

PREDIKSI EROSI LAHAN DAS BENGKULU DENGAN SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS (SIG)

I Gede Tunas *

Abstract

A part of sediment deposition in estuary of Bengkulu River was approximately originated from Bengkulu Watershed. The change of land use on watershed also approximately affected the rate of sheet erosion. To predict the rate of sheet erosion on Bengkulu Watershed, this research was conducted by using USLE methods and GIS. The results of this research show that the rate of sheet erosion of Bengkulu Watershed is 40.64 ton/ha/year or 2.258 mm/year. This rate is included in the 2nd class of erosion risk (light risk) based on USDA classification (15-60 ton/ha/year). It explains that the sheet erosion on watershed give a little effect on sedimentation process in estuary.

Keywords: Sheet erosion, GIS, USLE Method

Abstrak

Sebagian endapan sedimen di muara Sungai Bengkulu diperkirakan berasal dari erosi permukaan di DAS. Alih fungsi lahan (*land use*) di DAS juga diperkirakan telah mempengaruhi laju erosi permukaan. Untuk memprediksi laju erosi permukaan DAS Bengkulu, penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode USLE dan Sistem Informasi Geografis sebagai alat bantu analisis data berbasis digital. Hasil penelitian menunjukkan bahwa laju erosi permukaan DAS Bengkulu adalah 40.64 ton/ha/tahun. Angka ini setara dengan 2.258 mm/tahun dan termasuk dalam kelas bahaya erosi II (15-60 ton/ha/tahun)/ringan berdasarkan klasifikasi USDA. Hal ini berarti bahwa erosi permukaan DAS Bengkulu memberi kontribusi kecil terhadap sedimentasi di muara.

Kata kunci: erosi permukaan, sistem informasi geografis, metode USLE

1. Pendahuluan

Salah satu elemen terpenting dari sistem tata air dalam konsep hidrologi adalah DAS (*basin area*). DAS merupakan satu kesatuan sistem yang mentransformasikan hujan menjadi aliran dengan berbagai sifatnya (Sri Harto, 2002). Prinsip transformasinya mengikuti 2 konsep dasar hidrologi yakni siklus hidrologi (*hydrologic cycle*) dan keseimbangan air (*water balance*). Respon DAS dalam mentransformasi aliran sangat tergantung dari beberapa hal, diantaranya curah hujan, kemiringan permukaan DAS, struktur dan sifat tanah, tingkat kejenuhan tanah dan faktor retensi aliran (*vegetal cover*). Empat faktor pertama sifatnya sangat alamiah sedangkan faktor yang terakhir sangat dipengaruhi oleh perilaku

manusia dalam pengelolaan DAS (*anthropogenic*).

Hal yang sangat terkait dengan sifat transformasi aliran adalah erosi permukaan yang terjadi di DAS. Erosi permukaan pada dasarnya lebih dipengaruhi oleh faktor yang berhubungan dengan kegiatan manusia dalam pengelolaan DAS yang menyebabkan perubahan dan alih fungsi lahan. Perubahan fisik yang terjadi di DAS akan berpengaruh langsung terhadap kemampuan retensi DAS sebagai zona penahan air di bagian hulu (Maryono, 2002). Turunnya kemampuan retensi DAS akibat perubahan dan alih fungsi lahan tersebut mempengaruhi besarnya angka limpasan (*run-off*) dan erodibilitas permukaan yang menyebabkan terjadinya aliran besar dengan

* Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Tadulako, Palu

konsentrasi sedimen (suspensi) yang tinggi.

DAS Bengkulu merupakan salah satu DAS di Indonesia yang mengalami permasalahan erosi permukaan (lahan). Seiring dengan pesatnya pembangunan dan laju pertumbuhan penduduk yang mendiami DAS Bengkulu terjadi pemanfaatan dan pengelolaan DAS yang sangat intensif baik untuk pengembangan permukiman maupun pengembangan lahan. Alih fungsi lahan yang telah terjadi dengan tidak terkendali, disamping sebagai pemicu terjadinya erosi permukaan juga menjadi penyebab terjadinya banjir dengan angkutan sedimen konsentrasi tinggi. Kondisi ini disamping menyebabkan kerugian ekonomi di DAS juga mengakibatkan perubahan morfologi sungai.

Fenomena pendangkalan dasar yang terjadi pada muara Sungai Bengkulu disamping disebabkan oleh transpor sedimen dari arah pantai, juga ditengarai disebabkan oleh transpor sedimen yang berasal dari erosi permukaan di DAS hulu. Penelitian ini mencoba menganalisis seberapa besar sumbangan transpor sedimen yang berasal dari DAS hulu terhadap pendangkalan dasar muara Sungai Bengkulu. Selain itu juga ingin diketahui apakah hasil prediksi laju erosi masih dalam batasan laju toleransi yang diizinkan. Oleh karenanya perlu diprediksi laju erosi permukaan yang terjadi di DAS Bengkulu.

2. Tinjauan Pustaka

2.1 Pengertian dan Karakteristik Erosi

Secara umum erosi dapat dikatakan sebagai proses terlepasnya butiran tanah dari induknya di suatu tempat dan terangkutnya material tersebut oleh gerakan air atau angin kemudian diikuti dengan pengendapan material yang terangkut di tempat yang lain (Suripin, 2002). 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* (Suripin, 2002). 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 (Kironoto, 2003)

Erosi permukaan (*sheet erosion*) terjadi pada lapisan tipis permukaan tanah yang terkikis oleh kombinasi air hujan dan limpasan permukaan (*run-off*). Erosi jenis ini akan terjadi hanya dan jika intensitas dan/atau lamanya hujan melebihi kapasitas infiltrasi dan kapasitas simpan air tanah. Prosesnya dimulai dengan lepasnya partikel-partikel tanah yang disebabkan oleh energi kinetik air hujan dan berikutnya juga disertai dengan pengendapan sedimen (hasil erosi) di atas permukaan tanah. Kedua peristiwa yang terjadi secara sinambung tersebut menyebabkan turunnya laju infiltrasi karena pori-pori tanah tertutup oleh kikisan partikel tanah (Asdak, 1995). Fenomena ini dapat mempercepat dan meningkatkan laju erosi pada permukaan tanah.

Untuk memprediksi laju erosi pada permukaan lahan, telah dikembangkan beberapa model sebagaimana yang dibahas dalam berbagai literatur (Suripin, 2002) seperti Bogardi (1986), Morgan (1988) dan yang lain. Model-model yang ada kebanyakan bersifat empiris (parametrik) yang dikembangkan berdasarkan proses hidrologi dan fisis yang terjadi selama peristiwa erosi dan pengangkutannya dari DAS ke titik yang ditinjau. Salah satu model yang masuk dalam kategori tersebut adalah USLE (*Universal Soil Loss Equation*) yang dikembangkan oleh

Wischmeier dan Smith (1985, dalam Kironoto, 2003) dan dirancang untuk memprediksi rata-rata erosi jangka panjang dari erosi permukaan (*sheet erosion*) dan erosi alur (*gully erosion*) pada suatu keadaan lahan tertentu. Secara matematis model USLE dinyatakan dengan:

$$E_a = R.K.LS.C.P \dots\dots\dots(1)$$

dengan:

E_a = banyaknya tanah per satuan luas per satuan waktu yang dinyatakan sesuai dengan satuan K dan periode R yang dipilih, dalam praktek dipakai satuan ton/ha/tahun

R = faktor erosivitas hujan dan limpasan permukaan, yakni jumlah satuan indeks erosi hujan, dalam KJ/ha

K = faktor erodibilitas tanah, yaitu laju erosi per indeks erosi hujan (R) untuk suatu tanah yang diperoleh dari petak percobaan yang panjangnya 22.13 m dengan kemiringan seragam sebesar 9 % tanpa tanaman, ton/KJ

LS = faktor panjang –kemiringan lereng, yaitu perbandingan antara besarnya erosi per indeks erosi dari suatu lahan dengan panjang dan kemiringan lahan tertentu terhadap besarnya erosi dari plot lahan percobaan, tidak berdimensi.

C = faktor tanaman penutup lahan dan manajemen tanaman, yaitu perbandingan antara besarnya erosi dari suatu lahan dengan penutup tanaman dengan manajemen tanaman tertentu terhadap lahan yang identik tanpa tanaman, tidak berdimensi.

P = faktor tindakan konservasi praktis, yaitu perbandingan antara besarnya erosi dari lahan dengan tindakan konservasi praktis dengan besarnya erosi dari tanah yang diolah searah lereng dalam keadaan yang identik, tidak berdimensi.

Persamaan USLE menetapkan bahwa nilai R yang merupakan daya perusak hujan (erosivitas hujan) tahunan dapat dihitung dari data curah hujan yang didapat dari stasiun curah hujan otomatis (ARR) atau dari data penangkar curah hujan biasa. Erosivitas hujan merupakan perkalian antara energi hujan total (E) dan intensitas hujan maksimum 30 menit (I_{30}). Kedua faktor tersebut, E dan I_{30} selanjutnya dapat ditulis sebagai EI_{30} . Bols (1978, dalam Kironoto, 2003), menghitung EI_{30} dengan menggunakan data hujan harian, hari hujan dan hujan bulanan yang terbatas pada daerah pulau Jawa dan Madura (daerah tropis). Apabila menggunakan data hujan bulanan persamaan tersebut ditulis dengan:

$$R_m = 6.119 P_m^{1.211} N^{-0.474} P_{max}^{0.256} \dots\dots(2)$$

dengan R_m = erosivitas hujan bulanan (KJ/ha), P_m = curah hujan bulanan (cm), N = jumlah hari hujan dalam satu bulan (hari), P_{max} = hujan harian maksimum bulan yang bersangkutan (cm).

Faktor erodibilitas tanah ialah kemampuan/ketahanan partikel tanah terhadap pengelupasan dan pemindahan tanah akibat energi kinetik hujan. Nilai erodibilitas tanah selain tergantung pada topografi, kemiringan lereng dan akibat perlakuan manusia, juga ditentukan oleh pengaruh tekstur tanah, stabilitas agregat, kapasitas infiltrasi, kandungan bahan organik dan non-organik tanah. Untuk beberapa jenis tanah di Indonesia yang dikeluarkan oleh Dinas RLKT, Departemen Kehutanan, nilai K dapat diperoleh sesuai dengan Tabel 1.

Panjang lereng (L) diukur dari suatu tempat pada permukaan tanah dimana erosi mulai terjadi sampai pada tempat dimana terjadi pengendapan, atau sampai pada tempat dimana aliran air dipermukaan tanah masuk ke dalam saluran. Dalam praktek lapangan nilai L sering dihitung sekaligus dengan faktor kecuraman (S) sebagai faktor kemiringan lereng (LS). Departemen Kehutanan memberikan nilai faktor kemiringan lereng, yang ditetapkan

berdasarkan kelas lereng, seperti dalam Tabel 2 .

Untuk memberikan gambaran tentang potensi erosi yang dihasilkan, *United States Department of Agriculture* (USDA) telah menetapkan klasifikasi bahaya erosi berdasarkan laju erosi yang dihasilkan dalam ton/ha/tahun seperti diperlihatkan pada Tabel 3. Klasifikasi bahaya erosi ini dapat memberikan gambaran, apakah tingkat erosi yang terjadi pada suatu lahan ataupun DAS sudah termasuk dalam tingkatan yang membahayakan atau tidak, sehingga dapat dijadikan pedoman didalam pengelolaan DAS.

2.2 Sistem Informasi Geografis

Sistem Informasi Geografis (SIG) adalah kumpulan yang terorganisir dari perangkat keras (*hardware*), perangkat lunak (*software*), data geografi dan

personil yang dirancang secara efisien untuk memperoleh, menyimpan, memperbaharui, memanipulasi, menganalisis dan menampilkan semua bentuk informasi yang bereferensi geografi (ESRI, 1990 dalam Prahasta, 2002). Pada awalnya SIG hanya dipergunakan khusus untuk tujuan yang terkait erat dengan masalah pemetaan (*mapping*), perencanaan dan geosciences, tetapi saat ini implementasi dan aplikasi SIG sudah berkembang untuk berbagai tujuan dengan bidang yang lebih beragam dan jangkauan yang lebih luas, seperti dalam ilmu rekayasa (*engineering*) dan desain khususnya pada bidang Teknik Sumber Daya Air seperti pemodelan kualitas air, hidrologi dan hidraulika (Christoper, 1999).

Tabel 1 Jenis tanah dan nilai faktor erodibilitas tanah (K)

No.	Jenis Tanah	Nilai K
1.	Latosol coklat kemerahan dan litosol	0,43
2.	Latosol kuning kemerahan dan litosol	0,36
3.	Komplek mediteran dan litosol	0,46
4.	Latosol kuning kemerahan	0,56
5.	Grumusol	0,20
6.	Alluvial	0,47
7.	Regosol	0,40
8.	Latosol	0,31

Sumber: Kironoto, 2003

Tabel 2 Penilaian kelas lereng dan faktor LS

Kelas Lereng	Kemiringan Lereng	Nilai LS
I	0 – 8	0,40
II	8 – 15	1,40
III	15 – 25	3,10
IV	25 – 40	6,80
V	> 40	9,50

Sumber: Kironoto, 2003

Tabel 3 Klasifikasi bahaya erosi

Kelas Bahaya Erosi	Laju erosi, E_a (ton/ha/tahun)	Keterangan
I	<15	sangat ringan
II	15–60	ringan
III	60–180	sedang
IV	180–480	berat
V	>480	sangat berat

Sumber: Kironoto, 2003

Model data spasial di dalam Sistem Informasi Geografis dibedakan menjadi dua yakni model data raster dan model data vektor. Model data raster menampilkan, menempatkan dan menyimpan data spasial dengan menggunakan struktur matriks atau piksel yang membentuk grid. Akurasi model data ini sangat bergantung pada resolusi atau ukuran pikselnya (sel grid) di permukaan bumi. Sumber *entity* spasial raster adalah citra satelit, citra radar dan model ketinggian digital, yang memberikan informasi spasial dalam bentuk gambaran yang digeneralisir. Model data vektor menampilkan, menempatkan, dan menyimpan data spasial dengan menggunakan titik-titik, garis-garis atau kurva, atau poligon beserta atribut-atributnya. Bentuk-bentuk dasar representasi data spasial ini di dalam sistem model data vektor, didefinisikan oleh sistem koordinat kartesian dua dimensi. File data vektor dalam ArcView dinamakan *shapefiles*.

3. Metode Penelitian

Lokasi penelitian ini bertempat di DAS Bengkulu dengan luas daerah tangkapan kurang lebih 47349.62 ha yang terdiri dari beberapa anak sungai. Adapun tahapan yang diambil untuk menyelesaikan penelitian ini dapat dibedakan atas 3 macam yaitu tahap pengumpulan data, tahap penyusunan model data spasial menggunakan SIG dan tahap analisis. Data yang dikumpulkan untuk penelitian ini adalah data sekunder berupa data curah hujan harian selama 20 tahun pada Stasiun Surabaya dan Stasiun Taba Mutung yang terdapat di dalam DAS, peta rupa bumi skala 1:50.000 yang dikeluarkan oleh Bakosurtanal tahun 2001, peta tataguna lahan (*land use*) yang dikeluarkan oleh Dinas Pertanian dan Dinas Kehutanan setempat, peta kemiringan lereng yang dikeluarkan oleh Badan Pertanahan Nasional Bengkulu dan peta jenis tanah diperoleh dari Balai Penelitian Tanaman Pangan (BPTP) Bengkulu. Semua jenis data kecuali data curah hujan harian, merupakan data

mentah raster yang akan didigitasi dengan SIG.

Penyusunan model data spasial dilakukan dengan menggunakan pendekatan Sistem Informasi Geografis dalam hal ini menggunakan perangkat lunak ArcView GIS versi 3.3. Keempat jenis peta yang digunakan dalam analisis ini, di dalam ArcView dinyatakan sebagai *layer-layer* dalam bentuk *shape-file* (shp) dan dibuat dengan skala yang sama. ArcView dapat melakukan input secara interaktif, proses *editing* yang sangat fleksibel dan *output* sesuai dengan kebutuhan. Setiap *layer* yang mewakili setiap peta selalu dilengkapi dengan data *digital* yang dapat diolah dan diakses pada perangkat pengolah data yang lain seperti *Microsoft Excel*. Hasil akhir dari analisis SIG ini adalah unit-unit lahan dengan segala data atribut yang dihasilkan dari proses tumpang-tindih *layer*. Setiap unit lahan yang diperoleh, selanjutnya diberi nomor untuk mempermudah analisis lebih lanjut.

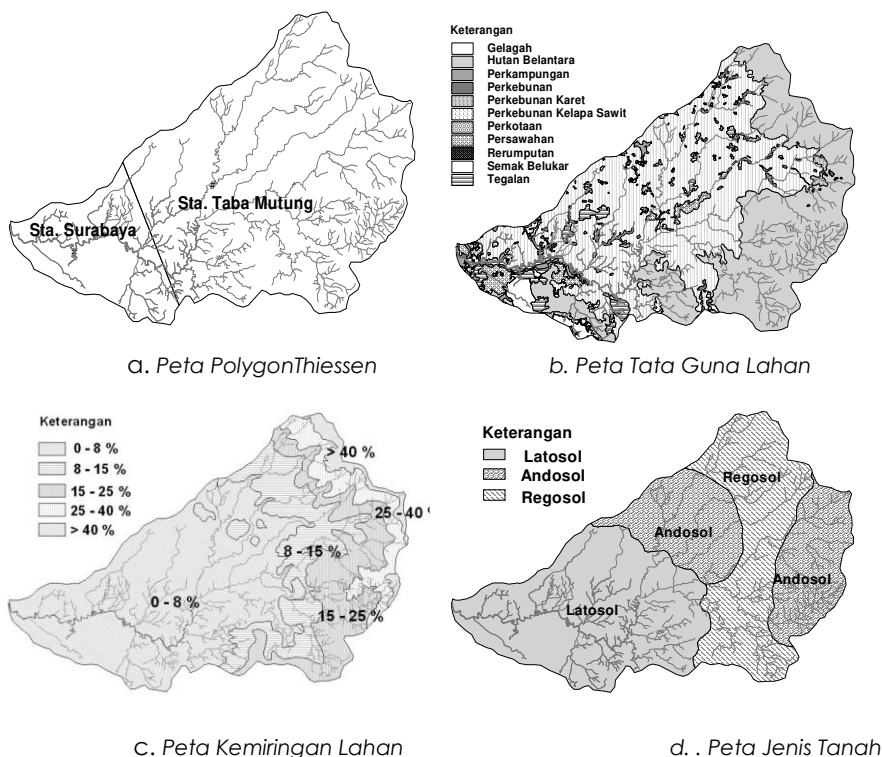
Analisis erosi lahan pada setiap unit lahan dengan segala atributnya yang diperoleh dari tumpang-tindih (*overlay*) *layer* di dalam SIG, dilakukan dengan menggunakan metode USLE. Analisis dilakukan dengan memperhatikan parameter-parameter USLE pada setiap unit lahan. Prediksi erosi rata-rata pertahun diperoleh dengan menjumlahkan seluruh hasil laju erosi pada setiap unit lahan pada DAS Bengkulu. Hasil ini selanjutnya dibandingkan dengan laju erosi standar yang dikeluarkan oleh USDA. Berdasarkan hasil tersebut dapat diperkirakan besar potensi yang disumbangkan oleh erosi permukaan di DAS hulu terhadap proses sedimentasi di muara.

4. Hasil dan Pembahasan

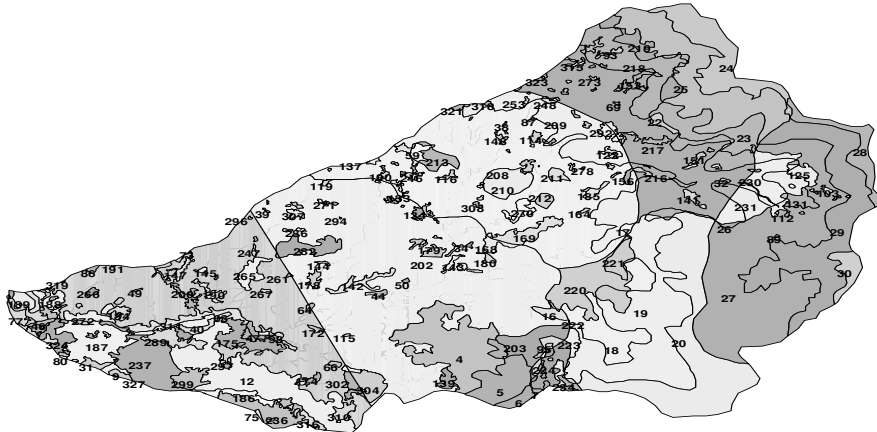
Berdasarkan hasil analisis SIG dengan melakukan tumpang tindih (*overlay*) *layer* dapat diketahui bahwa DAS Bengkulu seluas kurang lebih 47349.62 ha terbagi menjadi 327 unit lahan dengan luasan masing-masing sesuai dengan bidang pengaruh

interseksi keempat peta *layer*, seperti terlihat pada Gambar 2. Masing-masing unit lahan memiliki karakteristik tersendiri yang dinyatakan dengan nilai atribut digital yang dihasilkan dari proses *overlay*. Untuk mempermudah analisis, peta unit lahan diberi nomor kode berdasarkan kesamaan tipe penggunaan lahan (*land use*) dan parameter yang lain menyesuaikan. Laju potensi erosi diperoleh dengan memperkalikan keempat parameter USLE (R_m , K , LS dan CP) untuk masing-masing unit lahan. Khusus untuk parameter CP , nilainya sangat tergantung pada kebiasaan pola tanam masyarakat selama satu tahun dan relatif sulit menetapkan nilai parameter yang sesuai untuk kondisi yang sedang berlangsung pada setiap bulannya. Untuk penyederhanaan perhitungan, maka kebiasaan pola tanam dianggap sama untuk setiap

tahunnya, walaupun ada kemungkinan terjadi pergeseran pola tanam pada setiap bulannya. Nilai parameter CP juga bisa ditetapkan terpisah untuk C dan P dan dapat juga ditetapkan satu nilai untuk dua parameter (CP). Hal ini dilakukan pada lahan-lahan alami yang belum dieksploitasi/dimanfaatkan oleh masyarakat sekitar untuk bercocok tanam atau lahan-lahan yang belum berubah secara alamiah. Hasil hitungan dibuatkan dalam bentuk tabel bulanan dari Januari s/d Desember. Tabel 4 merupakan resuma hitungan prediksi laju erosi permukaan DAS Bengkulu pada Bulan Januari. Hasil hitungan menunjukkan prediksi laju erosi pada Bulan Januari sebesar 323554.24 ton/bulan atau setara dengan 0.380 mm/bulan. Angka erosi permukaan 0.380 mm/bulan memberikan informasi bahwa laju erosi permukaan pada Bulan Januari relatif kecil.



Gambar 1. Peta parameter USLE yang telah didigitasi dengan SIG



Gambar 2 Peta hasil overlay empat peta parameter USLE dengan ArcView

Tabel 4 Prediksi laju erosi DAS Bengkulu Bulan Januari

No.	Kode	Luas	Laju Erosi Bulan Januari							
UL	UL	(A) ha	Rm	K	LS	C	P	CP	Laju Erosi (E_a)	
									t/ha/bln	t/bln
1	SMB	2.54	4.56	0.31	0.40	0.300	1.000	0.300	0.170	0.431
2	HBL	25.41	4.56	0.31	0.40	.....	.....	0.050	0.028	0.718
3	HBL	0.86	4.56	0.31	0.40	.....	.....	0.050	0.028	0.024
4	HBL	1126.03	5.36	0.31	0.40	.....	.....	0.050	0.033	37.420
5	HBL	487.71	5.36	0.31	1.40	.....	.....	0.050	0.116	56.727
.....
326	TGL	0.66	4.56	0.31	0.40	0.700	0.150	0.105	0.059	0.039
327	TGL	0.05	4.56	0.31	0.40	0.700	0.150	0.105	0.059	0.003
Jumlah		47349.62								323554.24

Tabel 5 Prediksi laju erosi permukaan total DAS Bengkulu

No.	Bulan	Luas Unit Lahan	Laju Erosi (E_a)	
		(ha)	(ton/bulan)	(mm/bulan)
1	Januari	47349.62	323554.24	0.380
2	Pebruari	47349.62	358980.95	0.421
3	Maret	47349.62	216744.02	0.254
4	April	47349.62	113452.05	0.133
5	Mei	47349.62	114167.07	0.134
6	Juni	47349.62	119718.90	0.140
7	Juli	47349.62	112841.91	0.132
8	Agustus	47349.62	110877.46	0.130
9	September	47349.62	19235.86	0.023
10	Oktober	47349.62	114133.78	0.134
11	November	47349.62	114824.30	0.135
12	Desember	47349.62	205822.29	0.241
E_a (ton/tahun)			1924352.83	
E_a (ton/ha/tahun)			40.64	
E_a (mm/tahun)				2.258

Laju erosi per tahunnya diperoleh dengan menjumlahkan laju erosi setiap bulannya selama satu tahun. Untuk menentukan tebal lapisan tanah yang tererosi diperoleh dengan membagi jumlah erosi per tahun dengan total luas lahan dikalikan berat volume tanah, dimana berat volume tanah disetarakan dengan $\gamma = 1,80 \text{ ton/m}^3$. Total prediksi erosi lahan DAS Bengkulu selama satu tahun diperlihatkan pada Tabel 5. Berdasarkan Tabel 5, dapat diketahui bahwa laju erosi lahan tertinggi terjadi pada Bulan Pebruari (0.421 mm/bulan) dan terkecil pada bulan September (0.023 mm/bulan). Hal ini menunjukkan bahwa pada Bulan Pebruari terjadi erosi lahan dengan ketebalan maksimum dibandingkan dengan bulan-bulan yang lainnya. Fenomena ini diperkirakan disebabkan oleh dua hal. Pertama curah hujan maksimum dan bulanan pada Bulan Pebruari relatif besar dibandingkan dengan curah hujan maksimum dan bulanan pada bulan yang lain, sehingga menyebabkan tingkat erosivitas relatif besar. Kedua, kebiasaan masyarakat setempat untuk menetapkan awal bercocok tanam pada bulan dengan curah hujan tinggi, baik untuk persawahan, perladangan maupun perkebunan. Hal ini dapat dicermati bahwa pada awal musim tanam *area* vegetasi penutup lahan (*vegetal cover*) menjadi berkurang, sehingga lahan yang tidak memiliki vegetasi rentan terhadap bahaya erosi.

Tabel 5 juga memperlihatkan bahwa total prediksi laju erosi permukaan DAS Bengkulu adalah 1924352.83 ton/tahun atau 40.64 ton/ha/tahun. Angka ini setara dengan 2.258 mm/tahun. Apabila angka ini dibandingkan dengan angka klasifikasi bahaya erosi yang ditetapkan oleh USDA, maka tingkat erosi yang terjadi pada DAS Bengkulu termasuk dalam kelas bahaya erosi II (15-60 ton/ha/tahun) dan dianggap kelas bahaya erosi dengan predikat ringan. Hal ini berarti bahwa erosi permukaan yang terjadi di DAS Bengkulu masih dalam kategori tidak terlalu mengawatirkan dan diperlukan usaha-

usaha menekan laju erosi sampai pada tingkat sangat aman baik secara *engineering* maupun *non-engineering*.

Terkait dengan masalah sedimentasi dan pendangkalan dasar di muara Sungai Bengkulu, dapat dicermati bahwa transpor sedimen yang berasal dari DAS Bengkulu relatif sangat kecil bila dibandingkan transpor sedimen yang berasal dari pantai. Muara Air Bengkulu memiliki karakteristik angkutan sedimen/pasir sejajar pantai yang dominan sedangkan debit sungainya pada musim kemarau sangat kecil yang mengakibatkan pendangkalan dan muara sungainya sering berpindah (tergantung kondisi gelombang dan debit sungai) sehingga membentuk ambang atau spit (Satyakarsa, 2003 dalam Tunas 2004). Oleh karena itu muara Air Bengkulu dikategorikan termasuk muara sungai tipe spit, dengan permasalahan utama yang terjadi pada muara sungai tipe ini adalah terjadinya penutupan dan pendangkalan muara sungai/estuari.

5. Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan hal-hal sebagai berikut:

- Laju erosi permukaan DAS Bengkulu tertinggi terjadi pada Bulan Pebruari (0.421 mm/bulan) dan terkecil pada bulan September (0.023 mm/bulan).
- Total prediksi laju erosi permukaan DAS Bengkulu adalah 1924352.83 ton/tahun atau 40.64 ton/ha/tahun. Angka ini setara dengan 2.258 mm/tahun. Apabila angka ini dibandingkan dengan angka klasifikasi bahaya erosi yang ditetapkan oleh USDA, maka tingkat erosi yang terjadi pada DAS Bengkulu termasuk dalam kelas bahaya erosi II (15-60 ton/ha/tahun) dan dianggap kelas bahaya erosi dengan predikat ringan.
- Transpor sedimen yang berasal dari erosi permukaan DAS Bengkulu relatif sangat kecil bila dibandingkan transpor sedimen yang berasal dari pantai.

5.2 Saran

Terkait dengan proses dan hasil penelitian yang diperoleh, maka dapat disarankan hal-hal sebagai berikut:

- a. Data yang digunakan untuk analisis ini adalah data publikasi tahun 2000 dan 2001. Selama kurun 4 tahun terakhir dimungkinkan untuk terjadi alih fungsi lahan di kawasan DAS Bengkulu. Oleh karena itu penggunaan data *land use* terkini akan memberikan hasil yang lebih akurat dan *up to date*.
- b. Metode USLE hanyalah sebuah metode empiris yang diyakini banyak mengandung kesalahan akan tetapi tetap juga banyak digunakan untuk berbagai penelitian dengan beberapa penyesuaian. Untuk itu perlu dilakukan studi pembandingan dengan cara melakukan analisis angkutan sedimen suspensi di Sungai Bengkulu berdasarkan data sedimen yang ada.

6. Daftar Pustaka

- Asdak, C., (2002), *Hidrologi Dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Budiyanto, E., (2002), *Sistem Informasi Geografis Menggunakan ArcView-GIS*, Andi Offset, Yogyakarta
- Christoper, E.T., Olivera, F., and Maidment, D., (1999) *Floodplain Mapping Using HEC-RAS and ArcView GIS*, CRWS-University of Texas, Austin.
- Kirby, M.J., and Morgan, R.C.P., (1980), *Soil Erosion*, John Wiley & Sons, Great Britain.
- Kironoto, B.A., (1997), *Diktat Kuliah Hidraulika Transpor Sedimen*, PPS-Teknik Sipil, Yogyakarta.
- Maryono, A., (2002) *Eko-Hidraulik Pembangunan Sungai*, Magister Sistem Teknik-UGM, Yogyakarta.

Miller, S. N., (2001), *Watershed Modeling Using ArcView GIS*, USDA-ARS, Arizona.

Prahasta, E., (2002), *Sistem Informasi Geografis: Tutorial ArcView*, Informatika, Bandung.

Sri Harto Br., (2000), *Hidrologi : Teori, Masalah dan Penyelesaian*, Nafiri Offset, Yogyakarta.

Suripin, (2002), *Pelestarian Sumberdaya Tanah dan Air*, Andi Offset, Yogyakarta