

jTEP

JURNAL KETEKNIKAN PERTANIAN

ISSN 0216-3365

Vol. 22, No. 1, April 2008



Publikasi Resmi
Perhimpunan Teknik Pertanian Indonesia
(Indonesian Society of Agricultural Engineering)
bekerjasama dengan
Departemen Teknik Pertanian - FATETA
Institut Pertanian Bogor



Jurnal Keteknikan Pertanian merupakan publikasi resmi Perhimpunan Teknik Pertanian Indonesia (**PERTETA**) yang didirikan 10 Agustus 1968 di Bogor, berkiprah dalam pengembangan ilmu keteknikan untuk pertanian tropika dan lingkungan hayati. Jurnal ini diterbitkan tiga kali setahun, namun untuk meningkatkan kualitas jurnal maka mulai edisi April 2008 diterbitkan dua kali setahun. Penulis makalah tidak dibatasi pada anggota **PERTETA** tetapi terbuka bagi masyarakat umum. Lingkup makalah, antara lain: teknik sumberdaya lahan dan air, alat dan mesin budidaya, lingkungan dan bangunan, energi alternatif dan elektrifikasi, ergonomika dan elektronika, teknik pengolahan pangan dan hasil pertanian, manajemen dan sistem informasi. Makalah dikelompokkan dalam **invited paper** yang menyajikan isu aktual nasional dan internasional, **review** perkembangan penelitian, atau penerapan ilmu dan teknologi, **technical paper** hasil penelitian, penerapan, atau diseminasi, serta **research methodology** berkaitan pengembangan modul, metode, prosedur, program aplikasi, dan lain sebagainya. Pengiriman makalah harus mengikuti panduan penulisan yang tertera pada halaman akhir atau menghubungi redaksi via telpon, faksimili atau e-mail. Makalah dapat dikirimkan langsung atau via pos dengan menyertakan hard- dan soft-softcopy, atau e-mail. Penulis tidak dikenai biaya penerbitan, akan tetapi untuk memperoleh satu eksemplar dan 10 re-prints dikenai biaya sebesar Rp 50.000. Harga langganan Rp 70.000 per volume (2 nomor), harga satuan Rp 40.000 per nomor. Pemesanan dapat dilakukan melalui e-mail, pos atau langsung ke sekretariat. Formulir pemesanan terdapat pada halaman akhir.

Penanggungjawab:

Ketua Perhimpunan Teknik Pertanian Indonesia
Ketua Departemen Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, IPB

Dewan Redaksi:

Ketua : Asep Sapei
Anggota : Kudang B. Seminar
Daniel Saputra
Bambang Purwantana
Y. Aris Purwanto

Redaksi Pelaksana:

Ketua : Rokhani Hasbullah
Sekretaris : Satyanto K. Saptomo
Bendahara : Emmy Darmawati
Anggota : Usman Ahmad
I Wayan Astika
M. Faiz Syuaib
Ahmad Mulyawatullah

Penerbit:

Perhimpunan Teknik Pertanian Indonesia (PERTETA) bekerjasama dengan
Departemen Teknik Pertanian, IPB Bogor

Alamat:

Jurnal Keteknikan Pertanian, Departemen Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian,
Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680. Telp. 0251-8624691, Fax 0251-8623026,
E-mail: jtep@ipb.ac.id atau jurnaltep@yahoo.com. Website: ipb.ac.id/~jtep.

Rekening:

BRI, KCP-IPB, No.0595-01-003461-50-9 a/n: Jurnal Keteknikan Pertanian

Percetakan:

PT. Binakerta Adiputra, Jakarta

Ucapan Terima Kasih

Redaksi Jurnal Keteknikan Pertanian mengucapkan terima kasih kepada para Mitra Bestari yang telah menelaah (mereview) naskah pada penerbitan Vol. 22 No. 1 April 2008. Ucapan terima kasih disampaikan kepada Dr. Ir. Bambang Dwi Argo, DEA (Departemen Teknik Pertanian, Universitas Brawijaya Malang), Dr. Ir. Rokhani Hasbullah, M.Si (Departemen Teknik Pertanian IPB), Dr. Ir. Usman Ahmad, M. Agr (Departemen Teknik Pertanian IPB), Dr. Ir. Leopold Oscar Nelwan, M.Si (Departemen Teknik Pertanian IPB), Dr. Ir. Sutrisno, M. Agr (Departemen Teknik Pertanian IPB), Prof. Dr. H. M. Ade Moetangad Kramadibrata, Dipl. Ing., M. Res. Eng. Sc., PhD. (Fakultas Teknologi Industri Pertanian Unpad), Dr. Ir. M. Yanuar J. Purwanto, MS (Departemen Teknik Pertanian IPB).

Technical Paper

Simulasi Penggunaan Lahan Untuk Kelestarian Bendung Bila pada Sub Das Bila Propinsi Sulawesi Selatan**The Land Use Simulation For Bila Weir Continuity In Bila Sub-Watershed, Province Of South Sulawesi**Sitti Nur Faridah¹ dan Totok Prawitosari²**Abstract**

The optimal land use system in Bila sub-watershed is the land use system that can give erosion contribution rate below or minimally equal to the Tolerable Soil Loss (TSL) value of Bila sub-watershed soil. The erosion factors are determined by parameter : R (rain erosivity), K (soil erodibility), LS (topography), C (land coverage), and P (land conservation). Each parameter is overlaid, then it is evaluated in each land unit in Bila sub-watershed. The acquired data is processed by using Geographic Information System (GIS) supported with Arc View program and Microsoft Word and Microsoft Excel softwares.

The qualified erosion and sediment rate values obtained from simulation result which is meet the standard for erosion and sediment control and management in Bila sub-watershed area and Bila weir were 10,597 tonnes/ha/year and 50,864 m³/km²/year respectively.

Keywords: —

Diterima: 3 Oktober 2007; Disetujui: 25 Februari 2007

Pendahuluan

Sub DAS Bila merupakan pemasok air ± 31.2% ke DAS Bila yang bermuara di Danau Tempe. Pada bagian hilir Sub DAS Bila terdapat Bendung Bila dengan luas 1097,28 ha. Bendung Bila dibangun pada tahun 1995 dengan peruntukan sebagai sumber air irigasi.. Namun dalam dekade terakhir, beberapa hasil penelitian menunjukkan kecenderungan bahwa Sub DAS Bila telah mengalami degradasi lingkungan. Berdasarkan hasil interpretasi Citra Landsat tahun 1995 dan tahun 2005 dalam kurun waktu 10 tahun terakhir terjadi perubahan penggunaan lahan pada Sub DAS Bila yaitu khususnya hutan dari 29.253,070 ha pada tahun 1995 menurun menjadi 22.708,550 ha pada tahun 2005 atau terjadi alih fungsi lahan sebesar 12,3% untuk lahan hutan (BP-DAS Jeneberang Walanae 2006).

Pada saat musim hujan debit aliran sungai meningkat yang menyebabkan daerah-daerah dataran rendah terendam oleh banjir, sedangkan pada musim kemarau kebutuhan air, baik untuk keperluan domestik maupun non-domestik tidak tercukupi, sehingga dengan kondisi ini, berdampak pada kelestarian danau Tempe, dimana kontribusi air terbesar bersumber dari DAS Bila yaitu ± 77%.

Pemodelan Sistem dan Simulasi

Model dikembangkan menurut hubungan penggunaan lahan dan penduga tingkat erosi. Model

sistemnya yaitu erosi permukaan lahan dengan menggunakan konsep laju erosi, sedangkan prinsip pengendalian laju erosi digerakkan melalui teknik simulasi. Simulasi merupakan suatu metode pendekatan masalah dengan menggunakan model. Model dapat dilakukan dengan eksperimentasi terhadap suatu sistem tanpa harus mengganggu atau mengadakan perlakuan terhadap sistem yang diteliti, dimana kegagalan seperti yang sering dialami pada eksperimentasi biasa tidak akan dialami.

Erosi Tanah dan Sedimentasi

Menurut Arsyad (2006) erosi adalah hilangnya atau terkikisnya tanah atau bagian tanah dari suatu tempat ke tempat lainnya. Erosi menyebabkan hilangnya lapisan tanah yang subur dan baik untuk pertumbuhan tanaman, serta berkurangnya kemampuan tanah untuk menyerap dan menahan air. Faktor terpenting yang mempengaruhi erosi, antara lain : curah hujan, sifat tanah, lereng, vegetasi dan manusia (Hardjowigeno, 2003) Dua sebab utama terjadinya erosi adalah erosi sebab alamiah dan erosi karena aktivitas manusia. Erosi alamiah terjadi karena proses pembentukan tanah dan proses erosi yang terjadi untuk mempertahankan keseimbangan tanah secara alami. Erosi karena faktor alamiah umumnya masih memberikan media yang memadai berlangsungnya pertumbuhan kebanyakan tanaman. Sedang erosi karena aktivitas manusia kebanyakan disebabkan oleh terkelupasnya lapisan tanah bagian

¹ Staf pengajar Program Studi Teknik Pertanian Univ. Hasanuddin (idajamal@yahoo.com)² Staf pengajar Program Studi Teknik Pertanian Univ. Hasanuddin

atas akibat cara bercocok tanam yang tidak mengindahkan kaidah-kaidah konservasi tanah atau kegiatan pembangunan yang bersifat merusak keadaan fisik tanah (Asdak, 2004).

Sedimentasi adalah hasil proses erosi, baik berupa erosi permukaan, erosi parit atau jenis erosi tanah lainnya. Sedimen umumnya mengendap di bawah kaki bukit, di daerah genangan banjir, di saluran air, sungai dan waduk (Asdak, 2004). Laju sedimentasi di suatu bendungan tergantung pada kondisi daerah tangkapan yang juga dapat dipercepat oleh aktivitas manusia. Di daerah produksi sedimen (hulu sungai), sumber sedimen dapat diklasifikasikan kedalam tiga kategori yaitu : erosi permukaan, longoran tebing dan erosi tebing/dasar sungai.

Tujuan penelitian ini adalah untuk memperoleh perencanaan sistem penggunaan lahan yang optimal di Sub DAS Bila untuk mempertahankan kapasitas Bendung Bila (Implementasi Model).

Bahan dan Metode

Teknik Pengumpulan dan Pengolahan Data

Tahap 1 : pengumpulan data sekunder yaitu peta administrasi, batas DAS, jenis tanah, kelas lereng, penggunaan lahan dan peta poligon curah hujan dengan skala 1 : 50.000. Hasil kombinasi dari jenis peta di atas membentuk suatu peta sementara yang akan dijadikan sebagai peta kerja dalam melakukan penentuan terhadap jenis penggunaan lahan di daerah penelitian.

Tahap 2 : melakukan konfirmasi dan klarifikasi luasan, letak dan situasi serta posisi peta wilayah Sub DAS Bila pada instansi terkait untuk tujuan identifikasi dan plot letak kawasan pada peta rupa bumi dan pola RLKT Sub DAS Bila.

Tahap 3: melakukan *scanning* peta untuk keperluan digitasi serta interpretasi dan analisis peta secara komputasi serta *overlay* peta untuk kondisi biofisik kawasan Sub DAS Bila (aplikasi software Arcview) untuk menetapkan unit lahan (*land unit*). Peta-peta tematik yang digunakan merupakan parameter metode *USLE* (*Universal Soil Loss Equation*), yaitu faktor erosivitas hujan (R), faktor erodibilitas tanah (K), faktor panjang dan kecuraman lereng (LS), faktor penutupan dan manajemen lahan (C) dan faktor konservasi tanah (P). Menghitung luas areal wilayah hulu, tengah dan hilir secara komputasi dan melakukan perhitungan *TSL* atau batas maksimum erosi tanah yang diperkenankan (Gambar 1).

Formula Model

Prediksi Erosi Tanah dihitung dengan persamaan:

$$A = R \times K \times L \times S \times C \times P \tag{1}$$

Faktor Erosivitas Hujan (R) dihitung dengan persamaan yang dikemukakan oleh Bols (1976)

dalam Munir, dkk. (2000) :

$$R = \sum_{i=1}^n EI_{30,m} \tag{2}$$

$$EI_{30,m} = 6,119 R_m^{1,211} N^{-0,474} R_{MAX}^{0,526} \tag{3}$$

Di mana : $EI_{30,m}$ = Erosivitas bulanan (KJ/ha), R_m = curah hujan bulanan (cm), N = Jumlah hari hujan perbulan (hari), R_{MAX} = curah hujan harian maksimum (cm)

Faktor Erodibilitas (K) diperoleh dari hasil analisis contoh tanah. Sebagai komparasi nilai K juga dapat diperoleh dengan bantuan Nomograf yang dikemukakan oleh Wischmeier (1978) yaitu dengan mengetahui tekstur tanah, struktur tanah, bahan organik dan permeabilitas tanah.

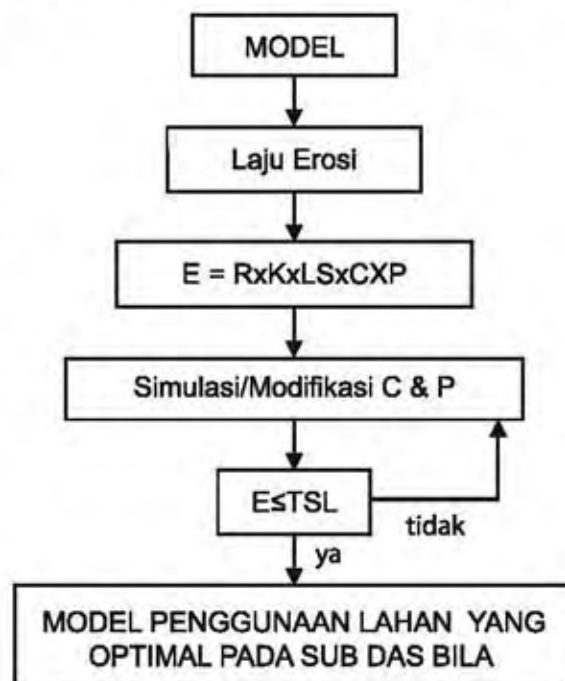
Faktor Panjang dan Kecuraman Lereng (LS), dihitung berdasarkan formula yang dikemukakan oleh Williams and Berndt (1972) dalam Munir, dkk. (2000) :

$$LS = \sqrt{\frac{L^2}{22,13} (0,065 + 0,0453s + 0,0065s^2)} \tag{4}$$

Di mana : L = Panjang lereng (m), S = Kecuraman lereng (m/m), L ditentukan dari persamaan $L = \frac{0,5A}{LCH}$

Di mana LCH adalah panjang total saluran/sungai (m) dan A adalah *catchment area* (m²).

Faktor Penggunaan Lahan (C) ditentukan berdasarkan nilai yang dikemukakan oleh Badan Penelitian Sungai (BPS) Indonesia (1989), Arnoldus (1977), Arsyad (2006). Peta penggunaan lahan atau penutupan lahan yang digunakan adalah peta penutupan lahan Sub DAS Bila skala 1 : 100.000. Nilai C bervariasi antara 0,001 – 1,0 di mana lahan kosong atau lahan bera bernilai 1,0 dan paling rendah



Gambar 1. Model Simulasi

pada lahan hutan yang ditutupi mulsa bahan organik yang cukup banyak atau penutup tanah, yaitu 0,001.

Faktor Konservasi Tanah (P) diestimasi dari formula yang dikemukakan oleh Williams and Berndt (1972) sebagai berikut:

$$P = 1,0 \times SR + 0,30 \text{ SRWW} + P_T \times T \quad (5)$$

Di mana : P = Faktor konservasi tanah, SR = Bagian DAS dengan sistem *straight rows*, SRWW = Bagian DAS dengan sistem *straight rows* dan *grassed waterways*. P_T = Faktor kontrol erosi dengan teras, T = Bagian DAS dengan sistem teras

Laju Erosi yang Dapat Diperkenankan

Kehilangan tanah dapat dibiarkan atau *tolerable soil* adalah batas maksimum erosi tanah yang diperkenankan, dimana produktifitas tanah masih dapat dipertahankan ekonomi dan lestari (Wischmeier dan Smith, 1978). Hammer (1981) mengenalkan konsep kehilangan tanah yang dapat dibiarkan (TSL) dengan mempertimbangkan umur guna tanah yaitu waktu yang diperlukan untuk habis tererosinya suatu kedalaman tanah. Pada konsep ini laju TSL ditentukan menurut fungsi hubungan :

$$TSL = \frac{K \times F \times K}{UGT} \quad (6)$$

dimana, TSL = laju erosi yang masih dapat dibiarkan (ton/ha/tahun), KE = kedalaman efektif tanah (mm), FK = faktor kedalaman sub ordo tanah, UGT = umur guna tanah (untuk kepentingan pelestarian 400 tahun).

Model Prediksi Sedimen

Diasumsikan bahwa seluruh DAS dan Sub DAS memiliki karakteristik yang sama sehingga untuk menghitung *Sediment Delivery Ratio* nya dihitung berdasarkan formula yang dikemukakan oleh Roehl dalam Dunne (1977), yaitu :

$$SDR = 36 \cdot A^{-0,20} \quad (7)$$

Di mana A adalah luas DAS/Sub-DAS

Formula ini hanya menghitung sedimen dari erosi permukaan (SEP), sedangkan sumber sedimen lainnya yaitu longsor (*land slides*) dan erosi tebing sungai (*stream bank erosion*) diasumsikan nol, sehingga model matematik hasil sedimen tahunan adalah sebagai berikut:

$$SEP = A \cdot SDR \quad (8)$$

Dimana : A adalah erosi tanah (ton/ha/tahun)

Aplikasi dan Validasi

Aplikasi model dilakukan dengan metode simulasi hingga model dinilai valid. Validasi dilakukan dengan membandingkan hasil simulasi dengan hasil penelitian sebelumnya pada Lampiran 2. Keberlakuan model juga disertai dengan asumsi-asumsi dasar yang

bersifat tetap ataupun homogen, yaitu (1) luas Sub DAS tetap, (2) sistem Sub DAS yang dipelajari merupakan sistem terbuka yang menerima masukan dan memberi keluaran, (3) tidak terjadi kebocoran dalam Sub DAS, (4) berat jenis (BD) tanah yang digunakan adalah $1,2 \text{ g/cm}^3$ dan (5) data sekunder yang digunakan diyakini kebenarannya dan sah sesuai prosedur pengukuran di lapangan.

Simulasi dan Evaluasi

Membuat simulasi penerapan teknik konservasi dan penggunaan lahan, lalu membandingkan hasil prediksi erosi per unit lahan, laju erosi setiap simulasi dan hasil sedimen (*sediment yield*) dengan *Tolerable Soil Loss (TSL)* Sub DAS Bila.

Tahapan Simulasi

Sebelum mencapai model penggunaan lahan yang optimal pada Sub DAS Bila, maka terlebih dahulu dilakukan simulai pada model tersebut berdasarkan unit lahan yang telah didapatkan dari hasil *overlay* lima parameter dari model *USLE* yang ada

Simulasi dilakukan dengan beberapa tahapan dengan pertimbangan: (1) prioritas pada lahan usaha tani; (2) lebih banyak melibatkan masyarakat tani; (3) menerapkan tindakan pengelolaan yang wajar (*appropriate*), murah dan mudah untuk dilaksanakan. Sehingga dari pertimbangan tersebut, maka diharapkan model simulasi yang optimal dari proses simulasi dapat dijadikan rujukan dalam pengelolaan DAS secara terpadu.

Adapun tahapan dalam melakukan simulasi pada masing-masing unit lahan di Sub DAS Bila pada DAS Bila yaitu dengan mengubah nilai C dan P pada beberapa unit lahan yang memiliki laju erosi yang tinggi dan/atau berada di atas *TSL* dengan mengacu pada ketiga pertimbangan di atas, sehingga variabel pada masing-masing erosi juga turut dipertimbangkan. Apabila nilai erosi yang didapatkan masih lebih besar dari nilai *TSL* maka simulasi dilanjutkan kembali dengan catatan simulasi berikutnya merupakan lanjutan (*Follow-up*) dari sebelumnya, secara umum cara ini disebut *Trial and Error*.

Hasil dan Pembahasan

Sub DAS Bila terletak pada bagian tengah dari sistem DAS Bila yang mencakup tiga wilayah administrasi yaitu Kabupaten Enrekang (Kecamatan Maiwa) dan Kabupaten Sidenreng Rappang (Kecamatan Pitu Riawa) serta Kabupaten Wajo (Kecamatan Maniangepajo), dengan luas $\pm 57221,998$ ha. Secara geografis Sub DAS Bila terletak antara $119^{\circ}3'44''$ s/d $120^{\circ}1'57''$ BT dan $-3^{\circ}4'31''$ s/d $-3^{\circ}2'42''$ LS.

Prediksi Erosi

Erosivitas (R), masing-masing stasiun bervariasi yaitu mulai dari terendah 1870 sampai tertinggi 2818

(Tabel 1). Hal ini menandakan bahwa curah hujan yang terjadi pada daerah ini sangat tinggi dan variatif sehingga akan berdampak terhadap peningkatan aliran permukaan (*Run-off*), peningkatan potensi erosi dan sedimentasi yang pada akhirnya berakibat pada pendangkalan bendung Bila. Hal ini sesuai dengan pendapat Arsyad (2006) yang menyatakan bahwa curah hujan yang di atas 2000 mm akan dapat merusak butir-butir tanah sehingga akan terlepas dan terhanyutkan oleh air

Erodibilitas (K), ordo jenis tanah yang berkembang dan mendominasi areal Sub DAS Bila adalah Aluvial, Andosol, Litosol dan Mediteran (Tabel 2)

Topografi wilayah Sub DAS Bila sangat bervariasi, mulai dari datar, landai, bergelombang, berbukit hingga bergunung dengan ketinggian dari permukaan laut (dpl) antara 60 m - 1500 m. Topografi dominan adalah > 60 % atau bergunung dengan luas sekitar 15708,278 ha atau 27% dari total luas wilayah Sub DAS, dan terendah dengan kelas lereng 15-25% dengan luasan sekitar 623,889 Ha atau 1% dari luas total Sub DAS. Kondisi topografi Sub DAS Bila dengan lereng >60% dan 40-60% yang dominan secara berturut-turut menyebabkan laju erosi tinggi, di mana semakin besar lereng, maka potensi erosi semakin besar. R. Lal dalam Sutedjo dan Kartasapoetra (1991) menyatakan bahwa derajat kemiringan tanah akan mempengaruhi tegangan permukaan, sedang kecepatan alirannya meningkat, dengan demikian kapasitas rusak air menjadi lebih besar. Nilai faktor topografi atau kelerengan (LS) juga menunjukkan variasi antara 0,10 - 21,44 (Tabel 3)

Penutupan dan Manajemen Lahan (C), berdasarkan hasil interpretasi Citra Landsat tahun 2005 pada kawasan Sub DAS Bila bahwa hutan merupakan penggunaan lahan yang dominan, mencakup luas 24443,182 ha atau ± 43% dari total luas Sub DAS. Penggunaan lahan secara berurut berdasarkan luasannya adalah hutan, kebun campuran, dan padang rumput. (Tabel 4 dan Gambar 2).

Teknik Konservasi (P), secara umum penerapan teknik konservasi di wilayah Sub DAS Bila belum memadai, lebih 43% penggunaan lahan masih merupakan hutan, kebun campuran dan padang rumput. Sebagian penggunaan lahan lainnya hanya menerapkan teknik-teknik konservasi sederhana, seperti teras tradisional pada persawahan dan penanaman menurut kontur pada tegalan dan kebun campuran dengan kelerengan lahan > 20%. (Tabel 5)

Laju Erosi Tanah, prediksi laju erosi dilakukan melalui 2 tahap, yaitu tahap analisis keseragaman lahan berupa *overlay* peta tematik untuk memperoleh unit-unit lahan yang relatif seragam. Dari hasil tahap pertama tersebut diperoleh 244 unit lahan. Tahap kedua adalah memprediksi laju erosi tanah masing-masing unit lahan dengan menggunakan parameter yang merupakan komponen metode *USLE*. Dari hasil tahap kedua diperoleh total erosi tanah di Sub DAS

Tabel 1. Wilayah Hujan Sub DAS Bila Serta Nilai Erosivitas (R)

No	Stasiun Penakar Hujan	Erosivitas (R)	Luas (Ha)	Persentase Luas Sub DAS Bila (%)
1	Balamalimpang	1870	6403,998	11,17
2	Bila	2642	41807,862	72,90
3	Maroangin	2818	8300,214	14,47
4	Tanrutedong	1979	837,367	1,46

Sumber : BP-DAS Jen-Wal dan Hasil Analisis SIG, tahun 2006.

Tabel 2. Nilai Erodibilitas (K) Tanah Sub DAS Bila

No	Jenis Tanah	K (Erodibilitas Tanah)	Luas (Ha)	Persentase Luas Sub DAS Bila (%)
1	Aluvial	0,22	24853,013	43,44
2	Andosol	0,14	22035,205	38,52
3	Litosol	0,34	7937,046	13,87
4	Mediteran	0,31	2384,893	4,17

Sumber : Peta Tanah Tinjau tahun 1967 (Hasil Analisis SIG, tahun 2006).

Tabel 3. Kelerengan Wilayah Sub DAS Bila

No	Kelas Lereng (%)	LS	Luas (Ha)	Persentase Luas Sub DAS Bila (%)
1	0 - 2 %	0,10	6043,608	10,56
2	15 - 25 %	6,35	623,889	1,09
3	2 - 8 %	0,39	4957,759	8,67
4	25 - 40 %	11,90	4440,009	7,76
5	40 - 60 %	21,33	14478,360	25,30
6	8 - 15 %	2,20	10973,054	19,17
7	> 60 %	21,44	15708,278	27,45

Sumber : Hasil Analisis SIG, tahun 2006.

Tabel 4. Penggunaan Lahan dan Nilai C di Sub DAS Bila

No	Penggunaan Lahan	C	Luas (Ha)	Persentase Luas Sub DAS Bila (%)
1	DAM	-	1181,096	2,06
2	Hutan	0,005	24443,182	42,62
3	Kebun Campuran	0,10	10673,545	18,61
4	Ladang	0,40	223,641	0,39
5	Padang Rumput	0,01	9850,874	17,18
6	Pemukiman	0,02	103,538	0,18
7	Perkebunan	0,25	553,794	0,97
8	Sawah	0,01	4292,546	7,48
9	Semak Belukar	0,30	4856,508	8,47
10	Tegalan	0,70	1167,917	2,04

Sumber : Citra Landsat tahun 2005 dan Hasil Analisis SIG tahun 2006.

Tabel 5. Teknik Konservasi pada Sub DAS Bila

No	Penggunaan Lahan	P	Luas (Ha)	Persentase Luas Sub DAS Bila (%)
1	DAM	-	1181,096	2,06
2	Hutan	1	24443,182	42,62
3	Kebun Campuran	1	10673,545	18,61
4	Ladang	1	223,641	0,39
5	Padang Rumput	1	9850,874	17,18
6	Pemukiman	1	103,538	0,18
7	Perkebunan	1	553,794	0,97
8	Sawah	1	4292,546	7,48
9	Semak Belukar	1	4856,508	8,47
10	Tegalan	1	1167,917	2,04

Sumber : Citra Landsat tahun 2005 dan Hasil Analisis SIG tahun 2006.

Tabel 6. Hasil Erosi pada Setiap Bentuk Penggunaan Lahan

No.	Penggunaan Lahan	Luas (Ha)	Luas (%)	Erosi (ton/ha/tahun)
1	DAM	1181,096	2,06	-
2	Hutan	24443,095	42,72	19,628
3	Kebun Campuran	10549,718	18,44	27,504
4	Ladang	223,641	0,39	50,680
5	Padang Rumput	9850,872	17,22	0,057
6	Pemukdman	103,539	0,18	48,301
7	Perkebunan	553,793	0,97	0,050
8	Sawah	4292,540	7,50	0,010
9	Semak Belukar	4856,479	8,49	131,643
10	Tegalan	1167,225	2,04	247,355
Jumlah		57221,898	100,00	526,232

Sumber : Hasil Analisis SIG, tahun 2006.

Berdasarkan Tabel 6, terlihat bahwa kontribusi erosi tanah terbesar berasal dari penggunaan lahan tegalan, semak belukar dan ladang secara berturut-turut 247,355 ton/ha/tahun, 131,643 ton/ha/tahun, dan 50,680 ton/ha/tahun. Hal tersebut terjadi karena pemanfaatan lahan untuk kegiatan pertanian/budidaya umumnya berlokasi pada wilayah berlereng, minimnya tindakan konservasi tanah dan masih diterapkannya sistem pertanian berpindah (*shifting cultivation*) oleh sebagian masyarakat. Arsyad (2006) mengemukakan bahwa sifat perladangan yang cenderung berpindah-pindah dan meninggalkan lahan terbuka (bera),

Tabel 7. Kontribusi Setiap Bentuk Penggunaan Lahan Terhadap Hasil Sedimen

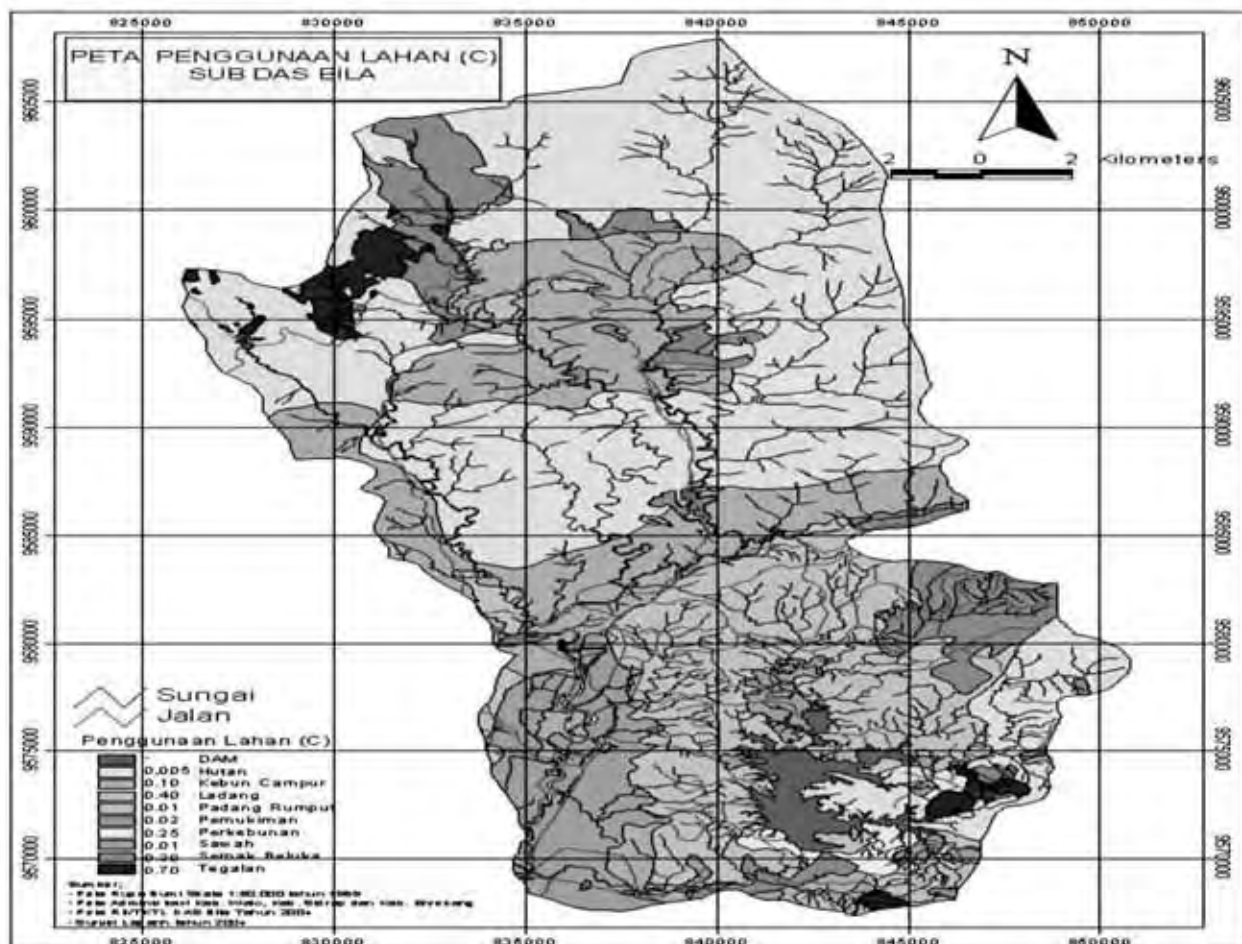
No.	Penggunaan Lahan	Luas (Ha)	Luas (%)	Sedimen (m ³ /km ² /tahun)
1	DAM	1181,096	2,06	-
2	Hutan	24443,095	42,72	94,215
3	Kebun Campuran	10549,718	18,44	192,023
4	Ladang	223,641	0,39	243,264
5	Padang Rumput	9850,872	17,22	0,276
6	Pemukdman	103,539	0,18	236,647
7	Perkebunan	553,793	0,97	0,240
8	Sawah	4292,540	7,50	0,049
9	Semak Belukar	4856,479	8,49	631,887
10	Tegalan	1167,225	2,04	1187,308
Jumlah		57221,898	100,00	2525,912

Sumber : Hasil Analisis SIG, tahun 2006.

belukar dan lain-lain juga dapat meningkatkan kontribusi terhadap erosi.

Predikal Sedimen

Kontribusi sedimen terbesar juga ditunjukkan oleh penggunaan lahan tegalan, semak belukar, dan ladang dengan besarnya nilai kontribusi secara berturut-turut adalah 1187,308, 631,887, dan 243,264 m³/km²/tahun. Kontribusi total sedimen yang dihasilkan dari nilai erosi yang terjadi di Sub DAS Bila mencapai 2525,912 m³/km²/tahun (Tabel 7)



Gambar 2. Peta Penggunaan Lahan (Land Use) Sub DAS Bila

Simulasi Penggunaan Lahan.

Simulasi dilakukan berdasarkan nilai tanah Sub DAS Bila dalam rangka untuk mengetahui nilai erosi maksimum yang dapat diperkenankan/ditolerir guna terjaminnya produksi tanaman optimal dan pemanfaatan lahan secara lestari. Nilai TSL setiap jenis tanah pada Tabel 8, lebih kecil dibanding hasil perhitungan prediksi erosi dari aplikasi model. Sebaran nilai erosi yang melampaui nilai TSL Sub DAS tersebut disajikan pada Gambar 3

Nilai TSL rata-rata tertimbang diperlukan untuk mendapatkan nilai TSL Sub DAS Bila, yaitu dengan membandingkan nilai TSL masing-masing jenis tanah dengan luas wilayah yang diwakilinya. Asumsi kedalaman efektif tanah digunakan ≤ 100 cm dengan pertimbangan jenis tanah di Sub DAS Bila yang tergolong tanah dengan tingkat perkembangan lanjut. Dari hasil perbandingan dan asumsi tersebut di atas, diperoleh nilai TSL tertimbang untuk Sub DAS Bila adalah 15,710 ton/ha/tahun. Dengan demikian, diperlukan simulasi penggunaan dan pengelolaan lahan untuk dapat menekan laju erosi yang diperoleh hingga mencapai nilai yang lebih kecil atau sama dengan TSL pada Sub DAS Bila tersebut. Model pengelolaan dan pemanfaatan yang tepat dicapai pada simulasi ke-12 = simulasi 1-12 dengan cara melakukan perubahan penggunaan lahan pada tegalan menjadi perkebunan dengan permukaan

Tabel 8. Nilai TSL Setiap Jenis Tanah pada Sub DAS Bila.

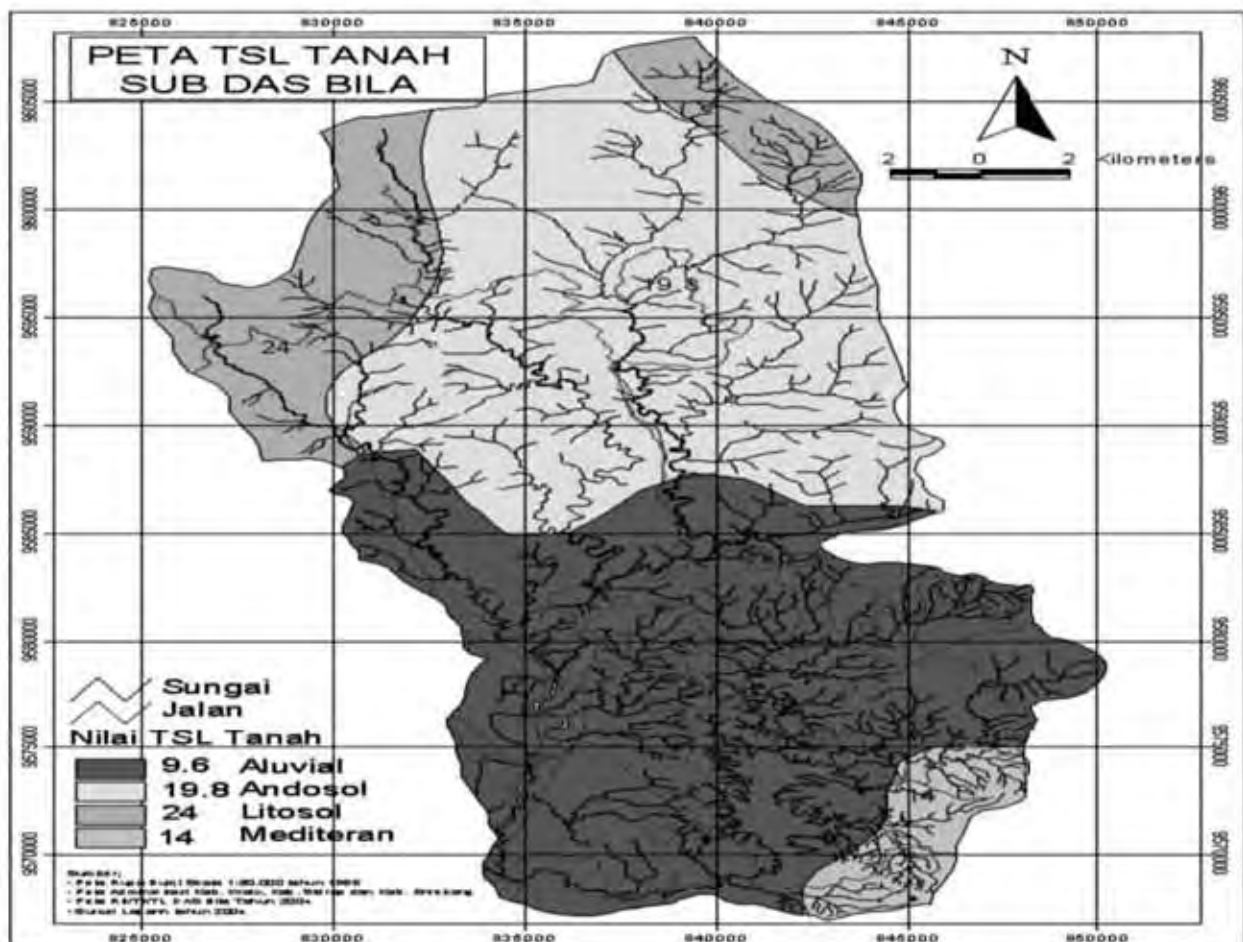
No	Jenis Tanah	Luas (Ha)	Luas (%)	KE	PK	UGT	TSL	TSL Tertimbang (ton/ha/tahun)
1	Aluvial	24853,01	43,442	40	0,8	400	9,6	4,170
2	Andosol	22035,21	38,516	90	0,8	400	19,8	7,626
3	Litosol	7937,046	13,873	60	1,0	400	24	3,330
4	Mediteran	2384,893	4,169	50	0,8	400	14	0,584
TSL tertimbang (ton/ha/tahun)								15,710

Sumber : Hasil Analisis SIG tahun 2006.

cukup tertutup dan rebokasi kebun campuran pada kemiringan $>40\%$ dan erosi $>TSL$ Sub DAS menjadi hutan serasah banyak yang menurunkan laju erosi hingga mencapai 10,596 ton/ha/tahun atau lebih kecil dari nilai TSL, hal ini mengindikasikan bahwa dalam pengelolaan harus dilakukan secara terpadu dan pemberdayaan masyarakat. Tanaman yang direkomendasikan pada simulasi ini yaitu tanaman tahunan yang bernilai multifungsi sehingga dari konsep tersebut maka nilai erosi dan sedimentasi dapat diminimalkan serta memberi pengaruh terhadap nilai sosial ekonomi masyarakat.

Validasi Model

Berdasarkan hasil analisis erosi tahun 2006 dengan menggunakan penggunaan lahan dari citra



Gambar 3. Peta Kehilangan Tanah yang Diperbolehkan (TSL) Sub DAS Bila

landsat tahun 2006 di dapatkan nilai erosi rata-rata sebesar 526,232 ton/ha/tahun memberikan hasil yang jauh lebih besar dari penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Tenriole (2006) dengan menggunakan penggunaan lahan tahun 1999 dengan erosi sebesar 314,024 ton/ha/tahun dengan selisih sekitar 212.32 ton/ha/tahun sehingga dari data tersebut maka model yang digunakan dalam penelitian ini valid dengan asumsi bahwa terjadi trend kenaikan erosi rata-rata di Sub DAS Bila sebesar 35% per tahun dari tahun 1999 sampai 2006.

Kesimpulan

Penerapan teknik-teknik konservasi seperti penanaman menurut kontur, pembuatan teras, penggunaan mulsa sisa tanaman, pergiliran dan rotasi tanaman pada penggunaan lahan tegalan, perubahan penggunaan lahan, peningkatan kerapatan perkebunan serta reboisasi pada tegalan dan kebun campuran pada lereng >40% (**Simulasi 12**) di Sub DAS Bila merupakan upaya penggunaan dan pengelolaan lahan yang efektif karena menekan kontribusi erosi hingga **10,597 ton/ha/tahun** dari nilai TSL tanah yaitu 15,710 ton/ha/tahun dengan nilai sedimen hingga **50,864 m³/km²/tahun** sehingga dapat mempertahankan daya dukung lingkungan.

Daftar Pustaka

Arsyad, S., 2006. *Konservasi Tanah dan Air*. IPB Press, Indonesia.

Asdak, Chay, 2004. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Gadjah Mada University Press, Surabaya.

BP-DAS, 2004. *Penyusunan Rencana Pengelolaan Terpadu Daerah Aliran Sungai (DAS) Propinsi Sulawesi Selatan*, Makassar.

BPS, 1989. *Monitoring of Erosion on Wonogiri Reservoir*. Final Report (in Indonesia), Dir. Gen. Water Resources, PIPWSBS, Solo pp. 193.

Dunne, T., 1977. *Evaluation of Erosion Conditions and Trends. Guidelines for Watershed Management-FAO Conservation Guide 1-VI*. Food and Agriculture Organisation of The United Nations. Rome, pp. 53-79.

Hardjowigeno, S., 2003. *Ilmu Tanah*. Akademika Pressindo, Jakarta.

Munir, A; Suripin; Abdullah N. M.; Marutani, T., 2000. *Application of Geographic Information System (GIS-IDRISI) for Assessing Land Use Risks on Sediment Yields*. Journal Faculty of Agriculture, 44 pp. 463-471. Laboratory of Watershed Environmental Science and Technology, Kyushu University, Fukuoka 812-8581, Japan.

R.Tenriola, 2006. *Optimalisasi Penggunaan Lahan di Kawassan DAS Bila*. Disertasi Paskah Sarjana Unhas tahun 2007, Makassar.

Sutedjo, Mul Mulyani dan Kartasapoetra A.G., 1991. *Terbentuknya Tanah dan Tanah Pertanian*, Pengantar Ilmu Tanah Cetakan Kedua, PT Rineka Cipta, Jakarta.

Williams, J.R. and Berndt, H.D., 1972. *Sediment Yield Computed with USLE*. Journal Hydrology Division, Vol. 98.

Wischmeier, W.H. and Smith, D.D., 1978. *Predicting Rainfall Erosion Losses- A Guide to Conservation Planning* dalam Asdak, Chay, 1995. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Gadjah Mada University Press, Surabaya.

Faktor Erosivitas Hujan (R) dihitung dengan persamaan yang dikemukakan oleh Bols (1976) dalam Munir, dkk. (2000) :

Lampiran

Lampiran 1. Klasifikasi Laju Erosi

No	Stasiun Penakar Hujan	Laju Erosi (Ton/ha/tahun)
1	Sangat berat	> 100
2	Berat	50 ? 100
3	Sedang	25 - 50
4	Ringan	10 - 25
5	Sangat ringan	< 10

Sumber : BRKLT, tahun 2006.

Lampiran 2. Nilai Erosi di DAS Bila

No	Sumber	Jumlah Unit Lahan	Luas (Ha)	Jumlah Erosi (ton/thn)	Rata-Rata Erosi (ton/ha/thn)
1	Tenriole Rival (2006), Disertasi Paskah Sarjana, Unhas *	446	57221,998	18.222.507,01	314,024
2	Hasil Perhitungan tahun (2006)	244	57221,998	30.112.027,444	526,232

Sumber : BP-DAS tahun 2003 dan Hasil Analisis SIG, tahun 2006. Keterangan : * Penggunaan lahan tahun 1999.

Lampiran 3. Perubahan Laju Erosi dengan Simulasi Berdasarkan Nilai TSL

No.	Simulasi	Erosi (ton/ha/tahun)	Kontribusi Sedimen (m ³ /km ² /tahun)
1	Tanpa Tindakan	526,232	2525,912
2	Simulasi 1	290,848	1396,071
3	Simulasi 2	288,287	1383,778
4	Simulasi 3	245,854	1180,101
5	Simulasi 4	202,884	973,841
6	Simulasi 5	191,835	920,809
7	Simulasi 6	101,701	488,165
8	Simulasi 7	83,153	399,133
9	Simulasi 8	70,908	340,358
10	Simulasi 9	33,572	161,148
11	Simulasi 10	21,327	102,369
12	Simulasi 11	19,666	94,391
13	Simulasi 12	10,597	50,864
14	Simulasi 13	9,841	47,237

Sumber : Hasil Analisis SIG tahun 2006.

Keterangan;

- S0 = Tanpa tindakan.
- S1 = Pengelolaan tanah menurut kontur pada lahan kebun campuran, ladang, dan tegalan.
- S2 = Pemberian mulsa pada kebun campuran dan ladang serta perkebunan.
- S3 = Teras bangku dengan konstruksi baik pada sawah dan pergiliran dan rotasi tanaman pada ladang.
- S4 = Pemberian mulsa pada tegalan dengan kelerengan 0-40% dan rotasi tanaman (shorgum-shorgum) pada kelerengan =40%
- S5 = Penanaman tanaman Lantoro dan semak campuran pada padang rumput dan semak belukar.
- S6 = Perubahan penggunaan lahan pada ladang dengan kelerengan 40-60% dan kebun campuran pada lereng 0-15% menjadi perkebunan dengan permukaan cukup tertutup.
- S7 = Perubahan penggunaan lahan pada tegalan menjadi tanaman kopi, dan perubahan penggunaan lahan ladang, kebun campuran serta semak belukar pada lereng 25-60% menjadi menjadi hutan tanaman buah-buahan (Nangka, langsung dan lain-lain).
- S8 = Perubahan penggunaan lahan pada tegalan dengan lereng >60% menjadi kebun campuran kerapatan rendah, dan Perubahan penggunaan lahan ladang, kebun campuran dengan kelerengan >60% dan erosi >TSL Sub DAS menjadi Hutan alam serasah kurang.
- S9 = Perubahan penggunaan lahan pada tegalan dengan lereng >60% menjadi kebun campuran kerapatan sedang, dan perubahan penggunaan lahan semak belukar, ladang dengan kelerengan >40% dan erosi >TSL Sub DAS menjadi hutan alam serasah banyak.
- S10 = Perubahan penggunaan lahan pada tegalan dengan lereng >60% menjadi kebun campuran kerapatan tinggi, dan reboisasi kebun campuran dengan kelerengan >40% dan erosi >TSL Sub DAS menjadi hutan serasah banyak.
- S11 = Perubahan penggunaan lahan pada tegalan menjadi perkebunan dengan permukaan tertutup sebagian, dan reboisasi kebun campuran dengan kelerengan >40% dan erosi >TSL Sub DAS menjadi hutan serasah banyak.
- S12 = Perubahan penggunaan lahan pada tegalan menjadi perkebunan dengan permukaan Cukup tertutup, dan reboisasi kebun campuran dengan kelerengan >40% dan erosi >TSL Sub DAS menjadi hutan serasah banyak.
- S13 = Reboisasi pada tegalan dan kebun campuran dengan kelerengan >40% dan erosi >TSL Sub DAS menjadi hutan serasah banyak.