

Prediksi Erosi Dengan Menggunakan Metode USLE Dan Sistem Informasi Geografis (SIG) Berbasis Piksel Di Daerah Tangkapan Air Danau Buyan

Abdul Rahman As-syakur

Pusat Penelitian Lingkungan Hidup (PPLH)
Universitas Udayana
Jl. PB. Sudirman Denpasar-Bali
E-mail: ar.assyakur@yahoo.com

Ringkasan

Erosi merupakan kejadian alami dimuka bumi ini, akan tetapi karena pengaruh manusia manusia kejadian erosi menjadi lebih besar dari keadaan alaminya pada daerah-daerah tertentu seperti di Daerah Tangkapan Air (DTA) Danau Buyan-Bedugul-Bali. Erosi di DTA danau buyan bisa diprediksi menggunakan metode USLE dan Sistem Informasi Geografi (SIG) berbasis pixel. Dalam aplikasi SIG pemanfaatan data DEM digunakan untuk mencari nilai faktor LS dan penelitian sebelumnya yang dilakukan di daerah yang sama digunakan sebagai pembandingan untuk melihat kesamaan hasil dari metode prediksi ini. Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa nilai faktor LS yang diperoleh dari analisis data DEM didominasi oleh nilai yang ≥ 2 dan besar erosi juga didominasi oleh erosi yang kurang dari 2 ton ha⁻¹ thn⁻¹. erosi yang tinggi hanya terjadi pada tempat-tempat dimana terjadi akumulasi aliran atau ditempat-tempat pertemuan aliran yang ada. Aplikasi SIG memperlihatkan hasil yang tidak jauh berbeda dengan penelitian yang menggunakan data lapangan pada wilayah-wilayah yang mempunyai tingkat bahaya erosi sangat ringan, akan tetapi perbedaan yang sangat mencolok terlihat pada wilayah-wilayah yang mempunyai tingkat bahaya erosi berat dan sangat berat.

Kata Kunci: Erosi, USLE, Sistem Infoemasi Geografi, Faktor LS

1 Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Erosi tanah merupakan kejadian alam yang pasti terjadi dipermukaan daratan bumi. Besarnya erosi sangat tergantung dari faktor-faktor alam ditempat terjadinya erosi tersebut, akan tetapi saat ini manusia juga berperan penting atas terjadinya erosi. Adapun faktor-faktor alam yang mempengaruhi erosi adalah erodibilitas tanah, karakteristik lanskap dan iklim. Akibat dari adanya pengaruh manusia dalam proses peningkatan laju erosi seperti pemanfaatan lahan yang tidak sesuai dengan peruntukannya dan/atau pengelolaan lahan yang tidak didasari tindakan konservasi tanah dan air menyebabkan perlunya dilakukan suatu prediksi laju erosi tanah sehingga bisa dilakukan suatu manajemen lahan. Manajemen lahan berfungsi untuk memaksimalkan produktivitas lahan dengan tidak mengabaikan keberlanjutan dari sumberdaya lahan.

Metode USLE (Universal Soil Loss Equation) merupakan metode yang umum digunakan untuk memprediksi laju erosi. Selain sederhana, metode ini juga sangat baik diterapkan di daerah-daerah yang faktor utama penyebab erosinya adalah hujan dan aliran permukaan. Wischmeier (1976) dalam Risse et al. (1993) mengatakan bahwa metode USLE didesain untuk digunakan memprediksi kehilangan tanah yang dihasilkan oleh erosi dan diendapkan pada segmen lereng bukan pada hulu DAS, selain itu juga didesain untuk memprediksi rata-rata jumlah erosi dalam

waktu yang panjang. Akan tetapi kelemahan model ini adalah tidak dipertimbangkannya keragaman spasial dalam suatu DAS dimana nilai input parameter yang diperlukan merupakan nilai rata-rata yang dianggap homogen dalam suatu unit lahan (Hidayat, 2003), khususnya untuk faktor erosivitas (R) dan kelerengan (LS). Sistem Informasi Geografi (SIG) merupakan teknologi berbasis spasial yang sangat populer saat ini. Prediksi erosi dengan metode USLE juga bisa menggunakan SIG dalam perhitungannya. Pemanfaatan SIG berbasis pixel sebagai alat pemodelan spasial dalam memprediksi erosi bisa membantu keakuratan data yang dihasilkan khususnya pada lahan-lahan yang mempunyai keadaan topografi yang kompleks (Larito et al., 2004). Selain itu SIG dapat memanejemen data yang bereferensi geografi dengan cepat sehingga membuat studi tentang erosi bisa lebih mudah, khususnya bila harus mengulang menganalisis data-data pada daerah yang sama (Amorea et al., 2004).

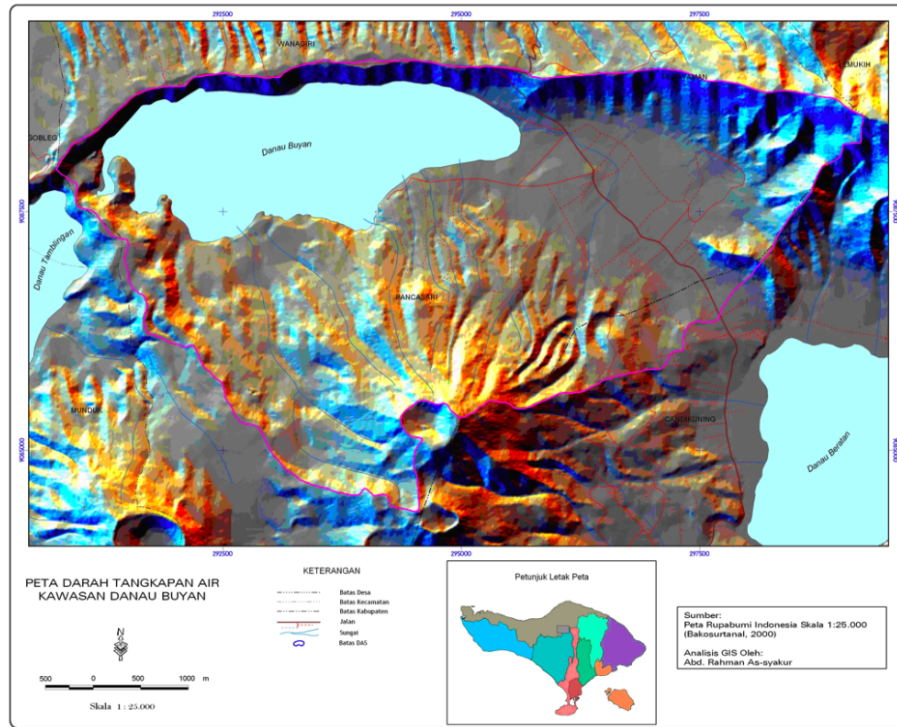
Menghitung faktor panjang lereng (L) menjadi masalah yang sangat rumit saat pengaplikasian SIG berbasis pixel dalam perhitungan erosi dengan metode USLE (Kinnell, 2008). Perhitungan erosi dengan metode USLE menggunakan data panjang lereng hasil observasi lapangan dan sangat tidak mungkin menghitung seluruh panjang lereng pada setiap bentuk lereng di daerah tangkapan air. Berbeda dengan faktor kemiringan lereng (S) yang bisa diperoleh dengan mudah dari data SIG.

Aplikasi SIG memerlukan data Digital Elevation Model (DEM) untuk menghasilkan gambaran faktor LS yang lebih spesifik dalam setiap pixelnya. Dalam perkembangannya, ada beberapa formula untuk menentukan nilai faktor LS berbasis DEM dalam SIG yang mempertimbangkan heterogenitas lereng serta mengutamakan arah dan akumulasi aliran dalam perhitungannya (Blanco and Nadaoka, 2006). Asumsi yang dipergunakan adalah nilai faktor LS akan berbeda antara lereng bagian atas dan bagian bawah. Nilai LS akan lebih besar ditempat terjadinya akumulasi aliran dari pada dilereng bagian atas walaupun mempunyai panjang lereng dan kemiringan lereng yang sama. Penelitian ini bertujuan mengaplikasikan SIG untuk prediksi erosi dengan metode USLE yang dimodifikasi. Diharapkan dari hasil penelitian ini bisa memberikan gambaran spasial tingkat erosi tanah yang lebih spesifik dari nilai pixel-pixel yang ada yang berguna dalam penentuan arahan penggunaan lahan yang lebih sesuai dengan peruntukannya. Penelitian sebelumnya yang dilakukan di daerah yang sama digunakan sebagai pembandingan untuk melihat kesamaan hasil dari metode prediksi ini.

2 Lokasi dan Deskripsi Area Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Daerah Tangkapan Air (DTA) Danau Buyan yang berlokasi di $115^{\circ}06'1.5''$ - $115^{\circ}10'37.5''$ BT dan $8^{\circ}14'10.2''$ - $8^{\circ}16'45.8''$ LS. Kawasan DTA danau Buyan terletak di Desa Pancasari dan Pegayaman Kecamatan Sukasada Kabupaten Buleleng serta Desa Candikuning Kecamatan Baturiti Kabupaten Tabanan adapun luas DTA dengan danaunya adalah 2424.49 ha dengan luas DTA 1943.77 ha (Gambar 1).

Berdasarkan data rata-rata curah hujan bulanan, daerah tersebut memiliki pola curah hujan tipe monsun dengan rata-rata curah hujan 2487 mm/thn (Daryono, 2002). Secara umum jenis tanah pada daerah tangkapan (catchment area) Danau Buyan didominasi oleh Regosol Kelabu, dan hanya sebagian kecil Andosol Coklat Kelabu. Jenis tanah Regosol Kelabu menempati hampir seluruh bagian daerah tangkapan yang mengelilingi danau tersebut, sedangkan Andosol Coklat Kelabu hanya terdapat pada sebagian kecil di lereng selatan Danau Buyan. Kondisi geologi DTA Danau Buyan di dominasi oleh batuan dari Gunungapi Kelompok Lesong, Pohen dan Sengayang (Qv) dan sebagian merupakan hasil endapan (Aluvium, Qal) yang terdiri dari kerakal, kerikil, pasir, lanau dan lempungan. Sedangkan kondisi topografi DTA ini cukup beragam yaitu dari kondisi datar sampai terjal.



Gambar 1: Peta lokasi penelitian

3 Metodologi

USLE merupakan suatu model parametrik untuk memprediksi erosi dari suatu bidang tanah. USLE memungkinkan perencana menduga laju rata-rata erosi suatu tanah tertentu pada suatu kecuraman lereng dengan pola hujan tertentu untuk setiap macam pertanaman dan tindakan pengelolaan (tindakan konservasi tanah) yang mungkin dilakukan atau yang sedang dipergunakan (Arsyad, 1989).

Prediksi erosi dengan metode USLE diperoleh dari hubungan antara faktor-faktor penyebab erosi itu sendiri yaitu:

$$A = R * K * L * S * C * P \quad (1)$$

Dimana:

A = Banyaknya tanah tererosi (ton ha⁻¹ yr⁻¹)

R = faktor curah hujan dan aliran permukaan (Erosivitas) (MJ mm ha⁻¹ hr⁻¹ yr⁻¹)

K = faktor erodibilitas tanah (ton ha hr MJ⁻¹ mm⁻¹ ha⁻¹)

LS = faktor panjang dan kemiringan lereng (dimensionless)

C = faktor vegetasi penutup tanah dan pengelolaan tanaman (dimensionless)

P = faktor tindakan-tindakan khusus konservasi tanah (dimensionless)

- Erosivitas (R) hujan adalah daya erosi hujan pada suatu tempat. Nilai erosivitas hujan dapat dihitung berdasarkan data hujan yang diperoleh dari penakar hujan otomatis dan dari penakar hujan biasa. Adapun persamaan yang digunakan dalam untuk menentukan tingkat erosivitas hujan dalam penelitian ini adalah (Bols, 1978 dalam Arsyad, 1989):

$$R = 6,119(RAIN)^{1,21}(DAYS)^{-0,47}(MAXP)^{0,53} \quad (2)$$

Keterangan :

- R adalah indeks erosivitas rata-rata bulanan
 - RAIN adalah curah hujan rata-rata bulanan (cm)
 - DAYS adalah jumlah hari hujan rata-rata perbulan
 - MAXP adalah curah hujan maksimum selama 24 jam dalam bulan bersangkutan
- Erodibilitas (K) tanah adalah mudah tidaknya tanah mengalami erosi, yang di tentukan oleh berbagai sifat fisik dan kimia tanah. Menurut Wischmeier (1971) dalam Arsyad (1989) persamaan umum kehilangan tanah adalah sebagai berikut :

$$100K = 2,1M^{1,14}(10^{-4})(12 - a) + 3,25(b - 2) + 2,5(c - 3) \quad (3)$$

Keterangan :

- K adalah erodibilitas
- M adalah ukuran partikel (% debu + % pasir halus)
- a adalah kandungan bahan organik
- b adalah kelas struktur tanah
- c adalah kelas permeabilitas

Pada penelitian ini data spasial nilai erodibilitas tanah diperoleh dari hasil penelitian Adnyana (2006). Dalam penentuan batas-batas nilai erodibilitas tanah tetap menggunakan unit lahan sebagai faktor yang menghomogenkan kondisi lahan.

- Faktor panjang dan kemiringan lereng (LS). Faktor panjang lereng 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, 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. Secara umum persamaan untuk menentukan panjang lereng adalah (Lafren and Moldenhauer, 2003):

$$L = (\lambda)^m \quad (4)$$

Dimana L adalah faktor panjang lereng, λ adalah panjang lereng (m) dan m adalah eksponensial dari panjang lereng yang berkisar antara 0.2-0.6, di Indonesia yang sering digunakan adalah nilai 0.5, sedangkan persamaan untuk menentukan faktor kemiringan lereng menggunakan persamaan (Arsyad, 1989):

$$S = (0.0138 + 0.00965 \theta + 0.00138 \theta^2) \quad (5)$$

Dimana S adalah faktor kemiringan lereng dan θ adalah kemiringan lereng (%). Persamaan diatas sangat sulit diterapkan pada SIG berbasis pixel karena variabilitas panjang lereng yang sangat kompleks. Moore and Burch (1986) dalam Kinnell (2008) telah mengembang suatu persamaan untuk mencari nilai LS dengan memanfaatkan data DEM pada SIG. Adapun persamaan itu adalah:

$$LS = (X * CZ/22.13)^{0.4} * (\sin \theta/0.0896)^{1.3} \quad (6)$$

Dimana:

LS = Faktor Lereng

X = Akumulasi Aliran

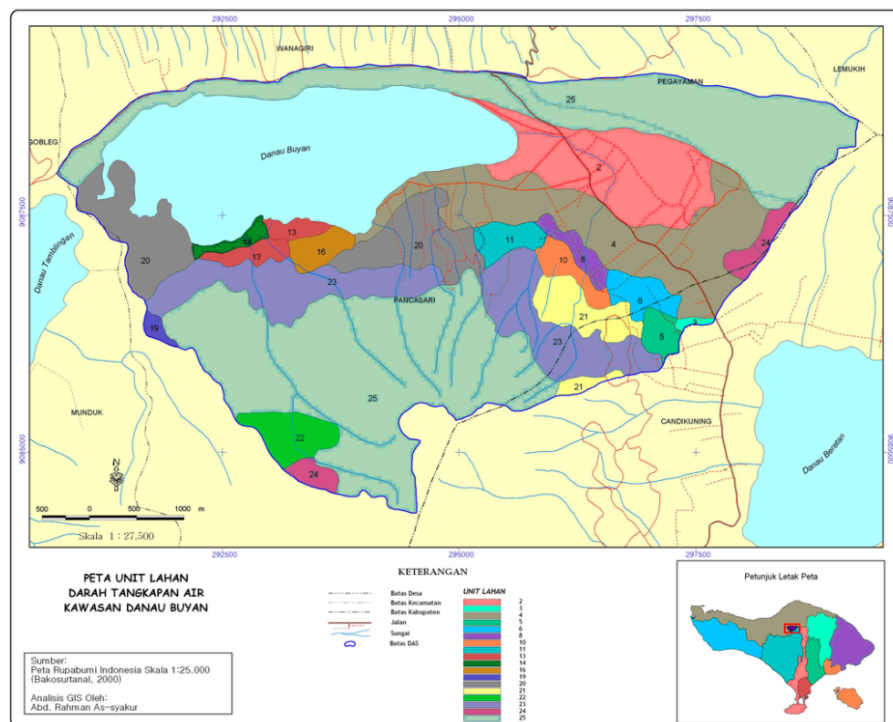
CZ = Ukuran pixel

θ = Kemiringan lereng (%)

Akumulasi aliran merupakan nilai pixel yang dipengaruhi oleh aliran dari pixel di lereng atas. Pengolahan data DEM untuk mendapatkan nilai LS didalam penelitian ini menggunakan perangkat lunak ArcView 3.3 dengan bantuan extensions Spatial Analyst dan Terrain Analysis.

- Faktor vegetasi penutup tanah dan pengelolaan tanaman (C) yaitu nisbah antara besarnya erosi dari suatu areal dengan vegetasi dan pengelolaan tanaman tertentu terhadap besarnya erosi dari tanah yang identik dan tanpa tanaman. Data sebaran spasial dari faktor ini diperoleh dari Adnyana (2006).
- Faktor tindakan-tindakan khusus konservasi tanah (P) yaitu nisbah antara besarnya erosi dari tanah yang diberi perlakuan tindakan konservasi khusus seperti pengolahan tanah menurut kontur, penanaman dalam strip atau teras terhadap besarnya erosi dari tanah yang diolah searah lereng dalam keadaan yang identik. Data sebaran spasial dari faktor ini diperoleh dari Adnyana (2006).

Perangkat lunak yang digunakan dalam proses analisis adalah ArcView 3.3 dengan bantuan extensions Spatial Analyst dan Terrain Analysis serta perangkat lunak ArcGIS 9.2. Seluruh data dipresentasikan dalam bentuk grid bergeoreferance dengan ukuran pixel 10m. Data DEM diperoleh dari hasil analisis dari peta kontur Rupabumi Indonesia dengan skala 1:25.000 (Bakosurtanal, 2000). Data curah hujan diperoleh dari badan Meteorologi dan Geofisika (BMG) dengan perwakilan pos hujan Candikuning, Baturiti-Tabanan. Faktor K , C dan P dibagi per unit lahan yang ditentukan berdasarkan kesamaan penggunaan lahan, lereng dan jenis tanah. Peta unit lahan dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2: Peta unit Lahan DTA Danau Buyan

4 Hasil dan Pembahasan

4.1 Faktor-Faktor Penyebab Erosi

Besar kecilnya tingkat erosi tanah dipengaruhi oleh faktor-faktor penyebab erosi. Faktor erosi-
vitas, erodibilitas, kelerengan, pengelolaan tanaman dan tindakan konservasi tanah merupakan
lima faktor yang dipertimbangkan dalam prediksi erosi menggunakan metode USLE. Adnyana
(2006) telah mempublikasikan nilai dari faktor-faktor penyebab erosi di wilayah ini. Adapun
nilai-nilai dari faktor-faktor penyebab erosi tersebut dapat dilihat pada tabel 1. Dalam peneli-
tian ini nilai LS diperoleh dari hasil analisis menggunakan SIG.

Tabel 1: Nilai-nilai faktor penyebab erosi

Unit Lahan	R	K	LS	C	P
2	2127.4	0.33	0.20	0.400	0.15
3	2127.4	0.32	0.28	0.400	0.15
4	2127.4	0.32	0.40	0.400	0.15
5	2127.4	0.20	0.48	0.400	0.35
6	2127.4	0.41	1.60	0.400	0.35
8	2127.4	0.20	5.00	0.400	0.35
10	2127.4	0.29	7.76	0.400	0.35
11	2127.4	0.31	6.40	0.200	0.40
13	2127.4	0.29	0.85	0.300	0.40
14	2127.4	0.23	1.50	0.300	0.40
16	2127.4	0.39	0.75	0.005	1.00
18	2127.4	0.29	2.00	0.001	1.00
19	2127.4	0.36	6.21	0.005	1.00
20	2127.4	0.20	5.00	0.001	1.00
21	2127.4	0.30	9.97	0.001	1.00
22	2127.4	0.20	10.45	0.001	1.00
23	2127.4	0.23	13.35	0.001	1.00
24	2127.4	0.30	13.90	0.001	1.00
25	2127.4	0.24	18.30	0.001	1.00

Nilai LS yang diperoleh berdasarkan analisis SIG menunjukkan bahwa nilai LS didominasi oleh
nilai ≤ 2 dengan jumlah pixel 80465 atau seluas 804.65 ha sedangkan jumlah pixel bernilai LS \geq
14 adalah seluas 4175 atau seluas 41.75 ha seperti yang terlihat pada tabel 2. grafik nilai LS
dan sebarannya dapat dilihat pada gambar 3 dan 4.

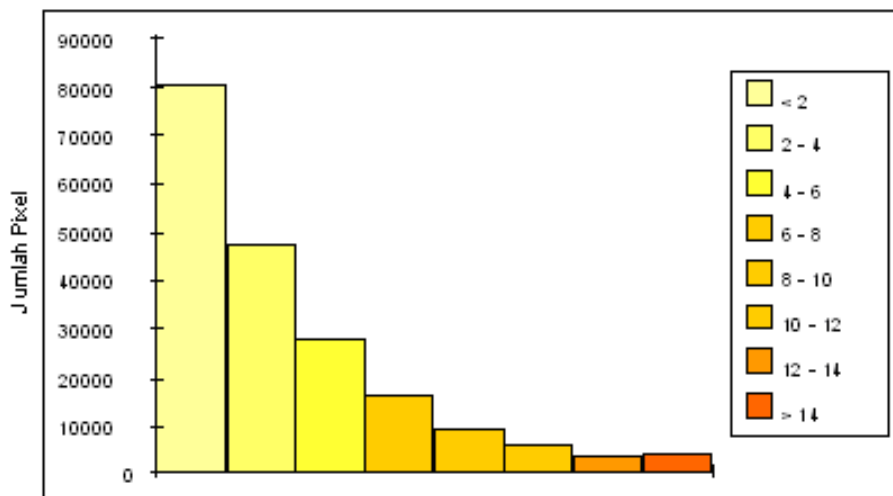
4.2 Erosi

Hasil analisis memperlihatkan bahwa erosi di DTA Danau Buyan didominasi oleh besaran erosi
 ≤ 2 ton ha⁻¹ thn⁻¹ dengan luas area 720 ha atau 37.091% dari luas DTA. Besaran erosi diatas
100 ton ha⁻¹ thn⁻¹ hanya seluas 107.71 ha atau 5.541% dari luas DTA seperti yang terlihat pada
tabel 3. Sebaran spasial tingkat erosi tanah di DTA Danau Buyan dapat dilihat pada gambar
5.

Hasil prediksi erosi dengan metode USLE dan SIG berbasis pixel ini tidak berbeda jauh dengan
hasil penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Adnyana (2006) dengan menggunakan nilai
faktor LS hasil perhitungan dari data-data lapangan untuk tingkat bahaya erosi sangat ringan,
dimana untuk klasifikasi tingkat bahaya erosi sangat ringan tingkat kesamaannya mencapai

Tabel 2: Luasan, jumlah pixel dan presentase nilai-nilai LS

Nilai LS	Luas (ha)	Jumlah Pixel	%
< 2	804.65	80465	41.397
2 - 4	471.28	47128	24.246
4 - 6	275.02	27502	14.148
6 - 8	159.52	15952	8.206
8 - 10	93.53	9353	4.812
10 - 12	59.81	5981	3.077
12 - 14	38.21	3821	1.966
> 14	41.75	4175	2.148
Jumlah	1943.77	194377	100

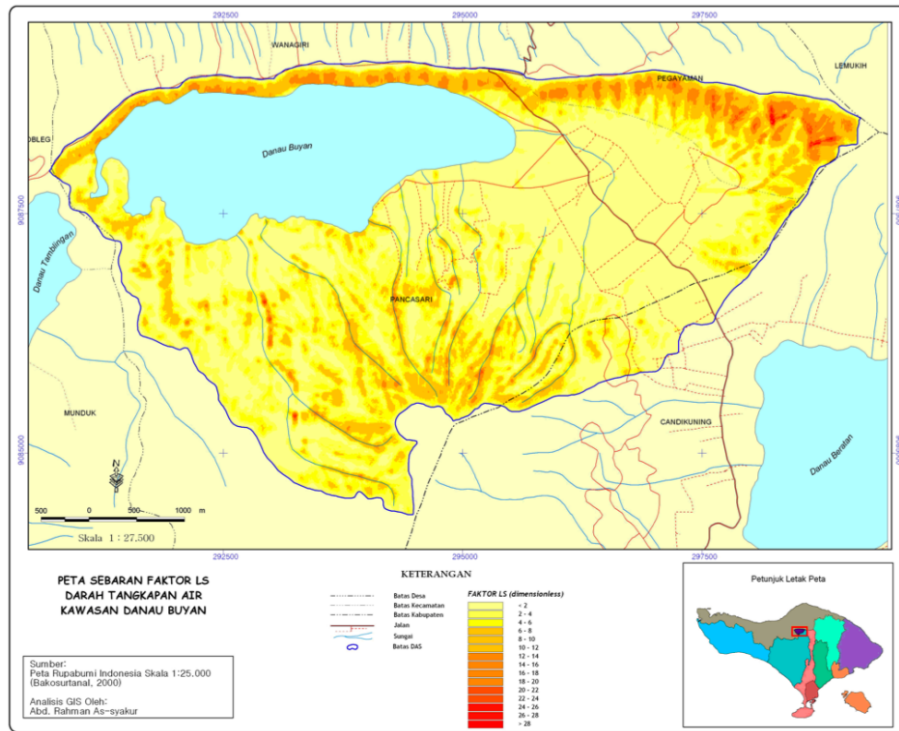


Gambar 3: Grafik jumlah pixel dari nilai-nilai LS

92.056%. Sedangkan untuk klasifikasi tingkat bahaya erosi ringan dan sedang tingkat kesamaannya mencapai 45.441% dan 47.623%. Perbedaan yang paling besar terlihat pada klasifikasi tingkat bahaya erosi berat dan sangat berat dimana tingkat kesamaannya hanya 13.965% dan 1.140% (Tabel 4).

Hasil prediksi erosi menggunakan SIG berbasis pixel memperlihatkan bahwa didaerah yang mempunyai tingkat bahaya erosi berat dan sangat berat hanya seluas 40.140 ha atau 2.065% dari luas DTA sedangkan hasil penelitian sebelumnya luas daerah yang mempunyai tingkat bahaya erosi berat dan sangat berat mencapai 86.430 ha atau 4.446 % dari luas DTA. Perbedaan yang mencolok dari penelitian sebelumnya dengan penelitian ini disebabkan karena faktor LS dari hasil analisis SIG sangat memperhitungkan nilai LS ditempat terjadinya akumulasi air sehingga jumlah erosi tanah akan semakin tinggi di daerah-daerah tempat terjadinya akumulasi air. Adapun sebaran spasial tingkat bahaya erosi hasil penelitian ini dan hasil penelitian sebelumnya ditunjukkan oleh gambar 6 dan 7.

Air merupakan media pemecah dan pengangkut agregat tanah dalam proses terjadinya erosi. Dalam konteks hubungannya dengan proses pengangkutan, keadaan tanah dan bentuk topografi berpengaruh terhadap jumlah tanah yang terangkut. Tingkat kemiringan lereng berpengaruh terhadap kecepatan aliran permukaan, energi angkut air dan jumlah butir-butir tanah yang terpecek kebagian bawah. Semakin curam lereng akan mengakibatkan kecepatan aliran permu-

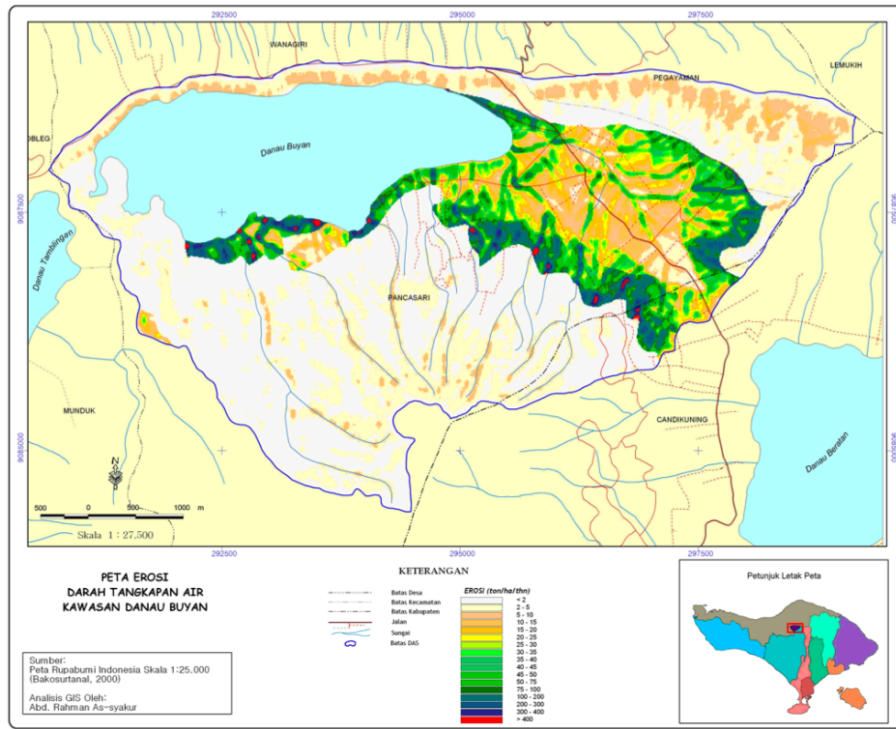


Gambar 4: Peta sebaran nilai faktor LS di DTA Danau Buyan

Tabel 3: Luas, jumlah pixel dan persentase erosi di DTA Danau Buyan

Erosi (ton ha ⁻¹ thn ⁻¹)	Luas (ha)	Jumlah Pixel	%
< 2	720.960	72096	37.091
2 - 5	518.310	51831	26.665
5 - 10	202.550	20255	10.420
10 - 15	69.010	6901	3.550
15 - 20	53.350	5335	2.745
20 - 25	43.440	4344	2.235
25 - 30	33.450	3345	1.721
30 - 35	28.070	2807	1.444
35 - 40	24.080	2408	1.239
40 - 45	20.530	2053	1.056
45 - 50	18.370	1837	0.945
50 - 75	65.070	6507	3.348
75 - 100	38.870	3887	2.000
100 - 200	76.300	7630	3.925
200 - 300	21.090	2109	1.085
300 - 400	6.980	698	0.359
> 400	3.340	334	0.172
Total	1943.770	194377	100

kaan makin tinggi, energi angkut air makin besar dan jumlah butir-butir tanah yang terpecek kebagian bawah akan semakin banyak (Arsyad, 1989).

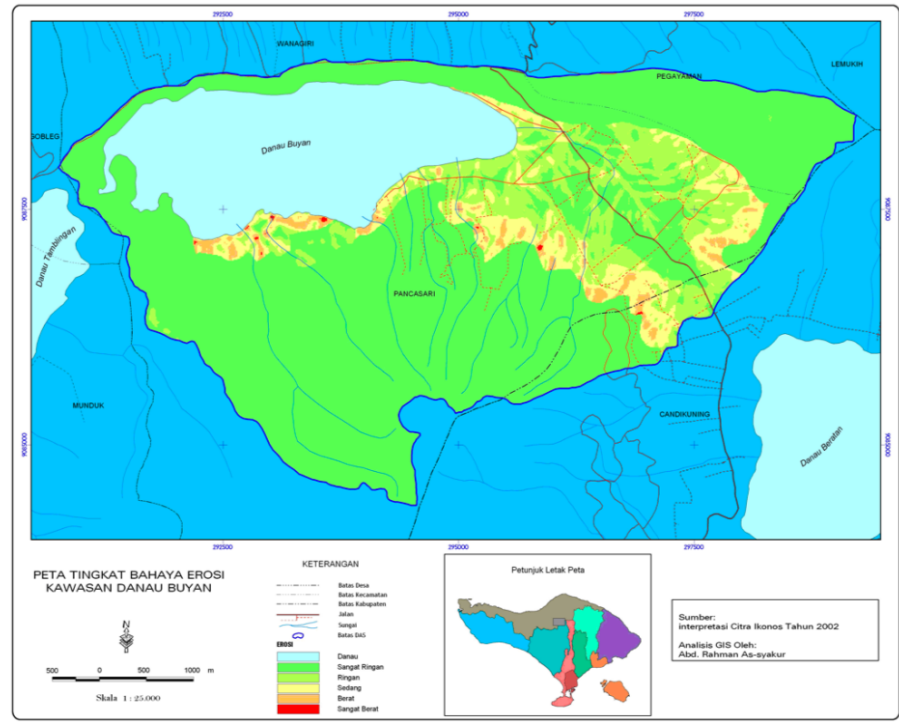


Gambar 5: Peta erosi di DTA Danau Buyan

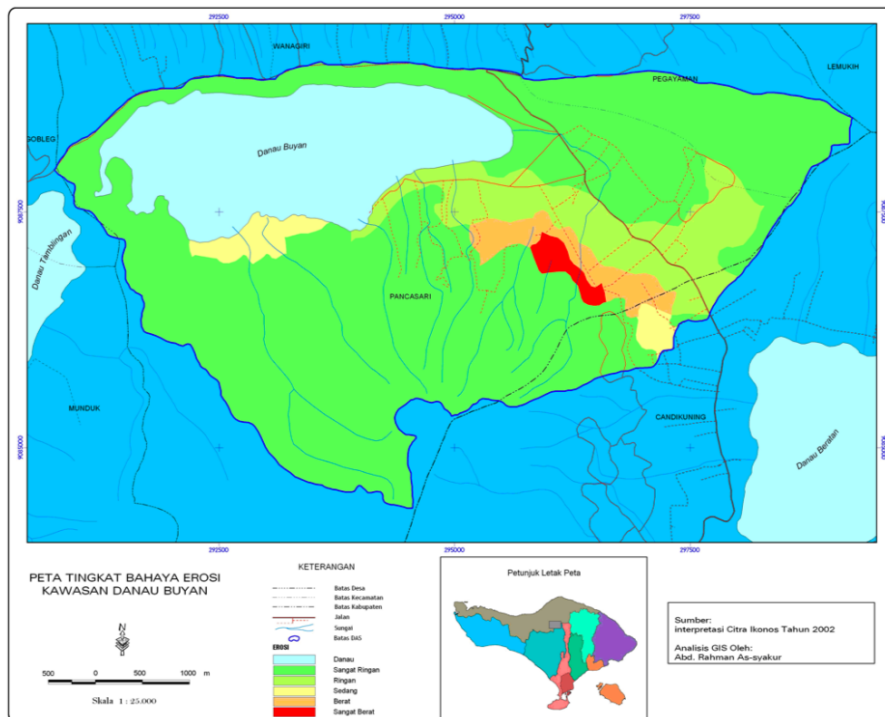
Tabel 4: Matriks persentase kesamaan tingkat bahaya erosi antara hasil prediksi erosi sebelumnya dan hasil prediksi menggunakan SIG berbasis pixel

		Klasifikasi tingkat bahaya erosi				
		Sangat ringan	Ringan	Sedang	Berat	Sangat berat
K e l a s	Sangat Ringan	92.056	30.735	5.097	1.744	0.000
	Ringan	6.586	45.441	22.809	30.269	19.192
	Sedang	1.316	19.531	47.623	53.717	52.352
	Berat	0.041	4.281	23.387	13.965	27.316
	Sangat Berat	0.000	0.012	1.084	0.306	1.140
Jumlah		100.000	100.000	100.000	100.000	100.000

Aliran air yang terakumulasi pada suatu tempat akan menimbulkan tingginya tingkat erosi di daerah tempat terakumulasi air tersebut. Menurut Arsyad (1989) air yang mengalir dipermukaan tanah akan terkumpul di ujung lereng yang menyebabkan jumlah dan kecepatan air akan lebih besar dibagian bagian bawah lereng, hal ini mengakibatkan erosi yang terjadi akan lebih besar di bagian bawah lereng dari pada bagian atas. Pemanfaatan SIG berbasis pixel bisa menggambarkan kondisi besaran erosi yang detail dalam waktu yang cepat. Kondisi ini diharapkan dapat memberikan informasi yang lebih detail dan cepat tentang tingkat erosi yang terjadi sehingga perencanaan tindakan konservasi tanah dan air yang disarankan bisa lebih spesifik, khususnya terhadap lokasi tempat tindakan konservasi. Akan tetapi analisis SIG berbasis pixel ini tidak mempertimbangkan keberadaan saluran atau sungai yang merupakan batas bawah dari sebuah panjang lereng. Keadaan ini mengakibatkan besar erosi di sungai bisa terlihat tinggi tinggi dari keadaan sebenarnya.



Gambar 6: Peta tingkat bahaya erosi hasil perhitungan menggunakan metode USLE dan SIG berbasis pixel



Gambar 7: Peta tingkat bahaya erosi hasil perhitungan USLE (Adnyana, 2006)

5 Kesimpulan

Perhitungan nilai faktor LS dari penelitian ini yang memanfaatkan data DEM memperlihatkan bahwa nilai faktor LS didominasi oleh nilai yang < 2 dan besar erosi juga didominasi oleh

erosi yang kurang dari 2 ton ha⁻¹ thn⁻¹. erosi yang tinggi hanya terjadi pada tempat-tempat dimana terjadi akumulasi aliran atau ditempat-tempat pertemuan aliran yang ada. Prediksi erosi dengan menggunakan SIG berbasis pixel tidak memperlihatkan hasil yang jauh berbeda dengan penelitian yang menggunakan data lapangan pada wilayah-wilayah yang mempunyai tingkat bahaya erosi sangat ringan, akan tetapi perbedaan yang sangat mencolok terlihat pada wilayah-wilayah yang mempunyai tingkat bahaya erosi berat dan sangat berat. Perlu dilakukan penelitian-penelitian dengan metode yang sama pada daerah yang berbeda untuk melihat matrik tingkat kesamaannya sehingga bisa dilihat apakah metode ini cocok atau tidak diterapkan di Indonesia.

Daftar Pustaka

- Adnyana, I W. S. 2006. Study of Monitoring Land Use Changes and Erosion in the Highland of Bali (Dissertation). Chiba University. Chiba-Japan.
- Amorea, E., C. Modicaa, M.A. Nearingb, and V.C. Santoroa. 2004. Scale Effect in USLE and WEPP Application for Soil Erosion Computation from Three Sicilian Basins. *Journal of Hydrology*, 293. 100114
- Arsyad, Sitanala. 1989. *Konservasi Tanah dan Air*. IPB Press. Bogor
- Blanco, A.C., and K. Nadaoka. 2006. A Comparative Assessment and Estimation of Potential Soil Erosion Rates and Patterns in Laguna Lake Watershed Using Three Models: Towards Development of an Erosion Index System for Integrated Watershed-Lake Management. Symposium on Infrastructure Development and the Environment 2006. SEAMEO-INNOTECH University of the Philippines, Diliman, Quezon City, Philippines
- Daryono. 2002. Identifikasi Unsur Iklim, Sifat Hujan, Evaluasi Zone Iklim Oldeman dan Schmidt-Ferguson Daerah Bali Berdasarkan Pemutakhiran Data (Tesis). Program Studi Magister Pertanian Lahan Kering Program Pasca Sarjana Universitas Udayana
- Hidayat, Y. 2003. Model Penduga Erosi. Makalah Falsafah Sains (PPs 702). Program Pasca Sarjana/S3 Institut Pertanian Bogor. dikunjungi pada tanggal 14 November 2008. http://tumoutou.net/6_sem2.023/yayat_hidayat.htm
- Laffen, J.M. and W.C. Moldenhauer. 2003. *Pioneering Soil Erosion Prediction: The USLE Story*. Special Publication No. 1. World Association of Soil and Water Conservation. Department of Soil and Water Conservation Ministry of Water Resources. Beijing-China
- Lorito, S., D.Pavanelli, A.Bigi, S.Stanchi, G.Vianello. 2004. Introduction of GIS-Based RUSLE Model for Land Planning and Environmental Management in Three Different Italian Ecosystems. Department of Environmental and Agricultural Science and Technology (DiSTA). Bologna University. Italy.
- Kinnell., P.I.A. 2008. The Miscalculation of The USLE Topographic Factors in GIS. Faculty of Science University of Canberra. Canberra Australia
- Risse, L.M., M.A. Nearing, A.D. Nicks, and J.M. Laffen. 1993. Error Assessment in the Universal Soil Loss Equation. *Soil. Sci. Soc. Am. J.* Vol. 57 : 825-833.