

Abstrak & Executive Summary

**PROGRAM PENELITIAN HIBAH BERSAING
TAHUN ANGGARAN TAHUN 2014**



**PENGEMBANGAN SISTEM INFORMASI
LAHAN KRITIS DAN EROSI (SILKER) MENGGUNAKAN
FREE OPEN SOURCES SOFTWARE FOSS-GIS ILWIS**

Oleh :

**Sri Wahyuni ST., MT., PhD.
Wiwik Yunarni W., ST., MT.**

**Sumber Dana BOPTN Universitas Jember
Nomor : 387/UN25.3.1/LT.6/2014**

**LEMBAGA PENELITIAN
UNIVERSITAS JEMBER
TAHUN 2014**

Pengembangan Sistem Informasi Lahan Kritis Dan Erosi (*Silker*) Menggunakan Free Open Sources Software Foss-Gis Ilwis

Peneliti : Sri Wahyuni¹, Wiwik YunarniW²
Mahasiswa Terlibat : Fefina Panto³, Nining Aidatul⁴
Sumber Dana : BOPTN 2014

¹Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Jember

²Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Jember

³Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Jember

⁴Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Jember

ABSTRAK

Aplikasi perangkat lunak (*software*) sistem informasi geografis dan penginderaan jauh sebagai alat bantu (*tools*) analisis spasial, hendaknya menggunakan software yang legal (berlisensi). Hal ini dilakukan seiring ketatnya pelaksanaan UU No. 19 Tahun 2002 tentang Hak Cipta. Namun demikian, sebagai alternatifnya akhir-akhir ini telah berkembang penggunaan dan pengembangan *software* sistem informasi geografis yang bebas (*free open sources software, FOSS*) yang dapat diprogram sesuai dengan keinginan penggunaannya. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan Sistem Informasi Lahan Kritis dan Erosi (*SILKER*) berbasis *free open sources, FOSS-GIS ILWIS*.

Pengembangan perangkat lunak ini akan diterapkan di DAS Sampean Baru Bondowoso sebagai studi kasus. Pemilihan lokasi studi ini dengan pertimbangan bahwa DAS ini mempunyai kompleksitas permasalahan yang tinggi, sehingga diperlukan sistem informasi spasial yang dapat mendukung pengelolaan atau manajemen DAS yang handal dan terintergrasi. Kompleksitas tersebut bisa dilihat dari beragamnya tata guna lahan yang dimulai dari hulu yaitu daerah Bondowoso dimana daerah tersebut merupakan perkebunan kopi yang kemiringan lerengnya merupakan lahan kritis sehingga berpotensi sebagai penyebab tanah longsor (mudah tererosi) dan banjir bandang.

Kegiatan penelitian pada tahun ke-2 ini bertujuan untuk memodelkan dampak perubahan tata guna lahan terhadap banjir dan erosi yang terjadi serta penyusunan sistem informasi erosi menggunakan *FOSS-GIS ILWIS*. Pada tahap ini kegiatannya adalah penyusunan dan pembuatan peta erosivitas, peta erodibilitas, penyusunan peta sebaran erosi, pengukuran lapangan (tekstur tanah dan sedimentasi) serta analisa debit aliran. Metode perhitungan erosi menggunakan *MUSLE (Modified Universal Soil Loss Equation)*. Kemudian dilakukan penyusunan sistem informasi erosi menggunakan *FOSS-GIS ILWIS*.

Kata kunci : *FOSS-GIS ILWIS, SILKER, MUSEL, Erosivitas, Erodibilitas*

Pengembangan Sistem Informasi Lahan Kritis Dan Erosi (*Silker*) Menggunakan Free Open Sources Software Foss-Gis Ilwis

Peneliti : Sri Wahyuni¹, Wiwik YunarniW²
Mahasiswa Terlibat : Fefina Panto³, Nining Aidatul⁴
Sumber Dana : BOPTN 2014
Kontak email : sriwahyuni.teknik@unej.ac.id

¹Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Jember

²Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Jember

³Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Jember

⁴Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Jember

EXECUTIVE SUMMARY

1. PENDAHULUAN

Daerah aliran sungai (DAS) Sampean terletak di dua wilayah kabupaten. Bagian hulu terletak di Kabupaten Bondowoso dan bagian hilir di Kabupaten Situbondo. Luas DAS Sampean keseluruhan sebesar 1.347 km², dengan panjang sungai sepanjang 65 km. Sungai lintas kabupaten ini mempunyai potensi konflik yang sangat besar, sehingga harus dilakukan perencanaan dan pengelolaan secara terpadu dengan melibatkan semua stakeholder yang terkait. Berdasarkan studi yang dilakukan oleh Balai PSAWS Sampean (anonim, 2008) menunjukkan bahwa pola tata guna lahan DAS Sampean Baru terdiri dari : hutan, perkebunan, tegalan, sawah dan pemukiman. Komposisi luasan hutan terjadi penurunan, akibat adanya penggundulan hutan secara besar-besaran yang merupakan fenomena dan wacana yang terjadi dan sulit dihindari. Dampak dari penurunan luasan hutan ini berupa banjir bandang yang terjadi di Kabupaten Situbondo pada bulan Januari 2002, kemudian disusul banjir pada bulan Februari 2008 (anonim, 2008).

Dalam mengurangi degradasi lahan dan optimalisasi perencanaan di DAS Sampean Baru, maka diperlukan sistem informasi geografis menggunakan free open sources software sebagai alat bantu analisis. Hal ini diperlukan mengingat semakin ketatnya pelaksanaan UU tentang Hak Cipta. FOSS-GIS ILWIS merupakan salah satu perangkat lunak open sources yang dapat dikembangkan sesuai dengan keinginan penggunanya. Penelitian ini bertujuan untuk Menganalisis tata guna lahan di DAS Sampean Baru menggunakan teknologi

pengideraan jauh (citra satelit). Selain itu juga untuk menentukan tingkat bahaya erosi lahan yang terjadi di DAS Sampean Baru menggunakan dan menganalisa besar banjir akibat perubahan tata guna lahan

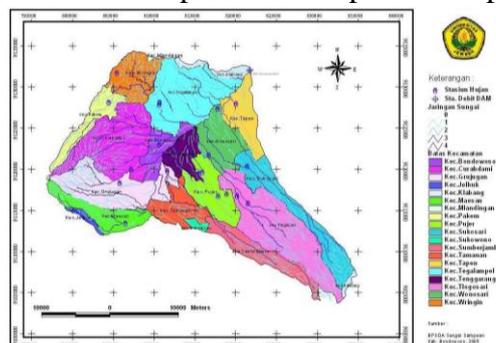
2. METODE PENELITIAN

2.1 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di DAS Sampean Baru Kabupaten Bondowoso. Secara geografis DAS Sampean Baru terletak pada $7^{\circ}48' - 7^{\circ}58'$ LS dan $114^{\circ}40' - 114^{\circ}48'$ BT dengan luas $777,27 \text{ km}^2$. DAS Sampean Baru ini berbatasan dengan :

- Sebelah Utara : DAS Madjid dan DAS Sabrang
- Sebelah Timur : DAS Sampean Lama
- Sebelah Selatan : DAS Duen dan DAS Pangbang
- Sebelah Barat : DAS Deluwang

DAS Sampean Baru terletak diantara titik 9100000 – 9160000 mS sampai titik 120000 – 200000 mT pada zona 49S dengan menggunakan sistem koordinat peta UTM 1984 pada sistem proyeksi *Transverse Mercator* dengan datum global WGS84. Pembagian wilayah administratif dan sub DAS di DAS Sampean Baru dapat dilihat pada Gambar 4.1



Gambar 1. Peta Administratif DAS Sampean Baru

2.2 Metode Penelitian

Secara garis besar, metode penelitian dalam kegiatan penelitian ini akan dibagi menjadi beberapa tahap kegiatan, diantaranya :

- 1). Analisa erosi menggunakan Metode MUSLE (*Modified Universal Soil Loss Equation*). Analisis kesesuaian hasil perhitungan (model) dengan data lapangan (observasi). Kemudian dilakukan penyusunan sistem informasi erosi menggunakan FOSS-GIS ILWIS.
- 2). Penyusunan dan pembuatan peta erosivitas, peta erodibilitas, penyusunan peta sebaran erosi

2.2.1 Analisa Erosi Menggunakan Metode MUSLE

Data-data yang diperlukan pada tahap ini adalah data hujan, jenis tanah, panjang lereng, kemiringan lereng dan tata guna lahan.

2.4 Pengukuran Lapangan (tekstur tanah dan sedimentasi) dan Analisa Debit

Data-data yang diperlukan pada tahap ini adalah :

1. Data sedimen terangkut (suspended load) di lapangan yang diukur dalam periode waktu dan tempat tertentu.
2. Data kecepatan aliran dan tinggi muka air sungai yang diukur dalam periode waktu dan tempat tertentu.

Hasil sedimen (*sediment yield*) adalah banyaknya sedimen yang berasal dari erosi yang terjadi di daerah tangkapan air, yang diukur pada periode waktu dan tempat tertentu. Hasil sedimen diperoleh dari pengukuran sedimen terlarut dalam sungai (*suspended sediment*). Hasil pengukuran sampel sedimen kemudian dianalisis di laboratorium, yang kemudian hasilnya diverifikasi dengan hasil pengukuran kandungan sedimen yang ada di aliran sungai. Model yang paling umum adalah dengan mencari hubungan antara konsentrasi sedimen melayang dan debit terukur. Konsentrasi sedimen diperoleh dari pengambilan sampel air baik secara teratur maupun sesaat pada tempat dimana dilakukan pengukuran debit sungai. Dengan terkumpulnya serangkaian pasangan data, kemudian data debit dan konsentrasi sedimen melayang yang bersesuaian di plot pada grafik dan *power regresi* diterapkan untuk mendapatkan garis yang paling tepat melalui titik pencar.

3. HASIL YANG DICAPAI

3.1 Parameter R Indeks Erosivitas

Sebaran indeks erosivitas pada lokasi penelitian ini adalah berdasarkan sebaran luasan polygon Thiessen lokasi studi DAS Bendung Sampean Baru. Bols (1978) dalam Asdak (2004 : 358) dengan menggunakan data curah hujan bulanan di 47 stasiun penakar hujan di pulau Jawa yang dikumpulkan selama 38 tahun menentukan bahwa besarnya erosivitas hujan tahunan rata-rata adalah sebagai berikut:

$$EI_{30} = 6,12 (\text{RAIN})^{1,21} \cdot (\text{DAYS})^{-0,47} \cdot (\text{MAXP})^{0,53}$$

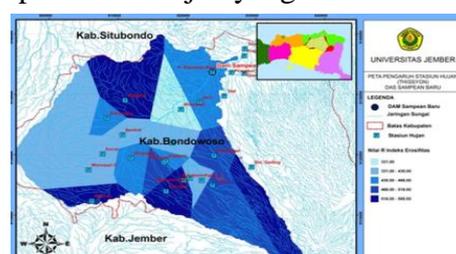
Berikut ini adalah hasil perhitungan indeks erosi untuk masing masing lahan sesuai dengan luasan pengaruh masing-masing Stasiun adalah sebagai berikut :

Tabel 1. Nilai Indeks Erosivitas Hujan Tiap Stasiun Hujan

No	STASIUN HUJAN	TOTAL EI ₃₀	EI ₃₀ RERATA TAHUNAN

1	Wringin	23,206.43	595.04
2	Selolembu	18,158.15	465.59
3	Kelabang	21,341.86	547.23
4	Wonosroyo	15,702.12	402.62
5	Wonosari I	12,914.37	331.14
6	Jeru	17,383.98	445.74
7	Wonosari II	16,719.89	428.72
8	Kejayan	18,131.85	464.92
9	Sentral	14,987.91	384.31
10	Kesemek	20,187.22	517.62
11	Grujugan Lor	18,089.88	463.84
12	Ancar	16,756.80	429.66
13	Maesan	21,315.05	546.54
14	Pinangpait	19,166.14	491.44
15	Pakistan	16,384.61	420.12
16	Maskuning Wetan	15,868.29	406.88
17	Tlogosari	19,943.04	511.36
18	Sukokerto	22,049.48	565.37
19	Sumber Dumpyong	16,196.77	415.30

Berdasarkan hasil perhitungan seperti yang terlihat pada tabel 1 diatas, bahwa tiap stasiun hujan di DAS Sampean Baru memiliki tingkat erosivitas yang bervariasi tergantung besarnya curah hujan tahunan di tiap area atau daerah pengaruh stasiun hujan tersebut. Semakin besar intensitas curah hujan maksimum tahunan maka semakin besar pula indeks erosivitas hujannya, seperti di stasiun Wringin dan sebaliknya jika semakin kecil intensitas curah hujan maksimum tahunannya maka semakin kecil pula indeks erosivitas hujannya, seperti di stasiun Wonosari I. Dan jika semakin besar indeks erosivitas hujannya, berarti semakin besar pula energi hujan untuk mampu mengikis butiran tanah yang dibawa bersamaan dengan limpasan permukaan. Keakurasian energi kinetik hujan yang dihasilkan dari nilai erosivitas hujan ini berdasarkan pada banyaknya data curah hujan tahunan yang dikumpulkan dari beberapa stasiun hujan yang ada.



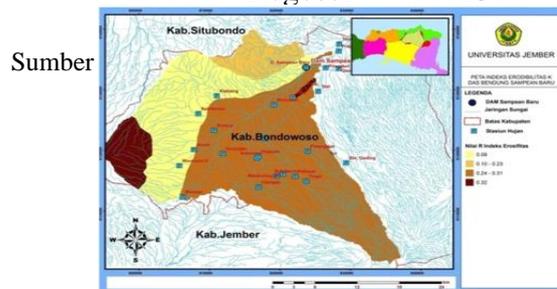
Gambar 2. Peta Indeks Erosifitas R DAS Bendung Sampean Baru

3.2 Parameter K Indeks Erodibilitas Tanah

Berdasarkan Peta Jenis Tanah yang diperoleh dari Balai PSDA Sampean, DAS Sampean Baru terdiri dari: Regosol, Andosol, dan Latosol. Lahan-lahan yang didominasi jenis tanah andosol, perlu mendapat perhatian, khususnya terhadap erosi. Latosol memiliki erodibilitas rendah, sehingga peka terhadap erosi, dan jika intensitas curah hujan cukup tinggi maka erosi yang akan terjadi juga cukup besar. Untuk indeks erodibilitas tanah (K) dapat ditentukan dengan salah satu cara mengetahui jenis tanah terlebih dahulu yang disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Prakiraan besarnya nilai K untuk beberapa jenis tanah

Jenis			
No	Tanah	Luas Ha	K
1	Latosol	22128	0,31
2	Andosol	5625	0,32
3	Mediteran	5502	0,23
4	Regosol	44134	0,31



Gambar 3. Peta Indeks Erodibilitas K DAS Bendung Sampean Baru

Berdasarkan data peta sebaran Jenis Tanah DAS Bendung Sampean Baru ini maka berikut ini nilai K Indeks Erodibilitas DAS Bendung Sampean Baru.

Tabel 3. Prakiraan besarnya nilai K untuk Wilayah Studi

No.	Jenis Tanah	Nilai K Rataan
1.	Latosol (<i>Haplorthox</i>)	0,09

a. Panjang

2.	Latosol merah (<i>Humox</i>)	0,12
3.	Latosol merah kuning (<i>Typic haplorthox</i>)	0,26
4.	Latosol coklat (<i>Typic tropodult</i>)	0,23
5.	Latosol (<i>Epiaquic tropodult</i>)	0,31
6.	Regosol (<i>Troporthents</i>)	0,14
7.	Regosol (<i>Oxic dystropept</i>)	0,12 – 0,16
8.	Regosol (<i>Typic entropept</i>)	0,29
9.	Regosol (<i>Typic dystropept</i>)	0,31
10.	Gley humic (<i>Typic tropoquept</i>)	0,13
11.	Gley humic (<i>Tropaquept</i>)	0,20
12.	Gley humic (<i>Aquic entropept</i>)	0,26
13.	Lithosol (<i>Litic eutropept</i>)	0,16
14.	Lithosol (<i>Orthen</i>)	0,29
15.	Grumosol (<i>Chromudert</i>)	0,21
16.	Hydromorf abu-abu (<i>Tropofluent</i>)	0,20
17.	Podsolik (<i>Tropudults</i>)	0,16
18.	Podsolik Merah Kuning (<i>Tropudults</i>)	0,32
19.	Mediteran (<i>Tropohumults</i>)	0,10
20.	Mediteran (<i>Tropaqualfs</i>)	0,22
21.	Mediteran (<i>Tropudalfs</i>)	0,23

Kemiringan Lereng (Indeks LS)

Dalam praktisnya L dan S dihitung sekaligus berupa factor LS. Karakteristik lereng yang mempengaruhi besarnya energi penyebab erosi adalah : Kemiringan lereng, Panjang lereng, dan Bentuk lereng. Kemiringan lereng mempengaruhi kecepatan dan volume limpasan permukaan. Makin curam suatu lereng maka kecepatan aliran permukaan semakin besar, dengan demikian maka semakin singkat pula kesempatan air melakukan infiltrasi sehingga volume aliran permukaan besar. Panjang lereng mempengaruhi besarnya limpasan permukaan, semakin panjang suatu lereng maka semakin besar pula limpasannya. Apabila volume besar maka besarnya kemampuan untuk menimbulkan erosi juga semakin besar.

Besarnya indeks panjang dan kemiringan lereng dapat ditentukan dari sudut / klas lereng, dapat lihat pada tabel berikut :

Tabel 4. Besarnya indeks LS menurut sudut lereng

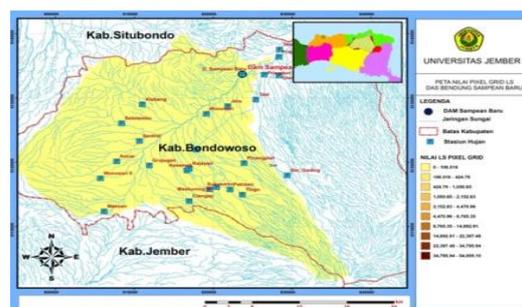
Klas Lereng	Indeks LS
0 - 8 %	0.4
8 - 15 %	1.4
15 -25 %	3.1
25 - 45 %	6.8
> 45 %	11.9

Sumber : Dirjen Reboisasi dan Rehabilitasi Lahan, 1986

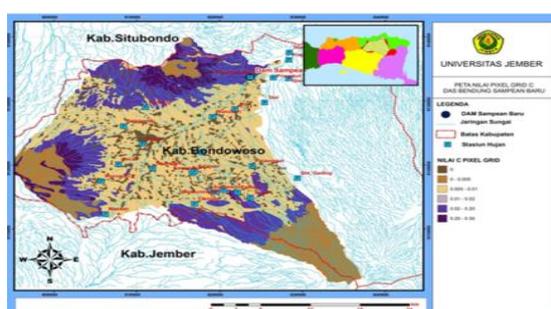
Faktor panjang lereng (L) yaitu nisbah antara besarnya erosi dari tanah dengan suatu panjang lereng tertentu terhadap erosi dari tanah dengan panjang lereng 72,6 kaki (22.13 m) di bawah keadaan yang identik. Sedangkan faktor kecuraman lereng,(S) yaitu nisbah antara besarnya erosi yang terjadi dari suatu tanah kecuraman lereng tertentu, terhadap besarnya erosi dari tanah dengan lereng 9% di bawah keadaan yang identik.



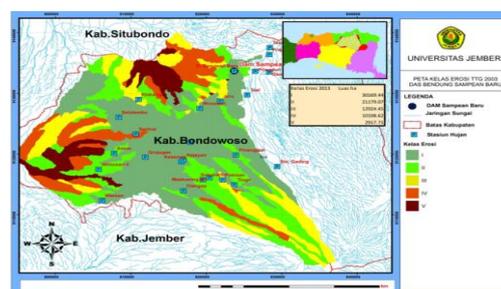
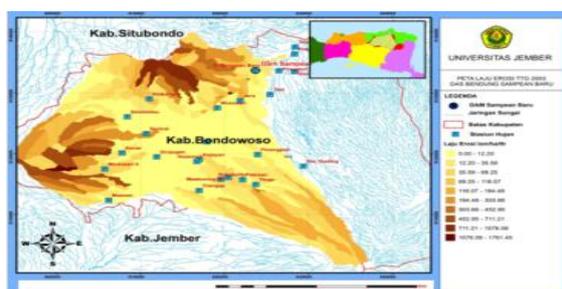
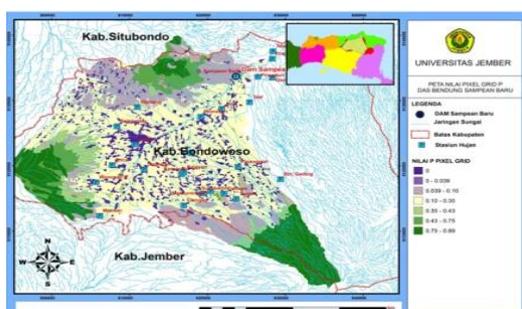
Gambar 4. Kelerengan/Slope Lahan DAS Bendung Sampean Baru



Gambar 5. Peta Nilai Pixel Grid LS DAS Bendung Sampean Baru



Gambar 6. Peta Nilai Pixel Grid C DAS Bendung Sampean Baru TTG 2003



Gambar 8. Sebaran Peta Erosi Penggunaan Lahan Tahun 2003

Gambar 9. Sebaran Peta Kelas Erosi Penggunaan Lahan Tahun 2003

3.4 Pendugaan Laju Erosi Penggunaan Lahan Eksisting 2013

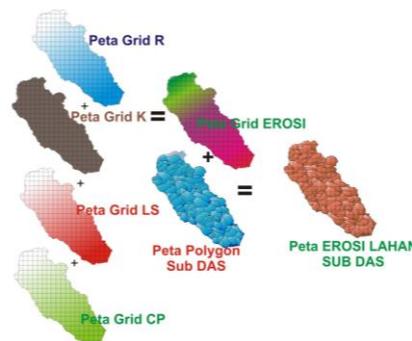
Secara prinsip laju erosi pada suatu lahan merupakan hasil keterpaduan antara hujan yang terjadi pada lahan tersebut, sifat tanah, bentuk lahan, sistem pengelolaan tanah dan tanaman. Wischmeier dan Smith (1978) merumuskan proses besarnya erosi yang terjadi dalam bentuk Persamaan Umum Kehilangan Tanah (PUKT), atau dikenal dengan nama “*Universal Soil Loss Equation (USLE)*”, yaitu (Arsyad, 1989:248) :

$$A = R \cdot K \cdot L \cdot C \cdot P$$

Dengan :

- A = Banyaknya tanah tererosi (ton/ha/th).
- R = Indeks erosivitas hujan dan aliran permukaan, tahunan (KJ/ha).
- K = Faktor erodibilitas tanah (ton/KJ).
- L = Faktor panjang lereng.
- S = Faktor kemiringan lereng.
- C = Faktor vegetasi penutup tanah dan pengelolaan tanaman.
- P = Faktor tindakan khusus konservasi tanah.

Perhitungan laju erosi diatas dengan menggunakan methode Pixel Grid masing masing Parameter diatas :



Gambar 10. Ilustrasi Overlay Grid Peta Parameter Perhitungan Erosi

Hasil perhitungan Erosi tersebut memberikan hasil kelas erosi pada Lahan DAS Sampean Baru adalah sebagai berikut

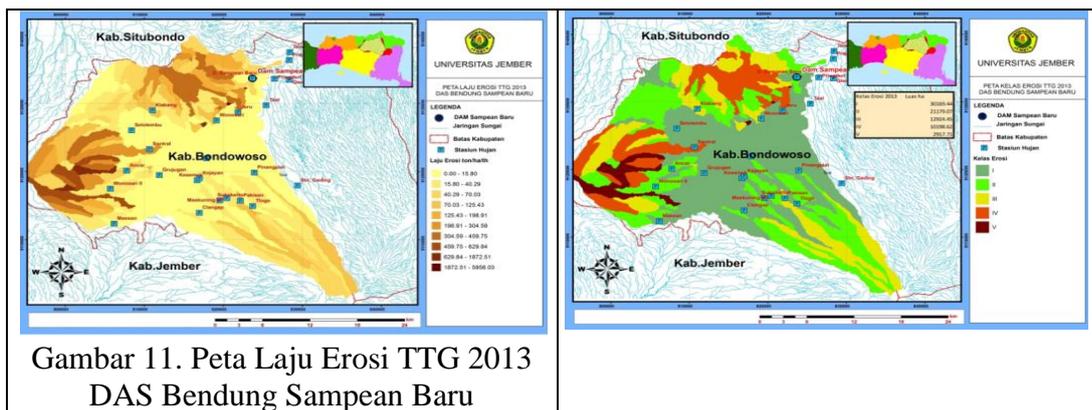
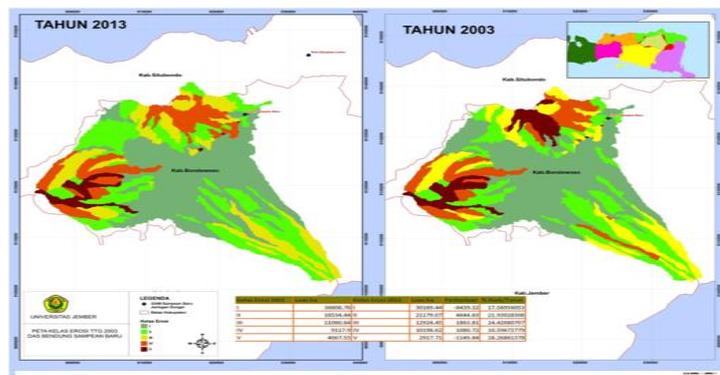
Tabel 5. Kelas Bahaya Erosi DAS Sampean Baru Tahun 2013

KELAS2013	HECTARES
I	30,169.44
II	21,179.07

III	12,924.45
IV	10,198.62
V	2,917.71

Tabel 6. Perbandingan Luas Kelas Bahaya Erosi DAS Sampean Baru Tahun 2003 dan Tahun 2013

Kelas Erosi 2003	Luas ha	Kelas Erosi 2013	Luas ha	Perbedaan	% Naik/Turun
I	36,608.76	I	30,169.44	-6,439.32	17.59
II	16,534.44	II	21,179.07	4,644.63	21.93
III	11,060.64	III	12,924.45	1,863.81	14.42
IV	9,117.90	IV	10,198.62	1,080.72	10.60
V	4,067.55	V	2,917.71	-1,149.84	28.27



Gambar 11. Peta Laju Erosi TTG 2013 DAS Bendung Sampean Baru

Gambar 13. Perbandingan Peta Kelas Erosi TTG 2003 dan 2013 DAS Bendung Sampean Baru

4. Kesimpulan Skenario Pemodelan Gis Hidrologi Lahan Eksisting

Kontrol pemodelan ini adalah pada titik outlet DAS Sampean Baru. Berdasarkan hasil pemodelan SWAT 2000 : historis hujan pada stasiun yang mempengaruhi selama periode waktu 2001 hingga 2011, banjir maksimum yang pernah terjadi adalah sebesar : 462,8 m³/det.

REFERENSI

Application Guide ILWIS, 1997.

UU No. 19 Tahun 2002 tentang Hak Cipta.

Kata kunci : *FOSS-GIS ILWIS, SILKER, MUSEL*, Erosivitas, Erodibilitas