APLIKASI SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS (SIG) UNTUK IDENTIFIKASI LAHAN KRITIS dan ARAHAN FUNGSI LAHAN DAERAH ALIRAN SUNGAI SAMPEAN

Runi Asmaranto, ST. MT
Dr. Ery Suhartanto, ST. MT
Bias Angga Permana, ST

Jurusan Pengairan Fakultas Teknik Universitas Brawijaya
Jl. Mayjend. Haryono 167 Malang 65145
Email : *biaz.angga@yahoo.com*

ABSTRAK

DAS Sampean merupakan daerah aliran sungai yang kondisi topografinya rata-rata sangat curam. Kondisi tata guna lahan yang sebagian besar sawah irigasi ini cukup memungkinkan terjadinya erosi. Apalagi tataguna lahan lainnya berupa ladang, semak dan sawah tadah hujan yang tanamannya merupakan tanaman berkedalaman akar rendah dan berperan besar dalam proses penyebab terjadinya kerusakan tanah, mempercepat laju erosi dan meningkatkan volume limpasan permukaan. Berdasarkan kondisi tersebut, studi ini mengkaji tingkat bahaya erosi yang terjadi saat ini pada tata guna lahan eksisting Das Sampean serta menentukan arahan penggunaan lahan yang tepat sesuai dengan kemampuan lahan kawasannya dengan mempertimbangkan kondisi DAS Sampean.

Metode yang digunakan dalam menghitung besarnya laju erosi adalah metode MUSLE dimana metode tersebut menggunakan pendekatan dari faktor limpasan permukaan. Pengolahan data-datanya menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG) karena memudahkan dalam penganalisaan dan pengelompokan data.

Dari hasil analisa diperoleh debit limpasan permukaan yang terjadi sebesar 247,967 m^3/ dt. Total Erosivitas Limpasan Permukaan yang terjadi adalah 48.129,73 m^2/jam, hal ini memicu terjadinya laju erosi yang rata-ratanya mencapai 43.939,94 ton/ha/thn, atau identik dengan kehilangan tanah sebesar : 258,470 cm/thn. Besarnya laju erosi pada DAS Sampean ini mengakibatkan tingkat bahaya erosi sebesar 95,54% dari luas wilayahnya termasuk sangat berat. Sedangkan untuk tingkat bahaya erosi lainnya yaitu, berat : 2,72%, sedang : 1,02%, ringan : 0,72%. Analisa kemampuan lahan didominasi kemampuan kelas VII (75,39%), yang merupakan daerah Pengembalaan Terbatas. Sedangkan ARLKT di DAS Sampean terdiri dari 3 (tiga) kawasan, yaitu Kawasan lindung (10,53%), Kawasan Penyangga (52,23%), Kawasan Budidaya Tanaman Tahunan (37,23%).

Kata – kata kunci: Sistem Informasi Geografis, Erosi, MUSLE (Modified Universal Soil Loss Equation), Daerah Aliran Sungai (DAS)

ABSTRACT

Sampean watershed is a condition of watershed topography is very steep on average. Land used mostly irrigated is quite possible occurrence of erosion. Moreover, other land use form fields, shrubs and the planting rainfed lowland berkedalaman plant roots is low and plays a major role in the process cause damage to the soil, accelerating erosion and increasing the volume of surface runoff. Under these conditions, this study investigates the level of danger of erosion that occurred today on the existing land use Sampean Das and determine the direction of land use appropriate to the region by taking into account land capability Sampean watershed conditions.

The method used in calculating the erosion rate is MUSLE method where the method uses the approach of surface runoff factor. Data-processing data using Geographic Information System (GIS) for ease in analyzing and grouping data.

From the analysis results obtained by surface runoff which occurs at 247.967 m3 / sec. Total runoff erosivity is 48129.73 m2/jam happens, this triggers the occurrence of erosion, which the average is reached 43939.94 tons / ha / yr, or identical with the loss of land registration: 258.470 cm / yr. The amount of erosion on the watershed Sampean resulted in erosion hazard rate of 95.54% of the size of its territory, including very heavy. While for others the rate of erosion hazard, weight: 2.72%, medium: 1.02%, mild: 0.72%. Analysis of land capability class VII dominated ability (75.39%), which is an area Pengembalaan Limited. Whereas in the watershed Sampean ARLKT consists of 3 (three) areas, ie protected areas (10.53%), Buffer Zone (52.23%), Perennial Plant Cultivation Area (37.23%).

Key - words: Geographic Information Systems, Erosion, MUSLE (Modified Universal Soil Loss Equation), Watershed (DAS)

PENDAHULUAN

DAS Sampean adalah suatu DAS yang terletak pada tiga daerah, yaitu Bondowoso, Situbondo, dan Jember. Hulu sungai Sampean berada sekitar 800 meter di atas permukaan air laut (mdpl), sedangkan muaranya di 3 mdpl. Dengan panjang sungai 72 kilometer, perbedaan tinggi itu menjadikan gradien sungai cukup miring. Dalam kondisi normal pun aliran sungai tergolong deras. Berdasarkan data Perum Perhutani Kesatuan Pemangkuan Hutan Bondowoso 2007, luas hutan di Kabupaten Bondowoso 59.867,95 hektar (ha). Areal itu terdiri atas 30.863,70 ha hutan lindung dan 29.004,25 ha hutan produksi. Dari jumlah itu, 53.023 ha atau 88 persen berada di areal DAS Sampean dan menutup 33,99 persen lahan DAS. Komposisi areal lain di DAS Sampean juga tidak ideal. Perkebunan yang semestinya 28,71 persen, hanya ada 7,59 persen. Sawah 19,76 persen, padahal idealnya tak lebih dari 3,12 persen. Tegalan idealnya maksimal 20,27 persen, yang ada 27,70 persen. Permukiman maksimal 3,22 persen, ternyata ada 4,62 persen. Komposisi DAS yang tidak ideal menyebabkan sedimentasi di Sungai Sampean. Menurut Kinaryo, kedalaman Dam Sampean Baru di Kecamatan Tapen, Kabupaten Bondowoso, saat dinormalisasi tahun 2002 adalah 20 meter. Saat ini kedalamannya kurang dari 10 meter. Akibatnya, volume tampung Dam Sampean Baru yang didesain 1,5 juta meter kubik, tinggal 60 persen. Namun, sampai sekarang pemerintah belum membangun sistem pengendali banjir di Sungai Sampean.

Akibat dari komposisi DAS di bawah standar itu, daerah tangkapan air menjadi tak memadai. Debit air maksimal banjir di Kota Situbondo pada 8 Februari 2008 sebesar 2.480 meter kubik per detik. Pada banjir 2002 debit air maksimal hanya 1.960 meter kubik per detik. Artinya, terjadi peningkatan hingga 126 persen. Daya dukung alam daerah aliran sungai (DAS) Sampean rendah. Jika turun hujan deras cukup lama di hulu, tanah tidak mampu menyerap. Air hujan langsung masuk ke sungai dan mengalir sangat deras ke muara. Peristiwa itu dikenal sebagai banjir bandang. Pada tanggal 4 Februari 2002, 18 Januari 2008 dan 8 Februari 2008, banjir bandang telah terjadi di Sungai Sampean Kabupaten Situbondo, Jawa Timur.

Berdasarkan uraian diatas, sangatlah diperlukan suatu perencanaan pengelolaan dan teknik konservasi yang terpadu sehingga penggunaan kebutuhan sekarang terpenuhi dan menyimpan untuk penggunaaan di masa yang akan datang. Hal ini dapat terjadi jika segera dilakukan pengelolaan yang tepat

yaitu pengelolaan yang mempertimbangkan aspek konservasi dan hidrologi. Usaha konservasi DAS Sampean, telah memberikan dorngan untuk mengembangkan arahan fungsi lahan yang aplikatif sesuai dengan kondisi lapangan. Sehingga sangatlah diperlukan penggunaan program perangkat lunak GIS untuk identifikasi lahan kritis dan arahan fungsi lahan di DAS Sampean, yang hasil analisisnya akan sangat membantu dan dapat dipertanggungjawabkan baik secara teori dan praktis.

LANDASAN TEORI

Pendugaan Laju Erosi

Erosi adalah suatu peristiwa hilang atau terkikisnya tanah atau bagian tanah dari suatu tempat yang terangkut ke tempat lain, ataupun angin (Arsyad, 1983). Didaerah tropis basah seperti Indonesia erosi terurama disebabkan oleh air. Erosi air timbul apabila terdapat aksi dispersi dan tenaga pengangkut oleh air hujan yang mengalir di permukaan tanah. Selama terjadi hujan, limpasan permukaan berubah terus dengan cepat, tetapi pada waktu mendekati akhir hujan, limpasan permukaan berkurang dengan laju yang sangat rendah dan pada saat ini tidak terjadi erosi.

Erosi terjadi melalui proses penghancuran/pengikisan, pengangkutan dan pengendapan. Dengan demikian intensitas erosi ditentukan oleh faktor-faktor yang mempengaruhi ketiga proses tersebut. Hudson (1976) melihat erosi dari dua segi yaitu faktor penyebab, yang dinyatakan dalam erosivitas, dan faktor tanah yang dinyatakan dalam erodibilitas. Jadi apabila dinyatakan dalam fungsi maka :

E = f {Erosivitas, Erodibilitas}

Di alam, proses erosi tidak sederhana hasil kali erosivitas dan erodibilitas saja. Tetapi juga dipengaruhi oleh faktor-faktor yang berpengaruh terhadap kedua variabel tersebut. Erosivitas dalam erosi air merupakan manivestasi hujan, dipengaruhi oleh adanya vegetasi dan kemiringan, dan erodibilitas juga dipengaruhi oleh adanya vegetasi. Dan akhirnya aktivitas manusia itu dapat dikemukakan pula bahwa erosi adalah fungsi dari hujan (H), tanah (T), kemiringan (K), vegetasi (V) dan manusia (M). Jadi apabila dinyatakan dalam fungsi, maka :

E = f {H,T,K,V,M}

Artinya erosi akan dipengaruhi oleh sifat hujan, tanah, derajat dan panjang lereng, adanya penutup tanah yang berupa vegetasi dan aktifitas manusia dalam hubungannya dengan pemakaian tanah.

Untuk memperkirakan besarnya erosi dalam studi ini menggunakan metode *MUSLE* (*Modified Universal Soil Loss Equation*) atau MPUKT (Modifikasi Persamaan Umum Kehilangan Tanah). Metode ini merupakan modifikasi dari *USLE* (*Universal Soil Loss Equation*) atau PUKT (Persamaan Umum Kehilangan Tanah) yang dikembangkan oleh Williams (1995).

Metode USLE dikembangkan oleh Wischmeir dan Smith (1965, 1978) dimana *USLE* memperkirakan besarnya erosi rata-rata tahunan secara kasar dengan menggunakan pendekatan dari fungsi energy hujan, sedangkan pada metode *MUSLE* faktor energi curah hujan ini digantikan dengan faktor limpasan permukaan, sehingga besarnya perkiraan hasil sedimen menjadi lebih besar dan tidak memerlukan perhitungan nisbah pelepasan sedimen (*SDR*). Perhitungan SDR ini tidak diperlukan dalam perhitungan perkiraan hasil sedimen dengan MUSLE , karena faktor limpasan permukaan menghasilkan energi yang digunakan dalam proses pelepasan dan pengangkutan sedimen.

Adapun persamaan MUSLE (Utomo, 1994: 27) adalah sebagai berikut :

A = Rw x K x L x S x C x P

Dimana :

A = Besarnya kehilangan tanah per satuan luas lahan (ton/ha)

Rw = Indeks erosivitas limpasan permukaan (mm)

K = Indeks erodibilitas tanah

L = Faktor panjang lereng

S = Faktor kemiringan lereng

C = Faktor tanaman/faktor vegetasi penutup tanah

P = Faktor tindakan pengelolaan tanaman

Indeks Erosivitas Limpasan Permukaan (Rw)

Erosivitas merupakan kemampuan hujan untuk menyebabkan terjadinya erosi. Untuk menghitung indeks erosivitas membutuhkan data curah hujan yang diperoleh dari stasiun pencatat hujan. Ada 2 macam alat pencatat hujan yaitu alat pencatatan hujan otomatis dan alat pencatatan hujan manual/sederhana. Pada alat pencatatan hujan otomatis, kenaikan curah hujan dicatat sebagai fungsi waktu pada kertas grafik yang diganti tiap hari/minggu/bulan, intensitas didapat dari tingkat perubahan jumlah hujan yang tercatat. Pada alat pencatatan manual, data intensitas curah hujan didapat dari membagi jumlah hujan dengan lamanya kejadian hujan.

Indeks erosivitas untuk pendugaan besarnya laju erosi dapat dihitung dengan analisa Rw menurut Williams. Rumus ini digunakan pada daerah aliran yang cukup luas, selama erosi juga terjadi pengendapan dalam proses pengangkutan. Hasil endapan dipengaruhi oleh limpasan permukaan. Dalam rumus ini, Williams mengadakan Modifikasi PUKT untuk menduga hasil endapan dari setiap kejadian limpasan permukaan dengan cara mengganti indeks erosivitas (R) dengan erosivitas limpasan permukaan (Rw).

$$Rw = 9{,}05.(V_o.Q_p)^{1,56}$$

Dimana :

V_o = $R.\exp.(-R_c / R_o)$

R_c = $1000.\ Ms.\ \rho d.RD.(E_t / E_O)^{0,50}$

R_o = R / Rn

Dengan :

Rw = Indeks erosivitas limpasan permukaan (m^2/jam)

V_o = Volume limpasan permukaan (m^3/ha)

Qp = Laju maksimal aliran air permukaan (m^3/det/ha)

R = Jumlah curah hujan bulanan (mm)

Rn = Jumlah hari hujan bulanan (hari)

Ro = Hujan Satuan (mm/hari)

Ms = Kandungan lengas pada kapasitas lapang (%)

ρd = Berat jenis volume lapisan tanah atas (mg^3/m)

RD = Kedalaman perakaran efektif (m), didefinisikan sebagai lapisan impermeable.

Besarnya ditentukan sebagai berikut:

- Untuk tanaman pohon, tanaman kayu = 0,10
- Untuk tanaman semusim dan rumput = 0,05

Et/Eto = Perbandingan evapotranspirasi actual (Et) dengan Evapotranspirasi potensial.

Tabel - 1. Nilai MS,ρb dan K

Tekstur Tanah	MS % w/w	ρb Mg m^{-3}	K gj^{-1}	RD m
Liat (clay)	45	1.1	0.02	*)
Lempung berliat	40	1.3	0.4	
Liat berdebu	30	-	-	
Lempung berpasir	28	1.2	0.3	
Lempung berdebu	25	1.3	-	
Lempung	20	1.3	-	
Pasir halus	15	1.4	0.2	
Pasir halus	8	1.5	0.07	

*) nilai RD dapat digunakan 0.05 m untuk rumput dan padi-padian; 0.10 m untuk tanaman keras
Sumber : Utomo, 1994:155

Tabel - 2. Nilai C dan Et/Eo beberapa macam tanam untuk model MMF

Tanaman	A (%)	C	Et/Eo
Padi Sawah	-	0.1-0.2	1.35
Wheat	43	0.1-0.2	0.6
Jagung	25	0.2	0.67-0.70
Cassava	-	0.4-0.9	0.62
Kentang	12	0.2-0.3	0.70-0.80
Beans	20-25	0.2-0.4	0.62-0.69
Kacang Tanah	25	0.2-0.8	0.50-0.87
Tea	-	0.1-0.3	0.85-1.00
Karet	20-30	0.2	0.9
Kelapa Sawit	30	0.1-0.3	1.2
Rumput prairie	25-40	0.01-0.10	0.80-0.95
Hutan	25-30	0.011-0.002	0.90-1.00
Tanah Bero	0	1	0.05

Sumber: Utomo, 1994:57

Faktor Erodibilitas Tanah (K)

Beberapa tanah tererosi lebih mudah dari pada 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 erodibiltas 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 type 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 sebagai berikut:

Tabel - 3. Klasifikasi Struktur Tanah

Kelas	Keterangan
1	Granuler sangat halus (*very fine granular*)
2	Granuler halus (*fine granular*)
3	Granuler sedang-kasar (*medium or coarse granular*)
4	Massif kubus, lempeng (*blocky, platy, prismlike or massive*)

Sumber : Utomo, 1987: 74 (*SWAT Theoretical Documentation 2000*, 2002 : 218)

Tabel - 4. Klasifikasi Ukuran Partikel Struktur Tanah

Klasifikasi Ukuran	Bentuk Struktur			
	Platy	Prismatic dan Columnar	Blocky	Granular
Very fine	< 1 mm	< 10 mm	< 5 mm	< 1 mm
Fine	1-2 mm	10-20 mm	5-10 mm	1-2 mm
Medium	2-5 mm	20-50 mm	10-20 mm	2-5 mm
Coarse	5-10 mm	50-100 mm	20-50 mm	5-10 mm
Very coarse	> 10 mm	> 100 mm	> 50 mm	> 10 mm

Sumber : (*SWAT Theoretical Documentation 2000*, 2002 : 218)

Kode yang dimaksud pada faktor c_{perm} adalah sebagi berikut :

Tabel - 5. Klasifikasi Permebilitas

Kelas	Keterangan	Permeabilitas (cm/jam) (Utomo, 1987)	Permeabilitas (mm/jam) (*SWAT 2000*, 2003)
1	Cepat	> 12,5	> 150
2	Agak cepat	6,25 – 12,5	50-150
3	Sedang	2,00 – 6,25	15-50

4	Agak lambat	0,50 – 2,00	5-15
5	Lambat	0,125 – 0,50	1-5
6	Sangat lambat	< 0,125	< 1

Sumber : Utomo, 1987: 76 (*SWAT Theoretical Documentation 2000*, 2002 : 219)

Tabel – 6. Perkiraan besarnya nilai K pada beberapa tanah di Jawa

Tanah	Nilai K	Sumber
Regosol, Jatiluhur	0.23 – 0.31	Ambar
Litosol, Jatiluhur	0.16 – 0.29	Dan Syarifudin, 1979
Latosol Merah, Jatiluhur	0.12	
Latosol Merah Kuning	0.26 – 0.31	
Latosol Coklat	0.31	
Grumosol, Jatiluhur	0.21	
Glay Humic, Jatiluhur	0.2	
Aluvial Kelabu	0.2	
Mediteran, Yogyakarta	0.26	Kurnia dan Suwarjo
Litosol, Yogyakarta	0.19	1977
Grumosol, Yogyakarta	0.24 – 0.31	
Mediteran, Caruban	0.21 – 0.32	Bols, 1979
Grumosol, Caruban	0.26	PSLH Unibraw, 1984
Andosol, Batu	0.08 – 0.10	
Andosol, Pujon	0.04 – 0.10	
Kambisol, Pujon	0.12 – 0.16	
Mediteran, Ngantang	0.20 – 0.30	
Litosol, Malang Selatan	0.26 – 0.30	
Regosol, Malang Selatan	0.16 – 0.28	
Kambisol, Malang Selatan	0.17 – 0.30	
Mediteran, Dampit	0.21 – 0.30	
Latosol, Malang Selatan	0.14 – 0.20	

Sumber : Utomo, 1994 : 54

Faktor Topografi Panjang Lereng (L) Kemiringan Lahan (S)

Sifat lereng yang mempengaruhi energi penyebab erosi adalah kemiringan (slope), panjang lereng dan bentuk lereng. Kemiringan lereng mempengaruhi kecepatan dan volume limpasan permukaan. Semakin curam suatu lereng, maka laju limpasan permukaan akan semakin cepat, dan laju infiltrasi juga akan berkurang sehingga volume limpasan semakin besar. Panjang lereng ini mempengaruhi energi utnuk erosi, terutama karena panjang lereng mempengarui volume limpasan sehingga juga mempengaruhi kemampuan untuk membuat tanah tererosi.

Faktor indeks topografi *L* dan *S*, masing-masing mewakili pengaruh panjang dan kemiringan lereng terhadap besarnya

erosi. Panjang lereng mengacu pada aliran air permukaan, yaitu lokasi berlangsungnya erosi dan kemungkinan terjadinya deposisi sedimen. Pada umumnya, kemiringan lereng diperlakukan sebagai faktor yang seragam. Besarnya nilai *LS* (faktor topografi) dihitung dengan menggunakan rumus :

$$LS = \sqrt{\frac{L}{100}}.\left(0{,}136 + 0{,}0975S + 0{,}0139S^2\right)$$

(Sumber: Utomo,2004:147)

dimana :

LS = panjang lereng dan kemiringan lereng(m)

L = panjang lereng

S = kemiringan lereng (%)

Faktor Pengolahan Tanaman dan Konservasi Tanah (CP)

Indeks pengelolaan tanaman (C) dapat diartikan sebagai rasio tanah yang tererosi pada suatu jenis pengelolaan tanaman pada sebidang lahan terhadap tanah yang tererosi pada lahan yang sama tanpa ada tanaman. Nilai C untuk suatu jenis pengelolaan tanaman tergantung dari jenis, kombinasi, kerapatan, panen dan rotasi tanaman. Indeks pengelolaan lahan (P) adalah rasio tanah yang tererosi pada suatu jenis pengelolaan lahan terhadap tanah yang tererosi pada lahan yang sama tanpa praktek pengelolaan lahan atau konservasi tanah apapun. Nilai P dipengaruhi oleh campur tangan manusia terhadap lahan yang bersangkutan seperti misalnya teras, rorak, pengelolaan tanah dan sebagainya.

Besaran nilai CP ditentukan berdasarkan keanekaragaman bentuk tata guna lahan dilapangan (berdasarkan peta tata guna lahan dan orientasi lapangan). Nilainya ditentukan berdasarkan hasil penelitian yang telah ada atau modifikasinya. Sebagai standart penentuan faktor C dan P berikut disajikan nilai faktor C dan P, maupun CP dari hasil penelitian seperti pada tabel.

Tabel - 7. Nilai CP Untuk Berbagai Jenis Tanaman dan Pengolahan Tanaman

No.	Macam Penggunaan Lahan	Nilai Faktor C
1	Tanah terbuka, tanpa tanaman	1
2	Hutan atau semak belukar	0,001
3	Savanah dan prairie dalam kondisi baik	0,01
4	Savanah dan prairie yang rusak untuk gembalaan	0,1
5	Sawah	0,01
6	Tegalan tidak dispesifikasi	0,7
7	Ubi kayu	0,8
8	Jagung	0,7

9	Kedelai	0,399
10	Kentang	0,4
11	Kacang tanah	0,2
12	Padi gogo	0,561
13	Tebu	0,2
14	Pisang	0,6
15	Akar wangi (sereh wangi)	0,4
16	Rumput bede (tahun pertama)	0,287
17	Rumput bede (tahun kedua)	0,002
18	Kopi dengan penutup tanah buruk	0,2
19	Talas	0,85
20	Kebun campuran - Kerapatan tinggi - Kerapatan sedang - Kerapatan rendah	 0,1 0,2 0,5
21	Perladangan	0,4
22	Hutan alam -Seresah banyak	 0,001
	-Seresah sedikit	0,005
23	Hutan produksi -Tebang habis -Tebang pilih	 0,5 0,2
24	Semak belukar, Padang rumput	0,3
25	Ubi kayu + Kedelai	0,181
26	Ubi Kayu + kacang tanah	0,195
27	Padi-Sorgum	0,345
28	Padi-Kedelai	0,417
29	Kacang tanah-Gude	0,495
30	Kacang tanah + kacang tunggak	0,571
31	Kacang tanah + mulsa jerami 4 t/ha	0,049
32	Padi + mulsa jerami 4 t/ha	0,096
33	Kacang tanah + mulsa jagung 4t/ha	0,128
34	Kacang tanah + mulsa clotalaria 3t/ha	0,136
35	Kacang tanah + mulsa kacang tunggak	0,256
36	kacang tanah + mulsa jerami 2t/ha	0,377
37	Padi + mulsa clotalaria 3t/ha	0,387
38	Pola tanaman tumpang gilir + mulsa jerami	0,079
39	Pola tanaman berurutan + mulsa sisa tanaman	0,357
40	Alang-alang murni subur	0,001
41	Padang rumput (stepa) dan savanna	0,001
42	Rumpur Brachiaria	0,002

Sumber : Suripin, 2002 :79

Faktor Pengolahan Lahan

Pengaruh aktivitas pengelolaan dan konservasi tanah (*P*) terhadap besarnya erosi dianggap berbeda dari pengaruh yang ditimbulkan oleh aktivitas pengelolaan tanaman (*C*), oleh karenanya, dalam rumus *USLE* faktor *P* tersebut dipisahkan dari faktor *C*. Tingkat erosi yang terjadi sebagai

akibat pengaruh aktivitas pengelolaan dan konservasi tanah (*P*) bervariasi, terutama tergantung pada kemiringan lereng.

Faktor *P* adalah nisbah antara tanah tererosi rata-rata dari lahan yang mendapat perlakuan konservasi tertentu terhadap tanah tererosi rata-rata dari lahan yang diolah tanpa tindakan konservasi, dengan catatan faktor-faktor penyebab erosi yang lain

diasumsikan tidak berubah. Praktek bercocok tanam yang kondusif terhadap penurunan kecepatan limpasan permukaan dan yang memberikan kecenderungan bagi limpasan permukaan untuk mengalir langsung ke tempat yang lebih rendah dapat memperkecil nilai *P*. Di ladang pertanian, besarnya harga faktor *P* menunjukkan jenis aktivitas pengolahan tanah (pencangkulan dan persiapan tanah lainnya). Dalam pemakaian di bidang konstruksi, besarnya *P* menunjukkan kekasaran permukaan tanah sebagai akibat cara kerja traktor dan mesin-mesin pertanian lainnya. Besarnya faktor *P* yang telah berhasil ditentukan berdasarkan penelitian di Pulau Jawa adalah seperti tersebut pada Tabel - 8.

Tabel - 8. Nilai Faktor P Pada Berbagai Aktifitas Konservasi Tanah di Jawa

Teknik Konservasi Tanah	Nilai *P*
1. Teras bangku :	
a. Konstruksi baik	0,04
b. Konstruksi sedang	0,15
c. Konstruksi kurang baik	0,35
d. Teras Tradisional	0,40
2. Strip tanaman rumput Bahia	0,40
3. Pengolahan tanah dan penanaman menurut garis kontur :	
a. kemiringan 0-8 %	0,50
b. kemiringan 9-20 %	0,75
c. kemiringan >20 %	0,90
4. Tanpa tindakan konservasi	1,00

Sumber : Arsyad, 2000 : 259

Erosi Yang Di Perbolehkan (Edp)

Pada dasarnya erosi merupakan proses perataan kulit bumi. Jadi selama kulit bumi belum merata, erosi akan tetap terjadi dan tidak mungkin menghentikan erosi. Oleh karena itu, usaha konservasi tanah tidak berusaha menghentikan erosi, tetapi hanya menghentikan laju erosi ke suatu nilai tertentu yang tidak merugikan. Nilai erosi dikenal dengan "Erosi Diperbolehkan" (Edp) atau disebut *Permissible Erosion, Acceptable Erosion atau Tolerate Limit Erosion*. Secara sederhana seharusnya Edp tidak boleh melebihi proses pembentukan tanah. Dengan adanya aktivitas manusia, Bannet (1939) memperkirakan bahwa untuk

membentuk lapisan tanah sedalam 25 mm diperlukan waktu lebih kurang 300 tahun. Dengan dasar perhitungan ini maka batas laju erosi dapat diterima adalah 12.5ton/ha/tahun. Di Amerika Edp 10 ton/ha/tahun untuk tanah sawah dan 12.5 ton/ha/tahun untuk tanah tegalan. Pembentukan tanah merupakan proses yang sangat kompleks dan merupakan fungsi berbagai variable yang saling berinteraksi. Dalam teori pembentukan tanah, merupakan fungsi dari bahan induk, iklim, topografi, vegetasi, dan manusia. Oleh karena itu, menghitung laju proses pembentukan tanah persatuan waktu bukan merupakan pekerjaan yang mudah.

$$Edp = \frac{KedalamanTanahEkuivalen}{KelestarianTanah}$$

Kedalaman ekuivalen diperoleh dengan mengalikan data kedalam tanah dengan faktor kedalaman.

Tabel – 9. Nilai Edp Berdasarkan Kedalaman Daerah Perakaran

Kedalaman Solum Tanah (cm)	Edp (ton/ha/thn)	
	Tanah Terbaharui	Tanah Tak Terbaharui
<25	2.2.	2.2
25 - 51	4.5	2.2
51 - 102	67	4.5
102 - 152	9.6	6.7
> 152	11.2	11.2

Sumber: Utomo ,1994:17

Tingkat Bahaya Erosi (TBE)

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

Tabel – 10. Klasifikasi Tingkat Bahaya Erosi

Erosi	Kelas Bahaya Erosi (ton/ha/tahun)				
Solum Tanah	I (<15)	II (15-60)	III (60-180)	IV (180-480)	V (>480)
Dalam (>90)	SR	R	S	B	SB
Sedang (60-90)	R	S	B	SB	SB
Dangkal (30-60)	S	B	SB	SB	SB
Sangat dangkal (<30)	B	BS	SB	SB	SB

Sumber: Utomo ,1994:59

Keterangan: SR: Sangat Ringan S: Sedang B: Berat

R: Ringan SB: Sangat Berat

Arahan Penggunaan Lahan

Arahan penggunaan lahan ditetapkan berdasarkan kriteria dan tata cara penetapan hutan lindung dan hutan produksi yang adalah berkaitan dengan karakteristik fisik DAS berikut ini (Asdak, 2004) :

1. Kemiringan lereng.
2. Jenis tanah menurut kepekaannya terhadap erosi.
3. Curah hujan rata-rata.

Kemiringan lereng dapat ditentukan dengan melihat garis-garis kontur pada peta topografi. Hasil interpretasi kemiringan lereng inti ini kemudian dipetakan (peta kemiringan lereng). Jenis tanah diperoleh dari interpretasi peta tanah tinjau dari DAS atau sub-DAS yang menjadi kajian. Peta tersebut telah dikeluarkan oleh Lembaga Penelitian Tanah (LPT) Bogor. Besarnya curah hujan ditentukan dari data hujan dari stasiun penakar hujan yang terdekat. Data curah hujan ini diperlukan untuk membuat peta erovisitas hujan (*isoerodent*) dengan terlebih dahulu menghitung nilai EI_{30}, kemudian membuat garis *isoerodent* di atas peta DAS/sub-DAS. Data lain yang diperlukan adalah system drainase (pola aliran) dan data tataguna lahan. Masing-masing data tersebut di atas kemudian dipetakan dengan skala yang sama.

Untuk karakteristik DAS yang terdiri dari kemiringan lereng, jenis tanah dan curah hujan harian rata-rata pada setiap satuan lahan perlu diklisifikasikan dan diberi bobot (skor) sebagai berikut :

Tabel - 11. Skor Kemiringan Lereng (Asdak,2004)

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%	(sangat curam)	100

Sumber: Asdak, 2004:415

Tabel - 12. Skor Tanah Menurut Kepekaannya Terhadap Erosi

Tanah menurut kepekaannya terhadap erosi	Nilai skor
Kelas 1 : Aluvial, Planosol, Hidromorf Kelabu, laterik (tidak peka)	15
Kelas 2 :Latosol (agak peka)	30
Kelas 3 : Tanah hutan coklat,tanah medeteran (kepekaan sedang)	45
Kelas 4 : Andosol, Laterik, Grumosol, Podsol, Podsolic (peka)	60
Kelas 5 : Regosol, Litosol, Organosol, Renzina (sangat peka)	75

Sumber: Asdak, 2004:416

Tabel - 13. Skor Intensitas Hujan Harian Rata-rata (Asdak,2004)

Intensitas hujan harian rata-rata	Nilai skor
Kelas 1 : < 13,6 mm/hari (sangat rendah)	10
Kelas 5 : > 34,8% mm/hari (sangat tinggi)	20
Kelas 3 : 20,7 – 27,7 mm/hari (sedang	50
Kelas 4 : 27,7 – 34,8 mm/hari (tinggi)	40
Kelas 2 : 13,6 – 20,7 mm/hari (rendah)	30

Sumber: Asdak, 2004:416

Penetapan penggunaan lahan setiap satuan lahan ke dalam suatu kawasan fungsional dilakukan dengan menjumlahkan nilai skor ketiga factor tersebut di atas dengan mempertimbangkan keadaan setempat. Dengan cara demikian, dapat dihasilkan kawasan lindung, kawasan penyangga, kawasan budidaya. Berikut ini adalah kriteria yang digunakan oleh BRLKT (Balai Lahan dan Konservasi Tanah, Departemen Kehutanan) untuk menentukan status kawasan berdasarkan fungsinya.

a. Kawasan Lindung

Satuan lahan dengan jumlah skor ketiga factor fisiknya sama dengan atau lebih besar dari 175 dan memenuhi salah satu atau beberapa syarat di bawah ini :

- Mempunyai kemiringan lereng > 45%
- Tanah dengan klasifikasi sangat rawan erosi dan mempunyai kemiringan lereng > 15%
- Merupakan jalur pengamanan aliran sungai, minimal 100 m di kiri- kanan alur sungai
- Merupakan pelindung mata air, yaitu 200 m dari pusat mata air
- Berada pada ketinggian $\geq$ 2.000 m dpl
- Guna kepentingan khusus dan ditetapkan oleh pemerintah sebagai kawasan lindung

b. Kawasan Penyangga

Satuan lahan dengan jumlah skor ketiga faktor fisik antara 125 – 174 serta memenuhi kriteria umum sebagi berikut :

§ Keadaan fisik areal memungkinkan untuk dilakukan budidaya pertanian secara ekonomis
§ Lokasinya secara ekonomis mudah dikembangkan sebagai kawasan penyangga
§ Tidak merugikan dari segi ekologi/lingkungan hidup

c. Kawasan Budidaya Tanaman Tahunan

Satuan lahan dengan jumlah skor ketiga faktor fisik $\leq$ 124 serta sesuai untuk dikembangkan usaha tani tanaman tahunan (tanaman perkebunan, tanaman industri). Selainitu, areal tersebut harus memenuhi kriteria umum untuk kawasan penyangga.

d. Kawasan Budidaya Tanaman Semusim

Satuan lahan dengan kriteria seperti dalam penetapan kawasan budidaya tanaman tahunan serta terletak di tanah milik, tanah adat, dan tanah Negara yang seharusnya dikembangkan usaha tani tanaman semusim.

PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil perhitungan dan analisa data, maka didapat hasil sebagai berikut:

1. Erosivitas limpasan permukaan yang totalnya mencapai 48.129,73 m^2/jam dan mengakibatkan nilai rata-rata laju erosi sebesar 43.939,94 ton/ha/tahun, identik dengan kehilangan tanah sebesar: 258,470 cm/tahun. Sedangkan nilai laju erosi maksimum sebesar

2. 171.142,95 ton/ha/tahun, identik dengan kehilangan tanah sebesar: 1.006,72 cm/tahun.

3. a) Tingkat bahaya erosi yang terjadi pada Sub DAS Sampean sebagian besar sangat berat yaitu 95,54% dari luas wilayah, sedangkan tingkat bahaya erosi yang lain yaitu berat : 2,72%, sedang : 1,02%, ringan 0,72%.

   b) Tingkat kekritisan lahan yang terjadi pada Sub DAS Sampean sebagian besar sangat kritis yaitu 95,54% dari luas wilayah, sedangkan tingkat kekritisan yang lain yaitu kritis : 2,72%, dan semi kritis : 1,74%.

   c) Kelas kemampuan lahan di Sub DAS Sampean di klasifikasikan menjadi 6 (enam) kelas, yaitu kelas III (1,35% (terdiri dari IIIe & IIIg)) untuk pertanian sedang, kelas IV (0,913% (terdiri dari IVe)) untuk pertanian terbatas, kelas V

(0,058% (terdiri dari Vg)) untuk pengembalan intensif, kelas VI (0,731% (terdiri dari VIe & VIs)) untuk pengembalaan sedang, kelas VII (75,39% (terdiri dari VIIe & VIIg)) untuk pengembalaan terbatas, kelas VIII (21,54% (terdiri dari VIIIe)) untuk hutan lindung atau cagar alam.

4. Pada Sub DAS Sampean, terdiri dari 3 (tiga) kawasan, yaitu Kawasan lindung (10,53%), Kawasan Penyangga (52,23%), Kawasan Budidaya Tanaman Tahunan (37,23%). Dari hasil tersebut, maka rekomendasi penggunaan lahan yang paling disarankan adalah sawah irigasi, tanaman industri dan hutan produksi.
5. Sejumlah 93 desa yang mengalami kondisi sangat kritis antara lain Desa Ardirejo, Sliwung, Sumber Tengah, Tambak Ukir, Cermec, Campoan, Rajekwesi, Sumber Pinang, Sumber Anyar, Waroboyo, Alas Bayur, Leprak, Sumber Canting, Suling Wetan, Banyu Putih, Wringin, Lumutan, Banyuwulu, Gubrih, Glingseran, Jati Tamban, Jati Sari, Blimbing, Petung, Baratan, Sumber Kalong, Silolembu, Binakal, Sumber Suko, Wonokusumo, Pasarejo, Bondoarum, Kota Kulon, Taman sari, Kejayan, Koncer Kidul, Padasan, Sumber Gading, Sumber Salam, Lombok Kulon, Randu Cangkring, Pekalangan, Kasemek, Pengarang, Patemon,dan lain sebagainya.
6. Debit limpasan rata-rata permukaan di Das Sampean sebesar 7,514 m^3/dtk, sedangkan debit limpasan rata-rata permukaan hasil pengamatan dilapangan sebesar 6,698 m^3/dtk.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian diatas, maka dapat disimpulkan bahwa, kondisi DAS Sampean sekarang dalam kondisi sangat kritis dan segera perlu dilakukan upaya pengendalian erosi lahan berupa penataan kawasan DAS. Upaya pengendalian erosi lahan dapat dilakukan dengan cara sipil maupun non sipil. Upaya penanganan secara non sipil diantaranya adalah penataan kawasan yang sesuai dengan fungsinya sebagaimana yang dianalisis dalam studi ini, sedangkan penanganan secara sipil/struktur perlu dilakukan analisis lebih lanjut.

DAFTAR PUSTAKA

Arsyad, S. 1989. *Konservasi Tanah dan Air*. IPB. Bogor.

Asdak, C. (2002). *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai (edii kedua)*.

Asmaranto, Runi. 2005. *Pelatihan GIS – SDA*. Tidak Diterbitkan. Jurusan Teknik Pengairan Universitas Brawijaya Malang.

Asmaranto, Runi. 2007. *Jurnal Teknik – Analisa Laju Erosi dan Arahan Konservasi di Das Pikatan Berbasis SIG*. Tidak Diterbitkan. Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang.

Chow, V.T, (1964), *Handbook of Applied Hydrology*. Prentice Hall Inc. USA.

Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.

Hardjowigeno, Sarwono. 1995. *Ilmu Tanah*. Akademika Pressindo. Jakarta.

Harto, Sri. 1993. *Analisa Hidrologi*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.

Prahasta, Eddy. 2002. Sistem Informasi Geografis. Informatika Bandung.

Soewarno. 1995. *Hidrologi*: *Aplikasi Metode Statistik Untuk Analisa Data Jilid 1*. Bandung: Nova.

Sosrodarsono, S. dan K. Takeda. (1987). *Hidrologi Untuk Pengairan*. PT. Citra Aditya Bakti. Bandung.

Soemarto, C. D. (1993). *Hidrologi Teknik*. Usaha Nasional. Surabaya.

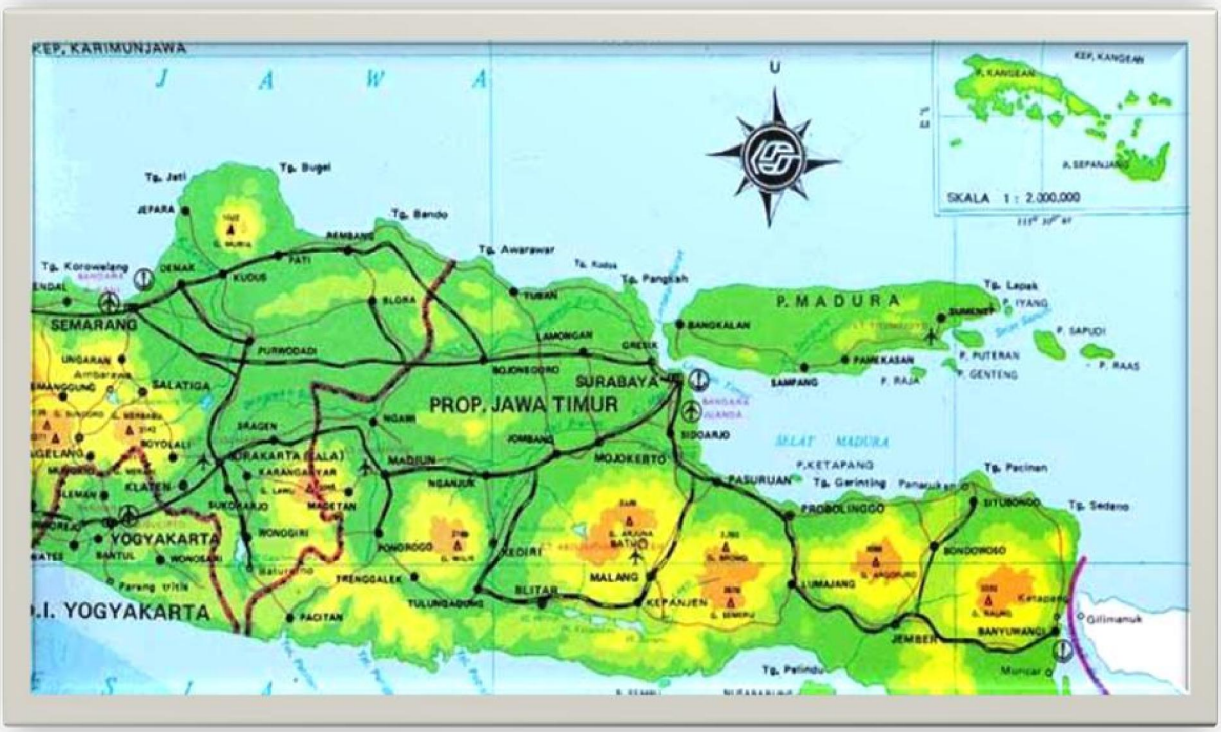
Suhartanto, Ery. 2008. Panduan AVSWAT 2000 dan Aplikasinya di Bidang Teknik Sumber Daya Air. Malang: CV: Asrori Malang

Suripin. (2002). *Pelestarian Sumber Daya Tanah Dan Air*. Andi. Yogyakarta.

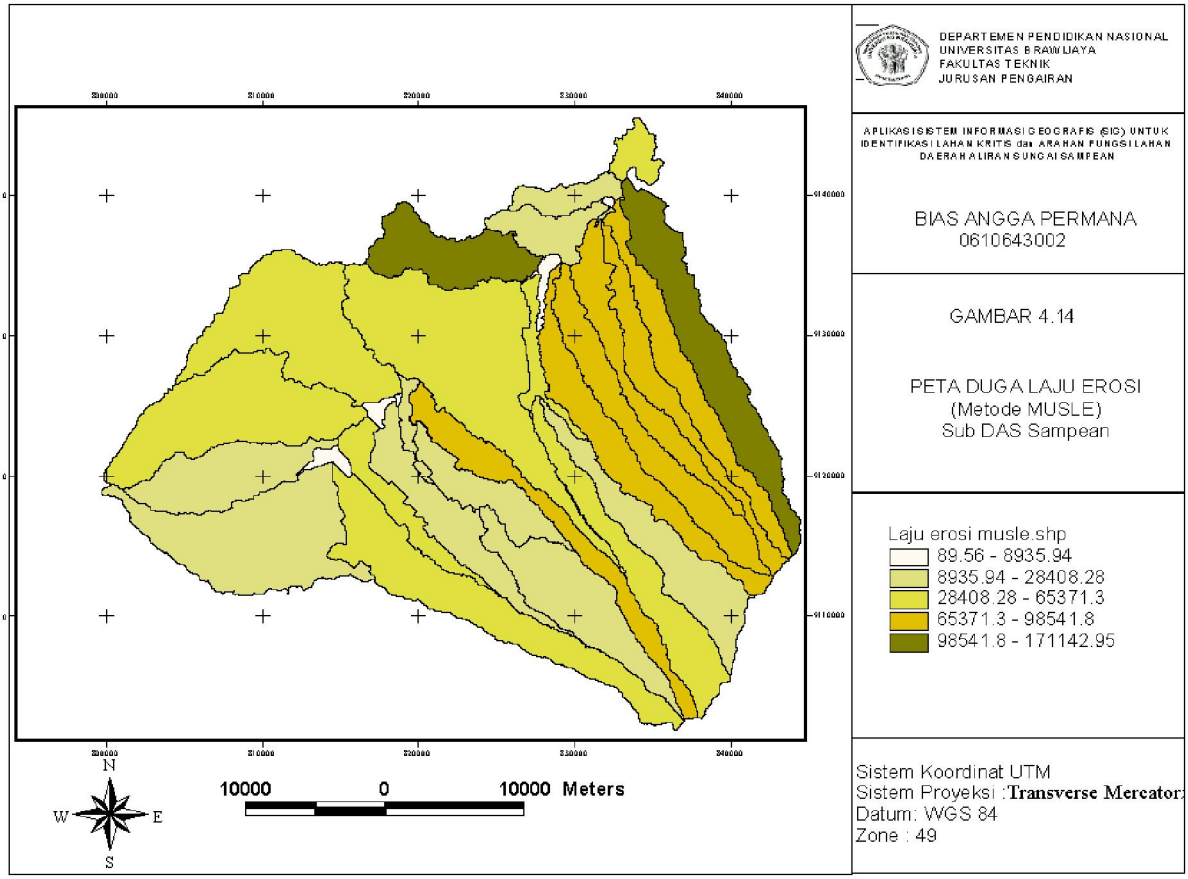
Utomo, Hadi, Wani.1994. *Erosi dan Konservasi Tanah.* IKIP. Malang.

Tabel – 14. Hasil Perhitungan Tingkat Bahaya Erosi

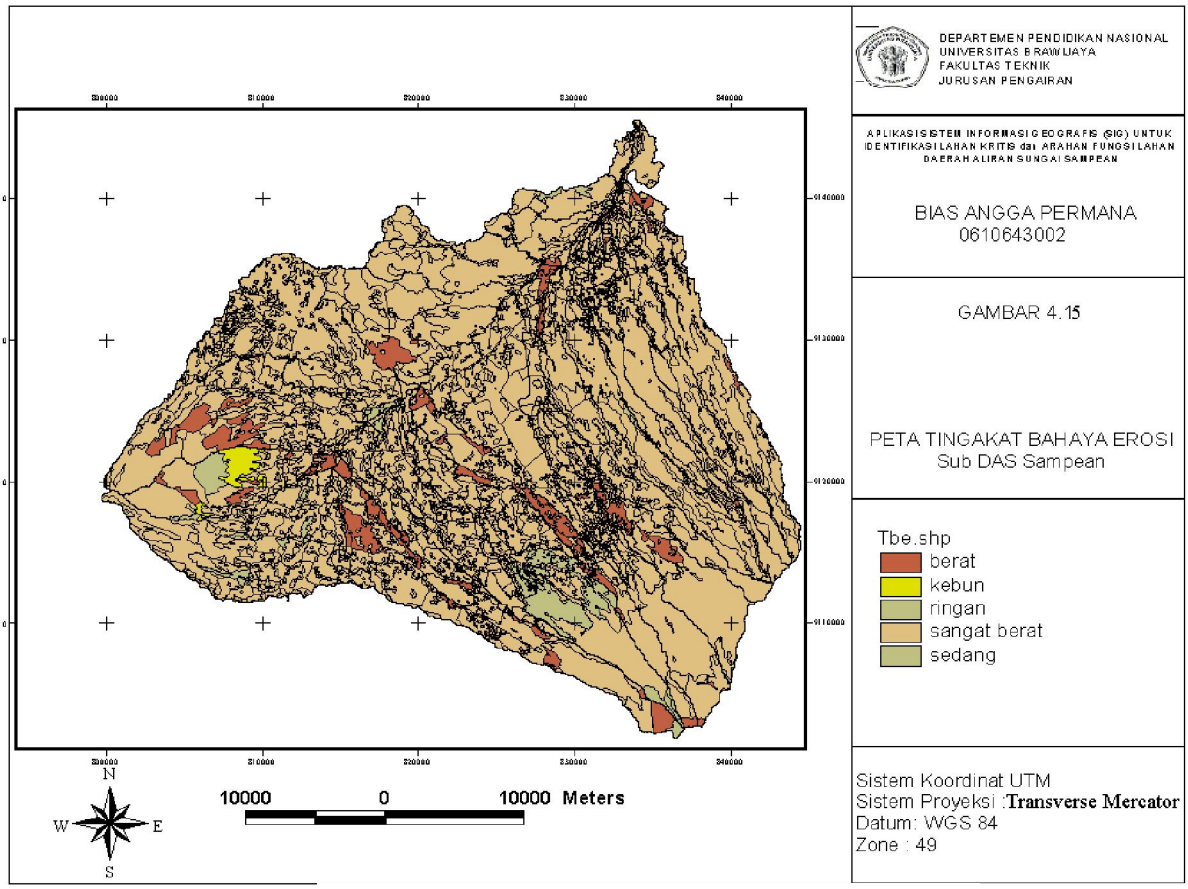
Tingkat Bahaya Erosi	Luas	Prosentase
Sangat Berat	118874.86	95.54
Berat	3395.789	2.73
Sedang	2148.409	1.73
Total	124419.06	100



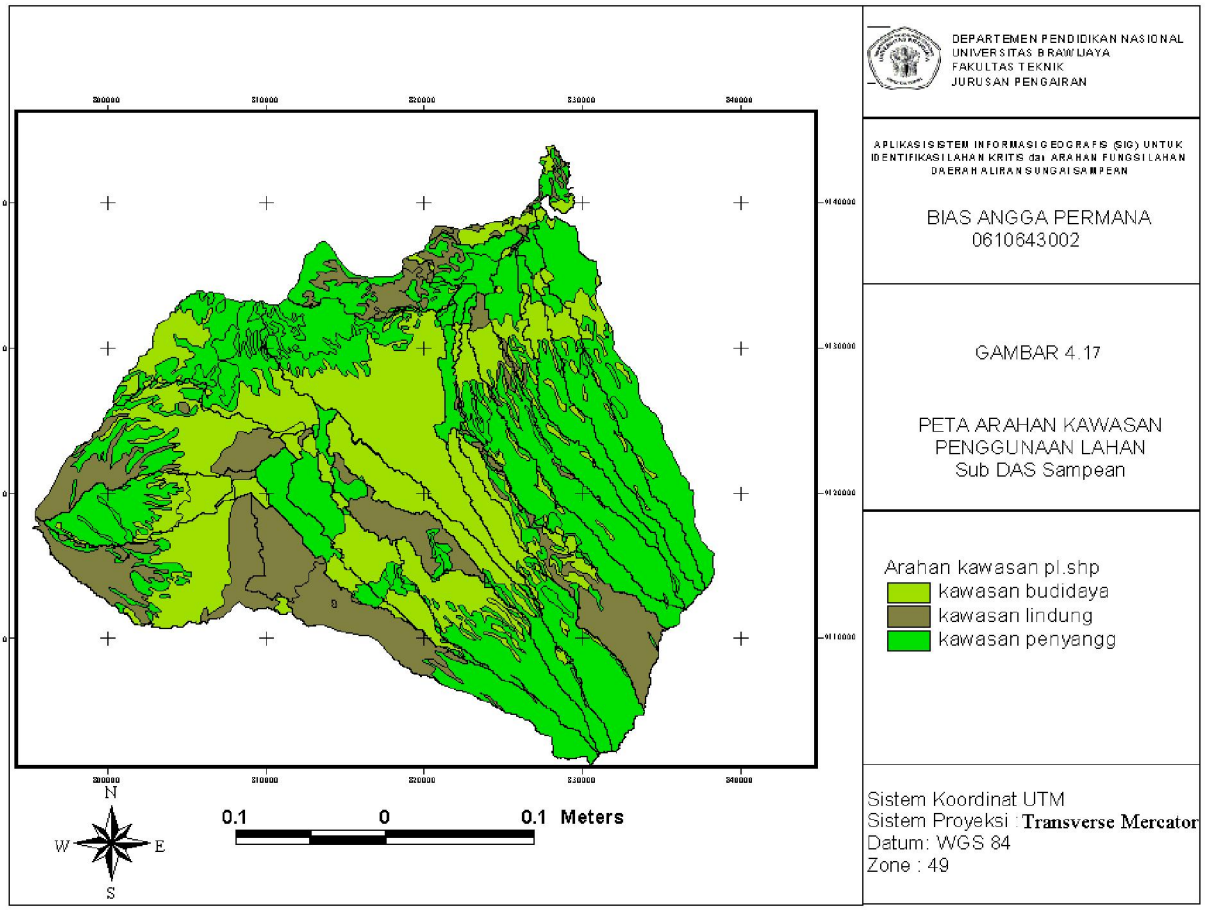
Gambar 1. Lokasi DAS Sampean



Gambar 2. Nilai Laju Erosi



Gambar 3. Tingkat Bahaya Erosi DAS Sampean



Gambar 4. Arahan Rehabilitasi Lahan dan Konservasi Tanah
DAS Sampean

Gambar 5. Foto Lokasi Desa Grujugan Kabupaten Bondowoso

Gambar 6. Foto Lokasi Desa Grujugan Kabupaten Bondowoso