

STUDI TEKNOLOGI KONSERVASI UNTUK MENURUNKAN LAJU EROSI PADA SUB DAS SOMBE LEWARA PROVINSI SULAWESI TENGAH

Edison¹, M. Bisri², Eri Suhartanto²

¹Mahasiswa Program Magister Teknik Pengairan Universitas Brawijaya Malang

²Dosen Teknik Pengairan Universitas Brawijaya Malang

Abstrak: *Wiyah Sungai Sombe Lewara secara administratif terletak di Kotamadya Palu, Kabupaten Sigi dan Kabupaten Donggala Provinsi Sulawesi Tengah dengan Luas daerah aliran sungai (DAS) tercatat seluas 8.353,13 Ha,*

Besarnya laju erosi terjadi rata-rata sebesar 4,329 ton/Ha/tahun, sedimen yang dihasilkan sebesar 35.520 ton/tahun, sebaran kelas kemampuan lahan kelas III sebesar 46.523 ha (0.557%), kelas IV dengan luas 133.571 ha (1.599%), kelas V dengan luas 6237.1930 ha (74.669%) dan kelas VII dengan luas 1935.843 ha (23.175%) serta Rekomendasi Arahan Rehabilitasi Lahan dan Konservasi Tanah (RLKT) diperoleh bahwa 57,60% dari luas Sub DAS Sombe Lewara merupakan kawasan Lindung, kawasan penyangga 28.75%, kawasan budidaya tanaman semusim/permukiman 0.12%.

Simulasi konservasi secara vegetative, di peroleh penurunan erosi rata-rata menjadi 2.440 ton/ha/tahun dan sedimen yang dihasilkan menjadi 20770 ton/tahun. Penanganan sedimen dengan melakukan penggalian pada check dam yang ada

Kata kunci: *Hujan, tanah, lereng, tataguna lahan, erosi, konservasi*

Abstract: *Sombe Lewara River area administratively at the Palu City, Sigi Regency and Donggala Regency of Central Sulawesi Province with river stream area (DAS) of 8.353,13 ha.*

Erosion rate about 4,329 tones/ha/year, the produced sediment of 35.520 tones/year, the class spread of land ability of class III about 46.523 ha (0.557%), class IV of 133.571 ha (1.599%), class V of 6237.1930 ha (74.669%) and class VII of 1935.843 ha (23.175%) and recommendation of land and soil conservation (RLKT) obtained that 57.60% of the Sub Das of Sombe Lewara is conservation area, buffer area of 28.75%, season plants culture /settlement area of 0.12%.

Conservation simulation in vegetative obtained the average erosion decrease become 2.440 tones/ha/ years and the produced sediment become 20.770 tones/year. The sediment handling by digging at check dam.

Keywords: *rain, soil, slope, land usage, erosion, conservation*

Sungai SombeLewara merupakan cabang anak sungai yang berinduk di Sungai Palu. Pada saat hujan dengan intensitas yang tinggi, seringkali terbawanya banyak material dari hulu sampai hilir sehingga mengakibatkan pendangkalan. Meskipun kondisi baseflow sungai kecil jika dibandingkan dengan penampang sungai saat ini, akan tetapi jika terjadi hujan dengan curah hujan tinggi mengakibatkan banjir yang debitnya melampaui penampang sungai.

Pada saat ini pembukaan lahan perkebunan pada Sub DAS Sombe Lewara khususnya di daerah hulu semakin meningkat seiring dengan tuntutan ekonomi masyarakat yang bermukim pada daerah tersebut, serta diperparah belum adanya upaya dari pemerintah untuk melakukan usaha konservasi pada daerah

tersebut. Yang pada akhirnya akan terjadinya erosi yang tidak terkendali pada daerah tersebut yang melebihi dari erosi yang diizinkan.

Melihat permasalahan tersebut diatas, diperlukan adanya kajian mengenai teknologi konservasi yang sesuai dengan kondisi karakteristik Sub DAS Sombe Lewara guna mengurangi laju erosi dan sedimentasi hingga mencapai batas maksimum yang diizinkan. Selain itu memberikan rekomendasi arahan penggunaan lahan yang berbasis sumber daya air secara terpadu (*Integrated Water Resources Management*) pada Sub DAS Sombe Lewara sebagai bagian dari hulu DAS Palu yang sangat berpengaruh terhadap kehidupan di Kota Palu.

Identifikasi Masalah

1. Terjadinya pembukaan lahan untuk perkebunan yang tidak terkendali yang mana pada akhirnya akan meningkatnya erosi lahan pada Sub DAS Sombe Lewara.
2. Sungai Sombe Lewara memiliki permasalahan terhadap sedimentasi pada daerah hilir yang memberikan dampak yang cukup besar. Meskipun kondisi baseflow sungai kecil jika dibandingkan dengan penampang sungai, akan tetapi jika terjadi curah hujan tinggi mengakibatkan banjir yang debitnya melampaui penampang sungai.
3. Melihat permasalahan tersebut diatas, diperlukan adanya kajian mengenai teknologi konservasi yang sesuai dengan kondisi karakteristik Sub DAS Sombe Lewara guna mengurangi laju erosi dan sedimentasi hingga mencapai batas maksimum yang diizinkan.

Batasan Masalah

1. Objek penelitian adalah Sub DAS Sombe Lewara.
2. Kajian dititik beratkan pada erosi lahan, tingkat bahaya erosi, dan teknologi konservasi pada Sub DAS Sombe Lewara.
3. Perhitungan erosi lahan dan limpasan menggunakan metode MUSLE berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG).
4. Menyusun strategi implementasi konservasi, penanganan permasalahan lingkungan dan ketersediaan lahan.
5. Melihat kondisi daerah studi yang belum memiliki AWLR, maka tidak dilakukan kalibrasi dan verifikasi terhadap hasil perhitungan erosi lahan dan limpasan.
6. Rumus-rumus yang digunakan pada perhitungan dianggap telah teruji kebenarannya.

Rumusan Masalah

1. Bagaimanakah kondisi sebaran Tingkat Bahaya Erosi (TBE) pada Sub DAS Sombe Lewara?
2. Bagaimanakah arahan penggunaan lahan yang sesuai dengan karakteristik Sub DAS Sombe Lewara?
3. Bagaimanakah rekomendasi teknologi konservasi lahan pada Sub DAS Sombe Lewara?

Tujuan dan Manfaat

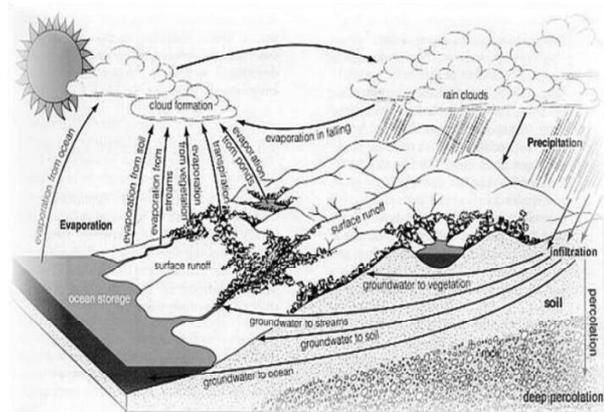
1. Mengetahui kondisi sebaran Tingkat Bahaya Erosi (TBE) pada Sub DAS Sombe Lewara.
2. Memperoleh arahan penggunaan lahan yang sesuai dengan karakteristik Sub DAS Sombe Lewara.

3. Memperoleh rekomendasi teknologi konservasi lahan pada Sub DAS Sombe Lewara.
4. Diharapkan dapat memberikan masukan bagi Pemerintah Kabupaten Sigi, Donggala, Kota Palu, dan Provinsi Sulawesi Tengah dalam pengembangan dan melaksanakan pembangunan secara terpadu pada masa mendatang serta masukan dalam penyusunan RTRW Kabupaten Sigi, Donggala, Kota Palu, dan Provinsi Sulawesi Tengah

TINJAUAN PUSTAKA

Daur Hidrologi

Daur atau siklus hidrologi adalah gerakan air laut ke udara, yang kemudian jatuh ke permukaan tanah lagi sebagai hujan atau bentuk presipitasi lain, dan akhirnya mengalir ke laut kembali (Soemarto, 1999).



Gambar 1. Daur Hidrologi

Pengelolaan DAS

Pengelolaan DAS adalah salah satu formulasi dan implementasi kegiatan atau program yang bersifat manipulasi sumber daya alam dan manusia yang terdapat didaerah aliran sungai untuk memperoleh manfaat produksi dan jasa tanpa menyebabkan terjadinya kerusakan sumber daya air dan tanah. Termasuk dalam pengelolaan DAS adalah identifikasi keterkaitan antara tata guna lahan, tanah dan air, dan keterkaitan antara daerah hulu dan hilir suatu DAS (Asdak, 2004:5).

Kerusakan wilayah DAS pada umumnya juga terkait dengan kerusakan kawasan hutan yang seharusnya berperan dalam perlindungan lingkungan, oleh sebab itu kerusakan hutan tersebut selalu dituding sebagai penyebab terjadinya bencana banjir dan tanah longsor.

Erosi

Erosi adalah suatu peristiwa hilang atau terkikisnya tanah atau bagian tanah dari suatu tempat

yang terangkut ke tempat lain, baik disebabkan oleh pergerakan air atau angin (Arsyad, 1983). Proses hidrologi secara langsung dan tidak langsung akan berhubungan dengan terjadinya erosi, transpor sedimen, deposisi sedimen di daerah hilir, serta mempengaruhi karakteristik fisik, biologi, dan kimia. Terjadinya erosi ditentukan oleh faktor-faktor iklim (intensitas hujan), topografi, karakteristik tanah, vegetasi penutup tanah, dan tata guna lahan. Proses terjadinya erosi dibagi menjadi 3 bagian yang berurutan, yaitu:

1. Pengelupasan (*detachment*);
2. Pengangkutan (*transportation*);
3. Pengendapan (*sedimentation*)

Tingkat Bahaya Erosi (TBE)

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

Tabel 1. Klasifikasi Tingkat Bahaya Erosi

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

Sumber : Utomo, 1994

Keterangan :

SR = Sangat Ringan S = Sedang B = Berat
R = Ringan SB = Sangat Berat

Arahan Fungsi Kawasan

Pengaturan penggunaan lahan merupakan upaya penataan suatu wilayah menjadi beberapa kawasan dengan dengan fungsi yang berbeda-beda.

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

- a) Kemiringan lereng.
- b) Jenis tanah menurut kepekaannya terhadap erosi.
- c) Curah hujan harian rata-rata.

Tabel 2. Skor Kemiringan Lereng

Kemiringan lereng	Nilai skor
Kelas 1 : 0 - 8% (datar)	20
Kelas 2 : 8 -15% (landai)	40
Kelas 3 : 15-25% (agak curam)	60
Kelas 4 : 25-45% (curam)	80
Kelas 5 : > 45% (sangat curam)	100

Tabel 3. Skor tanah

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

Tabel 4. Skor intensitas hujan harian rata-rata

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

Penetapan penggunaan lahan setiap satuan lahan ke dalam suatu kawasan fungsional dilakukan dengan menjumlahkan nilai skor ketiga faktor tersebut di atas dengan mempertimbangkan keadaan setempat.

Kriteria yang digunakan oleh BRLKT (Balai Rehabilitasi Lahan dan Konservasi Tanah, Departemen Kehutanan) untuk menentukan status kawasan berdasarkan fungsinya:

- Kawasan lindung (jumlah skor/ 175)
- Kawasan penyangga (jumlah skor 125 - 175)
- Kawasan budidaya tanaman tahunan (jumlah skor 125)

Sistem Informasi Geografis (SIG)

Menurut Esri90 dalam Prahasta (2002:55), SIG adalah kumpulan yang terorganisir dari perangkat keras komputer, perangkat lunak, data geografi dan personil yang dirancang secara efisien untuk memperoleh, menyimpan, mengupdate, memanipulasi, menganalisis, dan menampilkan semua bentuk informasi yang bereferensi geografi.

Sedangkan menurut Aronoff89 dalam Prahasta (2002), SIG adalah sistem yang berbasis komputer yang digunakan untuk menyimpan dan memanipulasi informasi-informasi geografi.

Subsistem-subsistem SIG

Dengan memperhatikan definisi-definisi di atas maka SIG dapat diuraikan menjadi 4 (empat) subsistem yaitu (Prahasta, 2002):

1. Data Input
2. Manajemen Data
3. Manipulasi Data dan Analisis
4. Data Output

Komponen Sistem Informasi Geografis

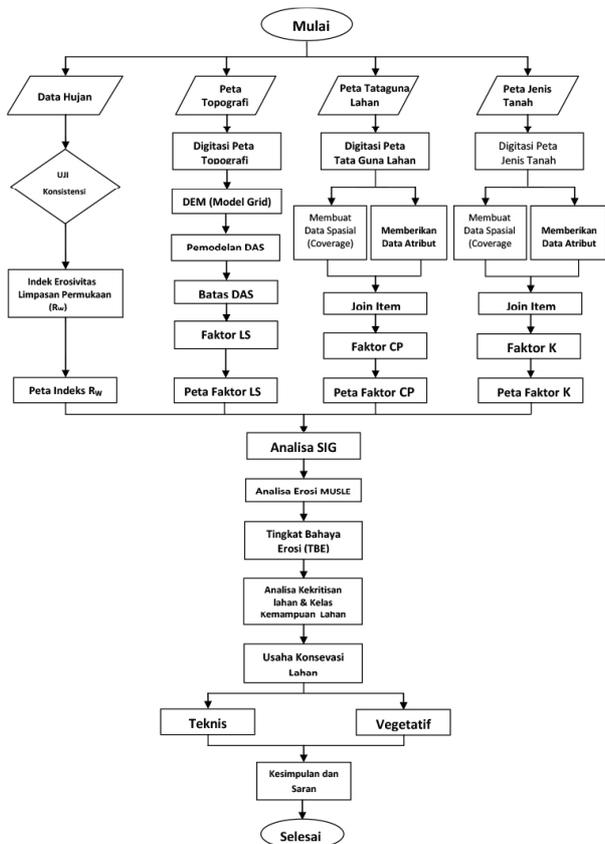
Komponen SIG terdiri dari perangkat keras dan perangkat lunak. Perangkat keras yang digunakan terdiri atas seperangkat komputer yang berfungsi untuk menyimpan, menampilkan teks.

METODE PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Lokasi studi berada di Sub DAS Sombe Lewara. Sub Daerah Aliran Sungai (DAS) Sombe Lewara secara administratif terletak di Kota Palu, kabupaten Sigi dan kabupaten Donggala, Provinsi Sulawesi Tengah. Secara geografis terletak pada 00°54'10,3" - 01°02'02,3" Lintang Selatan dan 119°44'30,0" - 119°52'16,7" Bujur Timur. Luas Sub DAS Sombe Lewara sebesar 84,125 km² yang berada di dua kabupaten dan satu kota. Sub DAS Sombe Lewara termasuk beriklim tropis, dengan penyinaran matahari lebih dari 50% sepanjang tahun. Suhu mencapai 34° pada siang hari dan 23° C pada malam hari serta bermuara pada Sungai Palu.

Bagan Alir Penelitian

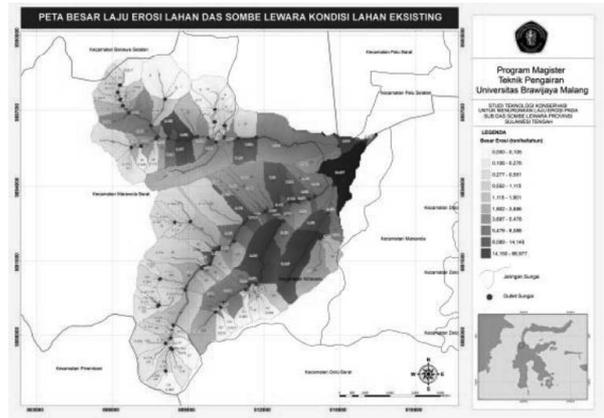


Bagan Alir Penentuan Teknik konservasi

HASIL DAN PEMBAHASAN

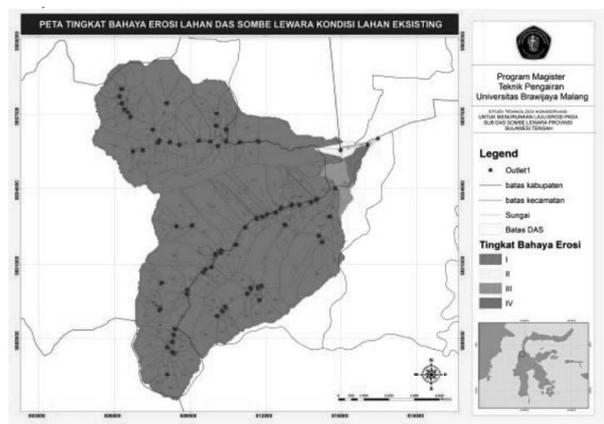
Laju Erosi

Laju erosi lahan DAS Sombe Lewara dengan rerata nilai erosi sebesar: 4.239 ton/ha/tahun. Dimana berdasarkan sebaran tingkat laju erosi tersebut di simpulkan bahwa DAS Sombe Lewara dalam kondisi bagus.



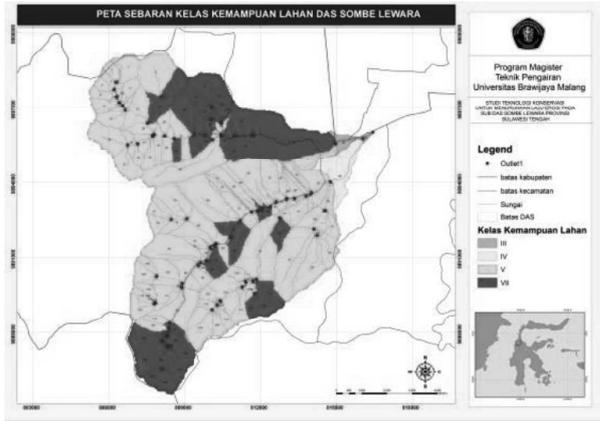
Tingkat Bahaya Erosi (TBE)

Tingkat bahaya erosi didapatkan erosi ringan sebesar 8068.108 ha (96.588%), erosi sedang sebesar 78.646 ha (0.942%), erosi berat sebesar 133.571 ha (1.600%), erosi sangat berat sebesar 72.805 ha (0.872%)

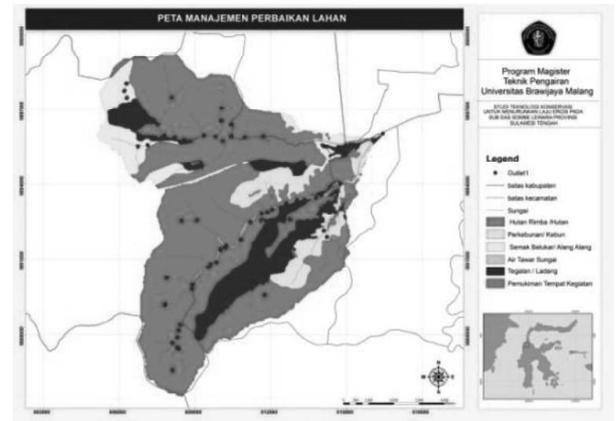


Kelas Kemampuan Lahan dan Arah Fungsi Kawasan (Konservasi Tanah)

Hasil analisis kemampuan lahan di Sub DAS Sombe Lewara rinciannya sebagai berikut kelas III dengan luas 46.523 ha (0.557%), kelas IV dengan luas 133.571 ha (1.599%), kelas V dengan luas 6237.1930 ha (74.669%) dan kelas VII dengan luas 1935.843 ha (23.175%) hasil lebih jelasnya lokasi tiap-tiap kelas kemampuan lahannya seperti Gambar berikut.



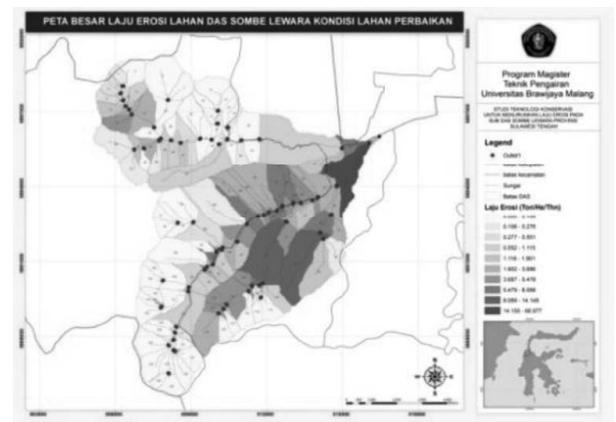
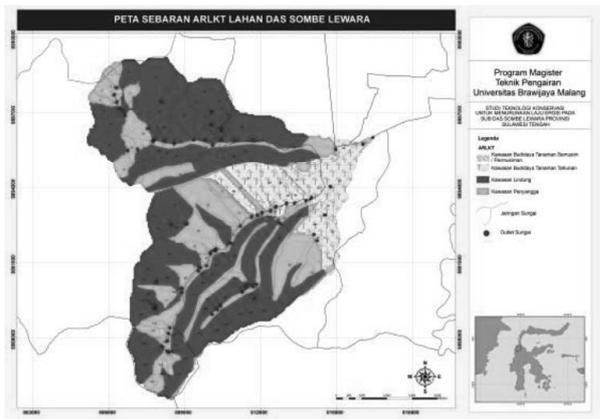
Peta penggunaan lahan usulan konservasi:



Rekomendasi ARLKT (Arahan Rehabilitasi Lahan dan Konservasi Tanah)

No	Arahan Penggunaan Lahan	Luas (Ha)	Prosentase (%)
1	Kawasan Lindung	4811.40	57.60
2	Kawasan Penyangga	2400.69	28.74
3	Kawasan Budidaya Tanaman Tahunan	1131.01	13.54
4	Kawasan Budidaya Tanaman Semusim / Permukiman	10.00	0.12
Jumlah		8353.13	100.00

Hasil perubahan, tingkat erosi dengan rerata nilai erosi sebesar: 2.440 ton/ha/tahun



Simulasi Tindakan Konservasi Lahan

Skenario perbaikan lahan yang diterapkan sebagai usulan teknologi konservasi DAS Sombe Lewara ini adalah sebagai berikut:

1. Lahan Terbuka Semak Belukar diperbaiki manajemen lahannya menjadi lahan produksi tegalan
2. dan atau hutan produksi tanaman keras, berupa penanaman kayu endemik dan mempunyai nilai ekonomis yang cukup tinggi berupa Kayu Eboni, Coklat, Kemiri, pohon jati.
3. Lahan Tegalan dilakukan perbaikan dengan memperbaiki kerapatan tanam dan secara teknis dilakukan perlindungan zona perakaran dan le reng dengan terasering.
4. Lahan perkebunan merupakan lahan produksi masyarakat dan atau pengusaha sehingga pada lahan ini tidak diberikan treatment konservasi.

Pembahasan

Beberapa faktor yang mempengaruhi laju erosi yakni iklim yang berupa curah hujan, tanah, topografi, dan vegetasi penutup tanah

Program jangka menengah (program lima tahunan): sosialisasi masyarakat, penanaman tanaman keras berbasis *Agroforestry* dan *Social Forestry* dengan memilih jenis tanaman yang diinginkan oleh masyarakat setempat yang bisa meningkatkan taraf ekonomi yang disesuaikan dengan kondisi tanah setempat serta dilakukan pembuatan sumur resapan dan kolam resapan untuk menampung serta meresapkan air limpasan permukaan.

Program Jangka Panjang: sosialisasi masyarakat, pemantapan peraturan yang ada, penegakan tentang pemanfaatan fungsi kawasan, penanganan secara mekanis, reboisasi (GN-RHL, GN-KPA), membenahan garis sempadan sungai dengan PERDA yang mendukung pelaksanaan penegakan hukum (*low enforcement*).

Beberapa rekomendasi penting selain upaya penanganan erosi dan limpasan dalam jangka pendek, menengah dan panjang tersebut, yaitu:

- Penggunaan lahan sebaiknya memperhatikan kemampuan lahan dan arahan penggunaan lahan (fungsi kawasan), serta tata ruang berbasis konservasi tanah dan air sehingga dapat mencegah kerusakan lahan dan tetap menjaga produktivitas tanah.
Lahan Bagian Hulu yang masih baik tetap perlu ditangani secara vegetatif dengan penanaman tanaman keras yang produktif serta tegalan dengan melakukan tanaman searah garis kontur untuk mengurangi erosi dan sedimentasi agar beban sedimen pada bagian hilir dapat berkurang. Selain itu perlu penentuan pola tanam yang benar secara intensif dan produktif untuk mencegah perambahan hutan.
- Lahan bagian hilir yang merupakan lahan semi kritis dan kritis perlu dilakukan penanganan berupa
- Melakukan kerapatan tanam dan secara teknis dilakukan perlindungan zona perakaran dan lereng dengan terasering
- Perlu diefektifkannya fungsi check dam yang sudah ada untuk menampung sedimen tanpa menambah pembuatan check dam baru karena volume tampungan check dam yang ada sudah mencukupi untuk menerima beban sedimen yang terjadi serta agar kerusakan yang ditimbulkan oleh sedimen tersebut dapat diminimalisir.
- Perlu dibuat regulasi lokasi pengambilan sedimen dan jumlah sedimen yang diperbolehkan diambil oleh penambang agar bangunan yang ada dapat berfungsi dan kerusakan yang ditimbulkan oleh pengambilan yang tidak terkendali dapat diminimalisir.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisa maka dapat diambil kesimpulan yaitu:

1. Kondisi sebaran Tingkat Bahaya Erosi (TBE) pada Sub DAS Sombe Lewara terdapat empat kelas yaitu Kondisi Ringan seluas 8068.11 ha (96.59% dari luas DAS), Sedang 78.65 ha (0.94% dari luas DAS) dan Berat 133.57 ha, (1.60% dari luas DAS) dan Sangat berat 72.81 ha (0.87% dari luas DAS) sedangkan sedimen yang dihasilkan 35520 ton/tahun.
2. Arahan penggunaan lahan yang sesuai dengan karakteristik Sub DAS Sombe Lewara yaitu kawasan lindung seluas 4811.40 ha (57,60% dari luas DAS), kawasan penyangga seluas 2400.69 ha (28,74% dari luas DAS), kawasan budidaya tanaman tahunan seluas 1.131.01 ha (13,54% dari luas DAS), dan kawasan budidaya tanaman/permukiman semusim seluas 10,00 ha (0,12% dari luas DAS).
3. Rekomendasi teknologi konservasi lahan pada Sub DAS Sombe Lewara yakni secara vegetative disarankan pada daerah hulu berupa lahan produksi tegalan dan atau hutan produksi tanaman keras serta pada daerah hilir berupa tegalan di konservasi menjadi perkebunan
4. Untuk menghutankan semak belukar dapat dilakukan upaya direboisasi dengan menanam pohon/tanaman keras yang sesuai kondisi Sub DAS Sombe Lewara yaitu kayu Eboni, Kelapa, dan Kakao dan kemiri yang mempunyai nilai ekonomis yang cukup tinggi.
5. Kondisi sebaran Tingkat Bahaya Erosi (TBE) pada Sub DAS Sombe Lewara setelah usaha konservasi terdapat tiga kelas yaitu Kondisi Ringan seluas 8003.21 ha (98.81% dari luas DAS), Sedang 277.12 ha (3.32% dari luas DAS) dan Berat 72.81 ha, (0.87% dari luas DAS) sedangkan sedimen yang dihasilkan sebanyak 20770.00 ton/tahun.
6. Untuk mengendalikan sedimen yang terjadi setelah usaha konservasi secara vegetative agar memanfaatkan check dam yang telah ada dengan cara mengeruk endapan sedimen pada masing masing check dam agar dapat berfungsi kembali sebagai penampung sedimen tanpa membuat check dam baru.

SARAN

Dari hasil analisa perlu dilakukan penanganan secara serius dan terintegrasi seluruh stake holder dari Pemerintah Pusat, Pemerintah Provinsi Sulawesi Tengah, Pemerintah Kota Palu dan Pemerintah Kabupaten Sigi (Dinas Kehutanan, BP DAS Palu Lariang, Dinas Pertanian, Dinas Perkebunan, Dinas PU, dan BWS Sulawesi III), untuk mengupayakan langkah-langkah kegiatan rehabilitasi hutan dan lahan di kawasan Sub DAS Sombe Lewara sebagai berikut:

1. Program jangka pendek (program tahunan) berupa: sosialisasi masyarakat, pemberantasan *illegal logging*, pemanfaatan sisa-sisa tanaman atau tumbuhan (*residue management*), menyusun PERDA yang mendukung rehabilitasi hutan dan lahan. Implementasi Program Nasional berbasis masyarakat seperti: GN-RHL (Gerakan Nasional Rehabilitasi Hutan Lahan, GN-KPA (Gerakan Nasional Kemitraan Penyelamatan Air) dengan membentuk Tim Pelaksana di tingkat Pusat, Provinsi, Kabupaten, Kecamatan, dan Desa. Khusus pada tingkat desa dibentuk POK-

JA (kelompok kerja) untuk mengajak masyarakat desa menyusun RKT (Rencana Konservasi Tanah Desa) yang akan dilaksanakan oleh masyarakat sendiri dipantau oleh Tim Provinsi, Tim Kabupaten Sigi, Tim Kabupaten Donggala dan Tim Kota Palu.

2. Program jangka menengah (program lima tahunan): sosialisasi masyarakat, penanaman tanaman keras berbasis *Agroforestry* dan *Social Forestry* dengan memilih jenis tanaman yang diinginkan oleh masyarakat setempat yang bisa meningkatkan taraf ekonomi yang disesuaikan dengan kondisi tanah setempat serta dilakukan pembuatan sumur resapan dan kolam resapan.
3. Program Jangka Panjang: sosialisasi masyarakat, pemantapan peraturan yang ada, penegakan tentang pemanfaatan fungsi kawasan, penanaman secara mekanis, reboisasi (GN-RHL, GN-KPA), pembenahan garis sempadan sungai dengan PERDA yang mendukung pelaksanaan penegakan hukum (*low enforcement*).

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 1998. “*Pedoman Penyusunan Rencana Teknik Lapangan Rehabilitasi Lahan dan Konservasi Tanah DAS*”. Jakarta: Departemen Kehutanan (Dirjen Reboisasi dan Rehabilitasi Lahan).
- Anonim. 2005. *Undang Undang RI No. 7 Tahun 2004 tentang Sumber Daya Air*. Yogyakarta: Pustaka Widyatama.
- Arsyad, S. 2000. *Konservasi Tanah dan Air*. Bogor: IPB Press.
- Asdak, C. 2004. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- ESRI (Environmental System Research Institute, Inc). 1996. *ArcView GIS, The Geographic Information System for Everyone*. New York: ESRI.
- Harto, S.B. 1993. *Analisis Hidrologi*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Morgan, R.P.C. 1995. *Soil Erosion and Conservation*. Second Edition. Longman. Harlow.
- Soemarto, C. D. 1995. *Hidrologi Teknik*. Jakarta: Erlangga.
- Suresh, R. 1993. *Soil and Water Conservation Engineering*. Delhi: Nem Chand Jain, Standard Publisher Distributors. Nai Sarak.
- Suripin. 2002. *Pelestarian Sumber Daya Tanah dan Air*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Tarboton, D. 2000. *Distributed Modeling in Hydrology using Digital Data and Geographic Information System*. Utah State University. <http://www.engineering.usu.edu.dtarb>
- Utomo, W.H. 1994. *Erosi dan Konservasi Tanah*. Penerbit IKIP Malang.