

OPTIMASI PENGGUNAAN LAHAN PADA SUB DAS MASANG BESAR PADA DAS MASANG UNTUK MENGURANGI LAJU ALIRAN PERMUKAAN, EROSI, DAN SEDIMEN

(Studi kasus, pada Sub DAS Masang pada DAS Masang Besar di Kabupaten Agam Sumatera Barat)

Aprisal,¹⁾ Bujang Rusman,²⁾ dan Darmawan³⁾

¹⁾MKTI Sumbar dan Dosen Konservasi tanah dan air Jurusan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Andalas
email; aprisalunand@yahoo.co.id

²⁾Form DAS Pusat dan Dosen Konservasi Tanah dan Air Jurusan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Andalas
email; bujang.rusman@yahoo.com

³⁾Dosen Kualitas Tanah dan Lingkungan Jurusan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Andalas
email; darmawan708@gmail.com

Abstract

Watershed (DAS) is rainwater catchment area that need to be managed properly so the interactions between components in the watershed system are positively synergized. If mismanagement happens, there will be negative interaction that will impact to the flood disaster, erosion and silting of the river. The purpose of this research is to find optimal the land use direction to reduce volume of surface run off, erosion and sediment in sub-Watershed of Masang Besar in Masang Watershed in Agam Regency, West Sumatera. The method that has been used is land survey to take the soil sample and ground check to the field and followed by analysis of soil samples in Andalas University soil laboratory, Faculty of Agriculture. Soil samples were taken in purposive random sampling from the land unit, for representative sample. Whereas the rainfall and river discharge data was taken from related institution, which from the Water Resources Management Office. The Surface run off data was analyzed by soil conservation service (SCS) model, soil erosion analyzed by USLE model and sediment by using sediment delivey ratio (SDR) model. Monthly surface run off data, erosion and sediment are the coefficeient index in linear programming (LGP) model to determine the land use optimization. The results showed that the volume of surface run off in the Masang Besar sub-Watershed is highest found in mixed garden land use, which is 0.001239 m³ / ha / s. The lowest erosion rate occurs in forest land. The amount of erosion is 1.78-11.92 t / ha / yr and this erosion is lower than the tolerated erosion which is 29.33 t / ha / yr. The optimal land use pattern scenario refers to the Agricultural Minister's regulation No.837 / Kpts / Um / 1980, about 30 percent of forest land availability in the Watershed area, can suppress surface run off 66.59 m³ / s. Whereas the erosion and sediment can be pressed according to the target or the limit of tolerance.

Key word: Watershed, surface run off, erosion, sediment and optimization

ABSTRAK

Pendahuluan

Daerah aliran sungai (DAS) adalah suatu ekosistem alamiah berupa geomorfologi, penggunaan lahan, dan kondisi iklim yang bersamaan mewujudkan suatu agrohidrologi. Sistem agrohidrologis dengan komponen utamanya adalah tanah, air, vegetasi dan aktivitas manusia. Diantara komponen tersebut terjadi interaksi antara satu sama lainnya sampai tingkat tertentu keseimbangan sistem DAS. Oleh karena itu sangat diperlukan pengelolaan DAS yang baik untuk mengendalikannya interaksi antara komponen dalam sistem DAS dalam

keseimbangan dan dapat memanfaatkan sumberdaya DAS dengan optimal.

Keseimbangan sistem dalam DAS sangat ditentukan oleh faktor komponen tanah, vegetasi, air dan manusia, kalau interaksi komponen tersebut positif tentu akan memberi respon baik pada sistem agrohidrologis, dan sebaliknya akan terjadi yang tidak baik bila sistem komponen DAS tidak berjalan dengan seimbang.

Dalam pengelolaan DAS sasaran yang ingin di capai adalah; penggunaan lahan yang sesuai dengan kelas kemampuannya, pengolahan tanah yang mengikuti kaedah konservasi, tata air yang optimal. Sebagai tolok ukur dari keberhasilan pengelolaan DAS

adalah tingkat erosi, sedimentasi dan fluktuasi debit sungai [1].

Sub DAS Masang Besar di kabupaten Agam, sering mengalami banjir dan membawa sediment yang tinggi sehingga menyebabkan terjadi pendangkalan sungai Masang Besar. Hal ini disebabkan oleh ulah manusia yang banyak merubah fungsi lahan hutan menjadi kebun dan ladang di sub DAS masang Besar tersebut. Lahan yang diolah oleh petani atau masyarakat kebanyakan yang berlereng curam sampai sangat curam. Lahan inilah yang mengalami erosi berat akibat besarnya volume air aliran permukaan, karena lahan relatif terbuka. Hasil penelitian [2], menunjukkan bahwa laju erosi dan sedimentasi yang terjadi di sub DAS Masang ini sudah melewati batas erosi yang ditoleransikan, sehingga sebagian tanah tererosi mengendap di sungai Masang yang menyebabkan pendangkalan sungai. Oleh karena itu, untuk menjaga keseimbangan sub DAS Masang Besar ini sangat penting, kalau kerusakkan DAS ini dibiarkan maka akan menyebabkan DAS kehilangan kemampuan menyimpan air, meningkatnya frekuensi banjir, menurunkan kualitas dan kuantitas air sepanjang tahun, serta erosi dan sedimentasi akan terus meningkat. Untuk mencari solusi penggunaan lahan sudah banyak digunakan oleh peneliti terdahulu dengan menggunakan model goal programming atau LCG yang mampu menganalisis dengan multi kriteria. Hasil ini dapat sebagai pertimbangan keabsahan dalam pengelolaan DAS yang optimal.

Penelitian ini bertujuan untuk; 1) mencari volume aliran permukaan, erosi dan sedimentasi dari masing-masing satuan lahan yang ada di sub DAS Masang Besar.

Besar. 2) mencari alternative pengelolaan yang optimal untuk mengurangi aliran permukaan, erosi dan sedimentasi di sub DAS Masang Besar.

2. METODA PENELITIAN

Metode Penelitian

Metode penelitian mencakup lokasi penelitian, data penelitian, data primer dan sekunder, dan metode analisis. Lokasi penelitian ini akan dilakukan di sub DAS Masang Besar pada DAS Masang Kabupaten Agam Sumatera Barat. Obyek penelitian aliran permukaan, erosi, dan hasil sedimentasi.

Pengumpulan data biofisik baik data primer maupun data sekunder dilakukan secara survai ke lapangan. Data biofisik meliputi: curah hujan harian, sifat-sifat tanah, yaitu jenis tanah, struktur tanah, tekstur, kandungan bahan organik, permeabilitas, infiltrasi, panjang dan kemiringan lereng, ketinggian tempat di atas permukaan laut, penggunaan lahan, vegetasi penutup DAS, dan debit rerata sungai. Peta yang dibutuhkan adalah peta topografi, citra satelit, peta tata guna lahan, peta tanah dan peta administrasi.

Motode Analisis

Analisis Penggunaan Lahan

Untuk mengetahui tipe penggunaan lahan dilakukan dengan interpretasi peta topogrifi dan foto citra dan ground cek di DAS Masang, sehingga didapat tipe penggunaan lahan. Mencari luasan masing-masing tipe penggunaan lahan dilakukan deleniasi dan scanning ke komputer kemudian dengan menggunakan *sofe ware map info* dilakukan penghitungan luas lahan.

Penggunaan lahan di sub DAS Masang Besar Kabupaten Agam Sumatera Barat *

Penggunaan Lahan	Masang	
	(Ha)	%
Hutan Primer	7381,00	4,86
Hutan Sekunder	62260,00	40,96
Kebun Campuran	14513,00	9,55
Tegalan	46082,90	30,32
Kebun Sawit	10343,00	6,81
Sawah	10241,77	6,74
Pemukiman	1168,61	0,77
Jumlah	151990,28	100

*Sumber : analisis citra satelit tahun 2007 (PSDA 2007)

Analisis Sitem DAS

Model analisis yang dikembangkan adalah model analisis sistem atas dasar struktur model hidrologi (SCS), model agroteknologi (USLE) dan model sedimentasi (SDR). Kemudian dilanjutkan dengan analisis optimasi konservasi lahan dengan Program Sasaran Ganda (PSG), secara simultan dari masing-masing keefisien teknis sub model akan mengeluarkan pilihan skenario yang sesuai dengan target yang diinginkan.

1). Sub Model Hidrologi

Model hidrologi ini meliputi: curah hujan, infiltrasi, volume aliran permukaan, dan rerata debit Bang Masang. **Curah hujan.** Data curah hujan harian selama setahun diperoleh dari stasiun penakar curah hujan yang terdapat di lokasi penelitian, kemudian didapatkan rata-rata curah hujan dengan aritmatika. Laju **Infiltrasi** dilakukan pengukuran dengan double ring infiltrometer. Perhitungan digunakan model Horton pada satuan lahan perwakilan.

Pengolahan data Volume Aliran permukaan

Prediksi volume aliran permukaan pada masing-masing tipe penggunaan lahan dapat dilakukan dengan menggunakan metoda Soil Conservation Service (SCS) [3]. Di mana metoda ini dijelaskan dalam bentuk persamaan sebagai berikut :

$$\frac{(P - 0,2 S)^2}{(P + 0,8 S)}$$

dimana Q_p = volume aliran permukaan (mm)
 P_0 = curah hujan (mm)
 R = penahan / retensi air potensial maksimum

bilangan S dapat disubstitusikan dengan persamaan CN (Bilangan Kurva) :

$$S = \frac{1000}{CN} + 10$$

$$S = \frac{1000}{CN} - 10$$

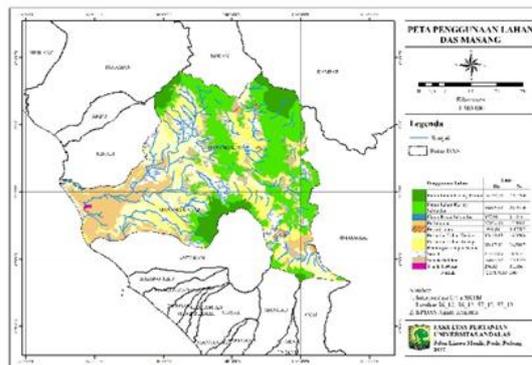
CN = yaitu suatu indeks yang menyatakan pengaruh bersama tanah, penggunaan tanah, perlakuan terhadap tanah pertanian, keadaan hidrologi dan kandungan air tanah sebelumnya (Bilangan Kurva Aliran Permukaan).

Selanjutnya [4], bilangan Kurva ditentukan berdasarkan klasifikasi tanah, klasifikasi kompleks penutup tanah dan

kandungan air tanah sebelumnya. SCS telah mengembangkan suatu sistem klasifikasi tanah yang mengelompokkan tanah ke dalam empat kelompok, dimana pengelompokannya berdasarkan karakteristik tanahnya beserta angka infiltrasi minimumnya. untuk menentukan nilai CN tersebut. Sedangkan penggunaan tanah pertanian dibagi ke dalam tindakan yang diberikan seperti penanaman menurut kontur atau pembuatan teras. Kondisi hidrologi mencerminkan tingkat pengelolaan tanah yang dibedakan kedalam kelompok buruk, sedang, baik. Kandungan air tanah sebelumnya mempengaruhi volume dan laju aliran permukaan.

3). Sub Model Agroteknologi

Pemilihan agroteknologi pada masing-masing tipe penggunaan lahan dapat dilakukan dengan menggunakan model erosi USLE (*Universal Soil Loss Equation*) [5] dan TSL yang dikembangkan oleh [6].



Gbr 1. Peta Sub DAS Masang Besar Kab.Agam Sumatera Barat

Erosi

Tujuan utama dari model erosi adalah untuk melakukan prediksi erosi dari sebidang tanah, yaitu memperkirakan laju erosi yang akan terjadi dari tanah yang dipergunakan dalam penggunaan lahan dan pengelolaan tertentu [7]. Jika laju erosi yang akan terjadi telah dapat diperkirakan dan laju erosi yang masih dapat ditoleransikan sudah dapat ditetapkan, maka dapat ditentukan kebijaksanaan penggunaan lahan dan tindakan konservasi tanah yang diperlukan agar tidak terjadi kerusakan tanah dan dapat dipergunakan secara produktif dan lestari.

Persamaan umum yang digunakan untuk menduga besarnya erosi adalah persamaan

umum kehilangan tanah atau USLE. Persamaan tersebut adalah:

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

dimana:

A = besarnya erosi yang terjadi (ton/ha/tahun)

R = faktor erosivitas hujan

K = faktor erodibilitas tanah

LS = faktor topografi yaitu panjang lereng (L) dan kemiringan lereng (S)

C = faktor pengelolaan tanaman

P = faktor tindakan konservasi tanah

Faktor Erosivitas Hujan, diperoleh dari persamaan berikut:

$$R = 10 \cdot (EI_{30})$$

$$EI_{30} = 6,19 (CH_{bln})^{1,21} \cdot (HH)^{-0,47} \cdot (Ch_{maks})^{0,53}$$

dimana:

EI₃₀ = indeks erosivitas hujan

CH_{bln} = curah hujan rata-rata bulanan (cm)

HH = hari hujan (hari)

Ch maks = curah hujan maksimum selama 24 jam (mm)

dimana:

Faktor Erodibilitas Tanah. Ditetapkan dengan menggunakan persamaan:

$$100 \cdot K = 1,92 [2,1 M^{1,14} (10^{-4}) (12-x)] + 3,25 (y-2)^{0,5}$$

dimana:

K = erodibilitas tanah

x = persentase pasir sangat halus dan diameter 0,1 – 0,05 dan 0,05 – 0,02 mm

y = persentase liat

z = persentase bulan organik (% c x 100)

M = kode struktur tanah (Tabel 12)

N = kelas permeabilitas tanah (Tabel 13)

Faktor Lereng.

Pendekatan faktor lereng yaitu panjang lereng (L) dan kemiringan lereng (S), dihitung secara bersama-sama. Menurut [8] dan [7],

untuk suatu tanah dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$LS = 100 (0,138 + 0,0965 S + 0,0138 S^2) \cdot 5$$

dimana:

L = panjang lereng (m)

S = kemiringan lereng (m)

Faktor Tanaman dan Pengelolaannya.

1. Dilakukan pengamatan dan pengukuran terhadap keadaan lahan.

a. Pengukuran luas lahan yang akan dikelola.

b. Pengukuran kadar organik dalam tanah.

2. Dilakukan pengamatan dan pengukuran terhadap keadaan lahan.

a. Pengukuran luas lahan yang akan dikelola.

b. Pengukuran kadar organik dalam tanah.

Faktor ini ditentukan oleh jenis tanaman serta pengelolaannya atau pola tanam dalam setahun pertanaman.

Faktor Tindakan Konservasi Tanah.

Faktor tindakan konservasi tanah adalah besarnya erosi dari tanah dengan suatu tindakan konservasi tertentu terhadap besarnya erosi dari tanah yang diolah menurut arah lereng [7], termasuk dalam tindakan konservasi adalah penanaman dalam strip, pengolahan tanah menurut kontur, guludan dan teras. Nilai untuk berbagai tindakan konservasi tanah.

TSL (Tolerable Soil Loss) atau erosi yang dapat ditoleransikan, ditetapkan dengan menggunakan persamaan yang dikemukakan oleh Hamer (1981), sebagai berikut:

$$TSL = \frac{DE - D_{min}}{T} + \text{Laju Pembentukan Tanah.}$$

dimana:

TSL : erosi yang dapat ditoleransikan (mm/tahun)

DE : kedalaman ekivalen, diperoleh dari perkalian nilai faktor kedalaman dengan kedalaman efektif tanah.

D_{min} : kedalaman tanah minimum yang diperlukan untuk perkembangan perakaran suatu jenis tanaman

T : umur guna lahan

Untuk menjaga agar penggunaan lahan dapat dipergunakan secara lestari, maka nilai pendugaan erosi (A) harus ditekan menjadi sama atau lebih kecil dari TSL, dengan cara menerapkan pola tanam (C) dan teknik konservasi tanah (P).

4). Sub Model Sediment

Sediment diperkirakan dengan model [9] yaitu dengan sediment deliver ratio (SDR) dari potensi erosi dari masing-masing penggunaan lahan. Dugaan sediment yang masuk ke alur sungai diduga berdasarkan perhitungan SDR adalah: SDR x Erosi dari masing-masing penggunaan lahan.

5). Optimasi Sumberdaya Lahan DAS

Selanjutnya dilakukan analisis parameter teknis dengan model Program Sasaran Ganda (PSG) untuk optimasi konservasi lahan secara menyeluruh di DAS Masang, yang bertujuan untuk menekan volume aliran permukaan



sebagai penyebab banjir maka perlu dilakukan optimalisasi lahan dengan membuat beberapa skenario land use yang didasarkan pada: aliran permukaan yang di inginkan, erosi kecil dari erosi ditoleransikan, dan sedimen, kemudian dianalisis dengan **model Program Sasaran Ganda (PSG)** supaya didapatkan suatu keputusan yang simultan dengan pertimbangan beberapa parameter sekaligus.

[10] Ciri utama pemograman sasaran ganda adalah : (1) sasaran-sasaran yang ingin dicapai diberi urutan prioritas, setidaknya dalam skala ordinal; (2) pemenuhan sasaran dilakukan berdasarkan urutan prioritas, yaitu sasaran dengan prioritas lebih rendah baru diperhatikan bila sasaran dengan lebih tinggi terpenuhi dan (3) sasaran tidak perlu harus terpenuhi secara tepat, tetapi diusahakan sedekat mungkin. Model umum PSG adalah sebagai berikut :

Minimalkan fungsi objektif :

$$Z = \sum_{k=1}^p \sum_{i=1}^m P_k = \sum_{i=1}^m (wk_i - d_i^- + Wk_i^+ d_i^+)$$

dengan syarat ikatan :

1. kendala tujuan/ sasaran :

$$e_j X_j + d_1^- - d_1^+ = b_1$$

2. kendala riel

$$X_j \leq \text{atau} \geq f_k$$

$$e_j \geq 0$$

3. faktor keputusan (pola tanam) ke - j ;

4. koefisien Xj pada kendala sasaran ke- k ;

5. koefisien Xj pada kendala riel ke-k ;

6. target/ tujuan atau target ke-i ;

7. nilai yang diperlukan pada kendala riel ke-k ;

8. keuntungan dari sasaran ke-i ;

9. kehilangan dari sasaran ke-j

10. faktor prioritas ordinal ke - k ;

11. bobot bagi d₁⁻ pada prioritas ke-k ;

12. bobot bagi d₁⁺ pada prioritas ke-k ;

13. m₁ ;

14. n₁ ;

15. mencapai sasaran yang telah

16. maka data yang dikumpulkan

17. dengan Program Sasaran Ganda

dengan menetapkan prioritas dan perumusan modelnya seperti berikut :

Penetapan Prioritas

Untuk mengetahui alokasi optimal penggunaan lahan ditentukan :

- (1) Debit air yang dihasilkan merata sepanjang tahun.
- (2) Erosi tanah yang terjadi lebih kecil atau sama dengan erosi yang ditoleransikan.
- (3) Sedimentasi dari masing-masing satuan lahan.

Perumusan Model

- (1) Kendala Riel

Kendala Riel pada aktivitas usaha tani di wilayah penelitian adalah luas lahan yang dapat ditanami, yakni :

$$X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + \dots + X_n = X$$

- (2) Kendala Riel 1. Alokasi penggunaan lahan pada masing-masing Sub DAS dibatasi oleh total luas areal dari masing-masing Sub DAS (Xj).
- (3) Kendala Riel 2. Alokasi penggunaan lahan untuk sawah dibatasi oleh luas areal lahan yang sesuai untuk budidaya padi sawah pada masing-masing Sub DAS.
- (4) Kendala Riel 3. Alokasi penggunaan lahan kebun dibatasi oleh luas areal lahan yang sesuai untuk kebun pada masing-masing Sub DAS..
- (5) Kendala Sasaran

Kendala Erosi

$$e_1 X_1 + e_2 X_2 + \dots + e_n X_n + d_1^- - d_1^+ = E$$

e = kehilangan tanah atau erosi pada penggunaan lahan dengan berbagai pola tanam Xj (ton/ha/thn).

E = target erosi yang masih dapat dibiarkan (ditoleransikan) dalam (ton/ha/thn)

Tujuan minimumkan d₁⁺

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Aliran Permukaan.

Aliran permukaan adalah bagian dari air hujan yang mengalir (*direct runoff*) ke sungai atau saluran, danau, atau laut. Bentuk aliran permukaan sangat penting artinya dalam proses terjadinya erosi, yang terdispersi dari daerah aliran sungai (DAS).

Aliran permukaan setiap jenis penggunaan lahan dihitung dengan menggunakan metode SCS (Soil Conservation Service). Untuk menghitung nilai volume



aliran permukaan perlu ditentukan nilai bilangan kurva (CN) sehingga dapat dikalkulasikan besar aliran permukaan. Hasil perhitungan volume aliran permukaan seperti pada Tabel 2. Berdasarkan Tabel 2, terlihat bahwa volume aliran permukaan pada sub DAS Masang Besar yang terbesar terjadi pada penggunaan lahan kebun campuran yakni

0,001239 m³/ha/dt. Hal ini disebabkan oleh lahan kebun campuran tersebut kerapatan vegetasi yang rendah, tidak dilakukan tindakan konservasi, dan juga pengaruh sifat tanah yakni laju permeabilitas yang lambat yaitu sekitar 0,43-1,02 cm/jam.

Tabel 2. Volume aliran permukaan tambah pada berbagai penggunaan lahan pada sub DAS Masang Besar Kabupaten Agam Sumatera Barat

Bulan	Curah Hujan	Hutan P	Hutan S	Kebun Campuran	Tegalan	Kb. Sawit	Sawah	Pemukiman
	(m ³ /ha/dt)							
Januari	236.15	0.0008684	0.0008726	0.0008773	0.0008726	0.0008732	0.0008692	0.0008699
Februari	221.01	0.0008119	0.0008161	0.0008207	0.0008161	0.0008167	0.0008127	0.0008134
Maret	229.95	0.0008453	0.0008494	0.0008541	0.0008494	0.0008500	0.0008460	0.0008467
April	317.31	0.0011714	0.0011756	0.0011803	0.0011756	0.0011762	0.0011721	0.0011729
Mei	254.67	0.0009376	0.0009417	0.0009464	0.0009417	0.0009423	0.0009383	0.0009390
Juni	165.35	0.0006041	0.0006082	0.0006129	0.0006082	0.0006089	0.0006049	0.0006056
Juli	208.68	0.0007659	0.0007700	0.0007747	0.0007700	0.0007707	0.0007666	0.0007673
Agustus	286.30	0.0010557	0.0010598	0.0010645	0.0010598	0.0010604	0.0010564	0.0010571
September	237.53	0.0008736	0.0008777	0.0008824	0.0008777	0.0008784	0.0008743	0.0008750
Oktober	327.22	0.0012084	0.0012126	0.0012173	0.0012126	0.0012132	0.0012092	0.0012099
November	333.04	0.0012302	0.0012343	0.0012390	0.0012343	0.0012349	0.0012309	0.0012316
Desember	258.66	0.0009525	0.0009566	0.0009613	0.0009566	0.0009572	0.0009532	0.0009539

Erosi Tanah

Hasil perhitungan besar erosi pada tiap jenis penggunaan lahan perhektar berdasarkan persamaan umum kehilangan tanah (USLE) di Sub DAS Masang Besar seperti pada Tabel 3. Dari Tabel dapat dilihat erosi aktual yang terjadi sebagian besar lebih besar dari erosi yang diperbolehkan. Menurut [1] lahan-lahan yang mempunyai erosi melebihi erosi diperbolehkan sudah termasuk pada kondisi kritis. Di sini pada penggunaan lahan untuk pertanian erosinya lebih kecil daripada erosi yang diperbolehkan. Tingginya erosi yang terjadi di Sub DAS Masang ini dikarenakan oleh praktek usahatani yang tidak menerapkan kaedah konservasi tanah dan air (Tabel 1). Disamping itu lahan hutan pada Sub DAS ini sudah sempit, terutama hutan primer. Pada lahan hutan merupakan sebagai pelindung penatur tata air di DAS. Laju erosi yang terjadi pada lahan hutan. Besar erosi yang terjadi yakni 1,78-11,92 t/ha/th dan erosi lebih rendah dari erosi yang ditoleransikan 20 t/ha/th. Hasil penelitian [11] pada sub DAS Limau Manis pada DAS

Kuranji Kota Padang, juga menunjukkan bahwa mencirikan alternative agroteknologi dalam pengelolaan lahan dan mengikuti kaedah konservasi dapat menekan erosi dan sedimentasi.

Sedimentasi

Perhitungan sediment dapat dilakukan dengan cara SDR, pada ketiga sub-sub DAS di Sub DAS Masang. Besar sedimen pada sub-sub DAS tersebut seperti pada Tabel. Dari beberapa tipe penggunaan lahan perkampungan, tegalan dan kebun campuran memberikan kontribusi pasokan sediment yang besar ke hilir sungai yakni 43 -164,75 t/ha/th. Hal ini disebabkan oleh erosi yang berasal dari lahan perkampungan, tegalan dan kebun campuran relative tinggi. Sedangkan yang paling kecil adalah lahan sawah dan hutan primer. Hal ini bearti lahan sawah dan hutan efektif dalam mengendapkan kembali kehilangan tanah akibat erosi. Faktor utama yang berperan disitu adalah terastering sawah dan vegetasi penutup tanah hutan.

Tabel 3. Erosi dan sedimentasi pada beberapa penggunaan lahan pada sub DAS Masang Besar di Sub DAS Masang Kabupaten Agam Sumatera barat.

Data Guna Lahan	Luas (ha)	Erosi (t/ha/th)	SDR (%)	Sedimen (t/ha/th)
Hutan Primer	7,381.00	3.56	0.13	0.46
Hutan Sekunder	62,260.00	139.9	0.049	6.86

Tegalan	46,082.90	438.44	0.085	37.27
Kebun Campuran	14,513.00	394.86	0.11	43.43
Perkampungan	1,168.61	1,098.32	0.15	164.75
Sawit	10,343.00	33.03	0.11	3.63
Sawah	10,241.77	1.53	0.11	0.17

Analisis Penggunaan Lahan Konservasi Optimal

Analisis penggunaan lahan optimal bertujuan untuk melihat pengaruh dari komposisi penggunaan lahan terhadap biofisik (debit sungai, erosi dan sedimentasi) di DAS Masang. Alat yang dipakai dalam analisa optimum ini adalah program sasaran ganda (PSC), dengan urutan prioritas dan kendala dari beberapa skenario penggunaan lahan pada Sub DAS Masang Besar pada DAS Masang.

Fungsi Kendala dan Peubah Keputusan

Fungsi kendala dalam analisis ini dibedakan menjadi kendala riil dan kendala sasaran. Fungsi kendala riilnya adalah sumberdaya lahan, luasan penggunaan lahan, tipe lahan yang sulit dialih gunakan dan luas Sub DAS. Sedangkan fungsi kendala sasannya ialah debit air, erosi, dan sedimentasi, pada Sub DAS Masang Besar. Urutan prioritas masing-masing fungsi kendala disajikan pada Metode Penelitian dan seluruh fungsi kendala riil dimasukkan kedalam untuk setiap Sub DAS adalah sebagai berikut:

Sub DAS Masang (151,990.28 ha).

- X1 Luasan Primer
- X2 Luasan sekunder
- X3 Luasan kebun campuran
- X4 Luasan Tegalan
- X5 Luasan Perkampungan
- X6 Luasan Sawah
- X7 Luasan Sawit

Skenario Alokasi Penggunaan Lahan Optimal pada Sub DAS Masang Besar di DAS Masang

Model yang di desain pada Sub DAS Masang Besar sebagai daerah Kajian adalah untuk melihat konsekwensi dari dampak kebijakan tata guna lahan pada Sub DAS Masang Besar, artinya model ini bukan untuk menetapkan suatu kebijakan pada Sub DAS

Masang Besar. Dampak dari kebijakan tata guna lahan tersebut adalah terhadap debit air, erosi, dan sedimentasi pada sungai Masang. Oleh karena itu skenario yang di desain dalam kajian ini bertujuan bahwa model dapat melihat dampak-dampak dari kebijakan tata guna lahan pada Sub DAS Masang Besar.

Pada kajian ini diajukan skenario tata guna lahan yang bertitik tolak pada konsep konservasi di Sub DAS Masang Besar.

Fungsi Kendala Sasaran.

1. Debit Air
 - Volume aliran permukaan/hektar/detik setiap jenis penggunaan lahan sebagai koefisien peubah keputusan (m³/ha/detik).
 - Nilai sebelah kanan adalah rerata tahunan di out let Sub DAS yang berasal dari wilayahnya (m³/detik).
2. Erosi
 - Kehilangan tanah pada penggunaan lahan (t/ha/th) sebagai koefisien peubah keputusan.
 - Nilai sebelah kanan (target) adalah besar erosi yang diperkenankan kali luas sub DAS (t/th)
3. Sedimentasi
 - Sedimen sediment yang diangkut oleh aliran permukaan atau air sungai dapat ditinjau dari sumber eksternalnya yakni akibat adanya erosi dari masing-masing penggunaan lahan di bagian hulu. Perhitungan sediment dapat dengan cara SDR dan didapatkan sediment masing-masing penggunaan lahan (t/ha/th) sebagai koefisien teknis. Pada persamaan nilai sebelah kanan adalah target (sediment yang direncanakan) t/th.

Hasil iterasi dari dua skenario pada paper ini adalah sebagai berikut:

Dari hasil analisis alokasi penggunaan lahan konservasi optimal berdasarkan scenario I disajikan iteratifnya pada Tabel 4 dan hasil fungsi objektifnya pada Tabel 5. Pada



scenario I ini kendala luasan lahan hutan dibatasi sebesar 30 persen dari wilayah sub-DAS. Ketentuan ini berdasarkan peraturan Menteri Pertanian

No.837/Kpts/Um/1980, tentang keberadaan lahan hutan sebesar 30 persen di wilayah DAS.

Tabel 4. Alokasi penggunaan lahan secara optimal menurut scenario I pada sub DAS Masang Besar Kabupaten Agam Sumatera Barat Skenario I

Penggunaan Lahan	Luas (ha)
Hutan primer	45,597
Hutan sekunder	62,000
Kebun campuran	18,513
Tegalan	7,300
Perkampungan	1168.61
Sawit	10,343
Sawah	10,200

Tabel 5. Hasil fungsi objektif menurut skenario I

Nomor prioritas	Kelebihan dan kekurangan
1	- 66.59
2	0
3	0

Hasil dari analisis alokasi lahan tersebut pada sub DAS Masang Besar menunjukkan bahwa aliran permukaan dapat ditekan (0,66-0,9 m/dt) di bawah rerata tahunan dan banyak air menjadi diserap oleh tanah, hal ini menjadi indicator bahwa fluktuasi debit dapat diperkecil. Sedangkan erosi yang terjadi pada sub-DAS Masang Besar dapat ditekan atau mencapai target. Demikian juga dengan

sediment yang terjadi sesuai dengan dengan target.

Sedangkan berdasarkan hasil iterasi skenario II, maka skenario II ini dengan rancangan penggunaan lahan menaikkan luas hutan menjadi 150 persen mengurangi luasan tegalan 50 persen dan menerapkan sistem konservasi tanah dan air (Tabel 6).

Tabel 6. Alokasi penggunaan lahan secara optimal menurut skenario II pada Sub DAS Masang Besar Kabupaten Agam Sumatera Barat

Penggunaan Lahan	Luas (ha)
Hutan primer	18.071,50
Hutan sekunder	69.773,00
Kebun campuran	2913,00
Tegalan	22.784,95
Perkampungan	1168,61
Sawit	22.964,43
Sawah	10.241,77

Tabel 7. Hasil fungsi objektif menurut skenario II

Nomor prioritas	Kelebihan dan kekurangan
1	112.465.538
2	15.918.817,32
3	1.682.578.643

Hasil analisis alternative penggunaan lahan yang disajikan pada Tabel 6 dan hasil fungsi objektif pada Tabel 7. Dalam

alternative ini kendala luas lahan hutan primer dibatasi dengan menaikkan luasan dari 7.381 ha menjadi atau 11.071,50 ha (50 %) dari luasan hutan yang ada sekarang ini. Peningkatan

luas hutan ini berdasarkan pertimbangan bahwa hutan sangat baik dalam hal menahan aliran permukaan sehingga dapat mengurangi laju erosi dan disamping itu hutan paling sesuai dengan berbagai bentuk kemiringan lahan.

Dalam alokasi penggunaan lahan dalam alternatif ini terjadi pengkonversian sebagian lahan Regalan menjadi hutan, dan meningkatkan kerapatan intensitas tanaman pada kebun campuran. Akibatnya luasan lahan tegalan dikurang sebesar 50 persen. Pertimbangan pengurangan luasan lahan tegalan karena besarnya aliran permukaan dan erosi yang terjadi pada lahan ini. Namun dengan meningkatkan luasan hutan dan mengurangi tegalan aliran permukaan yang mensuplai air sungai masih lebih tinggi dari target yakni 112

m³/at, erosi sudah dapat tekan dari kondisi biotik sekarang (134,012,198.27 t/ha) menjadi 5.918.817, 32 t/ha) (Tabel) akan tetapi masih lebih tinggi dari dari erosi yang ditargetkan.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian optimasi sub DAS yang Besar, maka dapat diambil simpulan sebagai berikut;

Hasil prediksi aliran permukaan, erosi dan sedimentasi yang terjadi terjadi tergolong tinggi dan melampaui erosi yang diperbolehkan.

Didakan alternatif konservasi tanah telah dapat menekan erosi tanah dibawah batas toleransi

Berdasarkan analisis LGP maka arahan penggunaan lahan yang optimal adalah dengan mengacu keaturan menteri Menteri Peraturan No.837/Kpts/Um/ 1980, tentang keberadaan lahan hutan sebesar 30 persen di wilayah DAS.

REFERENSI

Achdi, K.,1982, Kriteria lahan kritis dalam rangka program pelestarian hutan tanah dan air (PHTA) Proyek pusat pengembangan DAS. Solo

Agarwal, 2011, Prediksi Erosi Dan Sedimentasi Pada Berbagai Penggunaan Lahan Di Sub Das Masang Bagian Hulu Kabupaten Agam. J. Solum Vol. VIII Jan 2011 (11-18)

[3] Sigh.V.P., 1992, *Elementary Hydrology Englewood Cliff*, New Jersey.

[4] Schwab, G. O., R. K. Frevert, T. W. Edminster and K. K. Barnes, 1981, *Soil and Water Conservation Engineering* Ed.3. John Wiley & Sons, Inc., New York.

[5] Wischmeier, W. H. and D. P. Smith, 1978, *Predicting Rainfall Erosion Losses A Guide to Conversation Planning USDA Agric. Handbook No. 53.*

[6] Hamer, W. I., 1982, *Final Soil Conversation Consultant Report*, Tech. Note No. 26 Centre for Soil Research, Bogor.

[7] Arsyad, S., 1989, *Konversi Tanah dan Air*, IPB Press, Bogor.

[8] Morgan, R. P. C., 1979, *Soil Erosion*. Longman Group Ltd., New York.

[9] Robinson, A. R., 1979, Sediment Yield as a Function of Upstream Erosion. *SSSA Special Pub.* hal 7-16.

[10] Nasendi, B. D. dan A. Affendi, 1985, *Program Linier dan Variasinya*. PT. Gramedia, Jakarta.

[11] Aprisal dan Junaidi, 2010, Prediksi erosi dan sedimentasi pada berbagai penggunaan lahan di sub DAS Danau Limau Manis pada DAS Kuranji Kota Padang, *J. Solum*, Vol VII, no 1 hal 61-67.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber.
- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan artikel, dan keperluan lain yang tidak bersifat komersial.
- b. Pengutipan tidak diperkenankan untuk tujuan yang sama dengan yang di atas.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan Universitas Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Riau.