dengan pengukuran di lapangan.

Dalam perhitungan prediksi ini yang ingin di dapatkan adalah erosi dan sedimen. Dimana yang mempengaruhi nilai tersebut dalam perhitungan berdasarkan input adalah jenis tanah, tata guna lahan, curah hujan dan debit.

**Tabel 10 Hasil Simulasi Debit AVSWAT 2000 Setelah Kalibrasi**

Bulan	Debit Rerata Bulanan (m <sup>3</sup> /detik)		KR (%)
	Model	Observasi	Q <sub>model</sub> terhadap Q <sub>obs</sub>
Januari	7.386	7.302	1.153
Februari	8.229	9.550	13.841
Maret	9.741	9.113	6.891
April	5.847	6.613	11.581
Mei	5.352	4.483	19.396
Juni	2.744	2.548	7.704
Juli	2.815	2.577	9.224
Agustus	2.046	2.612	21.665
September	1.494	2.865	47.851
Oktober	1.442	2.612	44.777
November	2.583	2.707	4.577
Desember	3.673	4.210	12.771

Sumber: Hasil Perhitungan

**Gambar 7. Grafik Sesudah Kalibrasi**

Simulasi AVSWAT 2000 yang dilakukan adalah menggunakan tata guna lahan eksisting yang menghasilkan:

**Tabel 11. Laju Erosi di Sub DAS Keduang Hasil Simulasi AVSWAT 2000**

No	Sub-sub DAS	Luas (Ha)	Luas (km <sup>2</sup> )	Laju Erosi (ton/ha/th)
1	1	2490.50	24.91	4.9594
2	2	1203.25	12.03	5.9161
3	3	1146.56	11.47	4.8195
4	4	1190.31	11.90	3.5725
5	5	2091.38	20.91	7.4966
6	6	1151.44	11.51	2.6063
7	7	3204.88	32.05	20.7379
8	8	1828.44	18.28	3.5904
9	9	1491.63	14.92	4.5297
10	10	10684.56	106.85	11.9791
11	11	2191.00	21.91	2.3833
12	12	4443.06	44.43	21.1991
13	13	3547.56	35.48	78.4482
Total		36664.56	366.65	172.2379

Sumber: Hasil simulasi AVSWAT 2000

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisa software AVSWAT 2000 maka dapat diambil kesimpulan yaitu:

**Tabel 12. Total Sedimen di Sub DAS Keduang Hasil Simulasi AVSWAT 2000**

No	Sub-sub DAS	Luas (Ha)	Luas (km <sup>2</sup> )	Total Sedimen (ton/ha/th)
1	1	2490.50	24.91	12352.4741
2	2	1203.25	12.03	12337.8946
3	3	1146.56	11.47	5525.9381
4	4	1190.31	11.90	16585.8447
5	5	2091.38	20.91	15679.3638
6	6	1151.44	11.51	3001.1760
7	7	3204.88	32.05	66459.0279
8	8	1828.44	18.28	6565.6056
9	9	1491.63	14.92	6756.8255
10	10	10684.56	106.85	629474.7623
11	11	2191.00	21.91	5221.8585
12	12	4443.06	44.43	94185.4559
13	13	3547.56	35.48	278289.3490
Total		36664.56	366.65	1152435.5759

Sumber: Hasil simulasi AVSWAT 2000

1. Besarnya laju erosi dan sedimen di Sub DAS Keduang luas 36.664,56 Ha dengan bantuan perangkat lunak didapatkan erosi total yang terjadi sebesar 172.2379 ton/ha/tahun dan erosi terbesar yang terjadi di Sub-sub DAS yaitu 78.4882 ton/ha/tahun termasuk tingkat bahaya erosi berat. Sedangkan total sedimen yang masuk ke outlet sekitar 1.152.435,58 ton/ha/tahun.
2. Hutan yang ada sekitar 319,17 ha atau 0,87% dari luas Sub DAS seluruhnya.
3. Memiliki jenis tanah yaitu litosol dengan kepekaan yang sangat peka (25,09%), mediteran (40,47%) yang bersifat kepekaan sedang dan tanah latosol (34,44%) bersifat agak peka.

## SARAN

Dari hasil analisa perlu dilakukan segera penanganan secara serius dan terintegrasi seluruh stake holder dari Pemerintah Pusat, Pemerintah Provinsi Jawa Tengah, Pemerintah Kabupaten Wonogiri (BBWS Bengawan Solo, BP DAS Bengawan Solo, Dinas Kehutanan, Dinas Pertanian, Dinas Perkebunan dan Dinas PU), untuk mengupayakan langkah-langkah kegiatan konservasi rehabilitasi hutan dan lahan di kawasan Sub DAS Keduang.

Lahan kritis seluas 3.547,56 ha (0,97 % dari luas DAS) dilakukan penanganan secara vegetatif dan mekanik. Sistem penanaman hutan secara *Agroforestry* dan *Socio Forestry* melalui penanaman tanaman yang cocok dengan kondisi tanah setempat dan bernilai ekonomi seperti mete, Jarak, Kakao, Jeruk, kelapa, tebu dan rumput gajah. Sedangkan secara mekanik juga diperlukan pembuatan check DAM di beberapa titik untuk menampung sedimen yang mengalir di sungai.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Anonim. 1998. *Pedoman Penyusunan Rencana Teknik Lapangan Rehabilitasi Lahan dan Konservasi Tanah DAS*”, Jakarta: Departemen Kehutanan (Dirjen Reboisasi dan Rehabilitasi Lahan).
- Aronoff. 1989. *Geographic Information System – A Management Perspective* Ottawa: WDL Publications.
- Arsyad, S. 2000. *Konservasi Tanah dan Air*. Bogor: IPB Press
- Arsyad, S. 2010. *Konservasi Tanah dan Air*. Bogor: IPB Press.
- Asdak, C. 2004. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Yogyakarta: Gajah mada University Press.
- Asdak, C. 2004. *Hidrologi Dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- Ery, S. 2008. *Panduan AVSWAT 2000 dan Aplikasinya di Bidang Teknik Sumberdaya Air*. Edisi Pertama. Malang: C.V. Asrori.
- Esri (*Enviromental System Research Institute, Inc*). 1996, ArcView Grs. *The Geographic Information System for Everyone*, New York: ESRI.
- Harjowogeno, S. 2003. *Ilmu Tanah*. Jakarta: CV Akademika.
- Lewis et all. 1975. *Urban Drainage Design Standart And Procedures For Peninsular*. Malaysia. Kuala Lumpur: Publication Unit, Ministry of Agriculture And Rural Development.
- Prahasta, E. 2001. *Konsep-Konsep Dasar Sistem Informasi Geografis*. Bandung: CV Informatika.
- Prahasta, E. 2005. *Sistem Informasi Geografis*. Bandung: CV Informatika.
- Slamet, R. 2006. *Kajian Pengaruh Hutan Untuk mendukung Penentuan Kebijakan dan program Pengelolaan DAS Brantas*.
- Soemarto, C.D. 1999. *Hidrologi Teknik*, Edisi Kedua. Jakarta: Erlangga.
- Soewarno. 1995. *Hidrologi Aplikasi Metode Statistik Untuk Analisa Data Jilid I*. Bandung: Nova.
- Sosrodarsono, S., dan Takeda, K. 1999. *Hidrologi Untuk Pengairan*. Jakarta: PT Pradya Paramita.
- Suripin. 2002. *Pelestarian Sumber Daya Tanah dan Air*. Yogyakarta: Andi.
- Sutan, H.T., & Sri, L. 2001. *Pemanfaatan Sistem Informasi Geografis (SIG) untuk Model Hidrologi Sebar Keruangan*. Malang: Proseding PIT HATHI XVIII Malang.
- Utomo, W.H. 1994. *Erosi Dan Konservasi Tanah*. Malang: IKIP Malang.