

ANALISIS EROSI DAN SEDIMENTASI LAHAN DI SUB DAS PANASEN KABUPATEN MINAHASA

Marizca Monica Rantung

A. Binilang, E. M. Wuisan, F. Halim

Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Sam Ratulangi

email:brikaks_1505@ymail.com

ABSTRAK

Sub DAS Panasen merupakan salah satu sub DAS andalan di Kabupaten Minahasa. Seiring dengan meningkatnya kebutuhan masyarakat, pemanfaatan lahan di Sub DAS Panasen semakin meningkat. Pemanfaatan lahan yang tidak sesuai menyebabkan tanah mudah tererosi dan menyebabkan terjadinya sedimentasi di sungai atau danau Tondano. Oleh sebab itu perlu dilakukan analisis erosi dan sedimentasi lahan pada Sub DAS Panasen, mengingat begitu besarnya peran sub DAS Panasen di Danau Tondano.

Perhitungan laju erosi dan sedimentasi pada penelitian ini menggunakan metode USLE dan MUSLE. Penelitian ini diawali dengan menganalisis beberapa faktor yang dapat menyebabkan erosi seperti curah hujan (R), jenis tanah untuk menentukan nilai erodibilitas tanah (K_{ET}), topografi untuk menghitung faktor kemiringan lereng (LS), pengelolaan lahan dan pengelolaan tanaman untuk memperoleh nilai CP . Pada analisis jumlah sedimentasi faktor erosivitas tanah diganti dengan memperhitungkan debit puncak dan total volume limpasan permukaan.

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan dengan menggunakan metode USLE dan MUSLE maka diperoleh laju erosi di Sub DAS Panasen pada tahun 2011 sebesar 22,05 ton/ha/tahun atau sama dengan 2537,92ton/thn, dan jumlah sedimentasi sebesar 469,06 ton. Hasil analisis yang ada menunjukkan bahwa tidak semua tanah yang terangkat dari permukaan tanah melalui proses erosi, masuk ke danau dan menjadi sedimen.

Kata kunci: erosi, MUSLE, sedimentasi, sub DAS Panasen, USLE.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Sub DAS Panasen merupakan salah satu dari 34 sub DAS yang ada di DAS Danau Tondano yang memiliki peranan penting dalam menyimpan atau menerima air hujan dan membawa air ke sungai Panasen maupun sungai Ranolesi, kemudian dialirkan ke danau Tondano. Sub DAS Panasen merupakan sub DAS yang paling besar di DAS danau Tondano dengan luas 6127.84 ha atau sebesar 61,28 km². Bagian hulu dari sub DAS Panasen terletak di gunung Rindengan dan bagian hilir terletak di desa Tounelet. Letak sub DAS Panasen cukup strategis, dimana masih terdapat begitu banyak lahan yang belum dimanfaatkan untuk pembangunan besar seperti pabrik atau pusat perbelanjaan. Hal ini mendorong masyarakat yang ada untuk memaksimalkan lahan yang ada dengan mengelolanya menjadi lahan

pertanian, perkebunan, sawah setengah teknis, sawah tadah hujan, dan sebagainya untuk menunjang perekonomian masyarakat di daerah tersebut.

Jumlah sedimentasi yang semakin meningkat di sungai Panasen, mendorong masyarakat maupun pemerintah yang ada untuk meminimalisasi jumlah sedimen yang akan masuk ke danau Tondano dengan membangun beberapa cek dam, dan melakukan pembersihan sungai dengan cara mengeruk sedimen yang ada dengan menggunakan alat pengeruk. Tetapi yang menjadi permasalahan saat ini adalah jumlah sedimen akan terus meningkat seiring dengan bertambahnya jumlah erosi yang dihasilkan oleh suatu lahan.

Meningkatnya jumlah erosi dan sedimentasi di sub DAS Panasen akan memberi dampak yang besar bagi danau Tondano, seperti pendangkalan. Oleh sebab itu, perlu dilakukan sebuah analisis laju erosi

dan sedimentasi lahan di sub DAS Panasen untuk memberi informasi kepada masyarakat yang ada mengenai tingkat erosi dan sedimentasi yang dihasilkan oleh masing-masing tata guna lahan yang ada di Sub DAS Panasen.

Perumusan Masalah

Erosi yang terjadi terus-menerus disepanjang sub DAS Panasen dapat menyebabkan terjadinya peningkatan laju sedimentasi di sub DAS Panasen.

Batasan Masalah

Penelitian ini dibatasi pada:

1. Lokasi penelitian dilakukan di sub DAS Panasen
2. Analisis besaran erosi menggunakan metode USLE (*Universal Soil Loss Equation*).
3. Analisis besaran sedimen menggunakan metode MUSLE (*Modified Universal Soil Loss Equation*).

Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis laju erosi dan menganalisis jumlah sedimentasi lahan di sub DAS Panasen.

Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah untuk memberikan informasi kepada masyarakat dan pemerintah mengenai laju erosi dan jumlah sedimentasi yang terjadi di Sub DAS Panasen, sehingga setiap pihak yang terkait dapat memaksimalkan dan mengefektifkan pemanfaatan lahan di daerah penelitian.

LANDASAN TEORI

Pengertian dan Dampak Erosi

Erosi adalah peristiwa berpindahnya atau terangkutnya tanah atau bagian-bagian tanah dari suatu tempat ke tempat lain oleh media alami. Pada peristiwa erosi, tanah atau bagian-bagian tanah pada suatu tempat terkikis dan terangkut yang kemudian diendapkan ditempat lain. Pengikisan dan pengangkutan tanah tersebut terjadi oleh media alami, yaitu air dan angin (Sitana, 2010).

Erosi oleh angin disebabkan oleh kekuatan angin, sedangkan erosi oleh air ditimbulkan oleh kekuatan air. Di daerah beriklim basah erosi oleh air yang lebih

penting, sedangkan erosi oleh angin tidak begitu berarti. Erosi oleh angin merupakan peristiwa sangat penting di daerah beriklim kering. Indonesia adalah daerah tropika yang umumnya beriklim basah atau agak basah (Sitana, 2010).

Proses erosi tanah yang disebabkan oleh air meliputi tiga tahap yang terjadi dalam keadaan normal di lapangan, yaitu tahap pertama pemecahan bongkah-bongkah atau agregat tanah kedalam bentuk butir-butir kecil atau partikel tanah, tahap kedua pemindahan atau pengangkutan butir-butir yang kecil sampai sangat halus tersebut, dan tahap ketiga pengendapan partikel-partikel tersebut di tempat yang lebih rendah atau di dasar sungai atau waduk.

Erosi menyebabkan hilangnya lapisan tanah yang subur dan baik untuk pertumbuhan tanaman serta berkurangnya kemampuan tanah untuk menyerap dan menahan air. Tanah yang terangkut tersebut akan terbawa masuk sumber air yang dinamai sedimen, dimana sedimen ini akan diendapkan di tempat yang aliran airnya melambat; di dalam sungai, waduk, danau, *reservoir*, saluran irigasi, di atas tanah pertanian dan sebagainya (Sitana, 2010).

Pengertian dan Dampak Sedimentasi

Tanah dan bagian-bagian tanah yang terangkut oleh air dari suatu tempat yang mengalami erosi pada suatu daerah aliran sungai (DAS) dan masuk ke dalam suatu badan air secara umum disebut sedimen. Sedimen yang terbawa masuk ke dalam sungai hanya sebagian saja dari tanah yang tererosi dari tempatnya. Sebagian lagi dari tanah yang terbawa erosi akan mengendap pada suatu tempat di lahan di bagian bawah tempat erosi pada DAS tersebut (Sitana, 2010).

Sedimen yang dihasilkan oleh proses erosi dan terbawa oleh aliran air akan diendapkan pada suatu tempat yang kecepatan airnya melambat atau terhenti. Peristiwa pengendapan ini dikenal dengan peristiwa atau proses sedimentasi, yaitu proses yang bertanggungjawab atas terbentuknya dataran-dataran alluvial yang luas dan banyak terdapat di dunia, merupakan suatu keuntungan oleh karena dapat memberikan lahan untuk perluasan pertanian atau permukiman (Sitana, 2010).

Dampak lainnya dari proses sedimentasi di sungai adalah terjadinya pengendapan sedimen di dasar sungai yang menyebabkan naiknya dasar sungai, kemudian menyebabkan tingginya muka air sehingga berakibat sering terjadi banjir yang menimpa lahan-lahan yang tidak dilindungi. Erosi tanah tidak hanya berpengaruh negatif pada lahan dimana terjadi erosi, tetapi juga di daerah hilirnya dimana material sedimen diendapkan. Banyak bangunan-bangunan sipil di daerah hilir akan terganggu, saluran-saluran, jalur navigasi air, waduk-waduk akan mengalami pengendapan sedimen. Disamping itu kandungan sedimen yang tinggi pada air sungai juga akan merugikan pada penyediaan air bersih yang bersumber dari air permukaan, biaya pengelolaan akan menjadi lebih mahal (Suripin, 2001).

Analisis Laju Erosi dengan Metode USLE Uji Signifikansi

Praktek-praktek bercocok tanam bersifat merubah keadaan penutupan lahan, oleh karenanya dapat mengakibatkan terjadinya erosi permukaan pada tingkat atau besaran yang bervariasi. Oleh karena besaran erosi yang berlangsung ditentukan oleh intensitas dan bentuk aktivitas pengelolaan lahan tersebut perlu dilakukan. Dari beberapa metode untuk memperkirakan besarnya erosi permukaan, metode *Universal Soil Loss Equation (USLE)* yang dikembangkan oleh Wischmeir dan Smith (1978) adalah metode yang paling umum digunakan untuk memperkirakan besarnya erosi. USLE adalah suatu model erosi yang dirancang untuk memprediksi erosi rata-rata jangka panjang dari erosi lembar atau alur dibawah keadaan tertentu. Metode ini juga bermanfaat untuk tanah tempat bangunan dan penggunaan non-pertanian, tetapi metode ini tidak dapat memprediksi pengendapan dan tidak memperhitungkan hasil sedimen dari erosi parit, tebing sungai, dan dasar sungai (Sitanala, 2010).

Laju tingkat erosi di daerah hulu sub DAS Panasen dihitung dengan menggunakan model prediksi erosi USLE dengan persamaan empiris berikut :

$$Ea = R \cdot K_{ET} \cdot L_{PL} \cdot S_{KL} \cdot C_{PT} \cdot P_{PL} \quad (1)$$

Dimana :

- Ea = erosi total (ton/ha/tahun)
- R = indeks erosivitas hujan (cm)
- K_{ET} = faktor erodibilitas tanah

- L_{PL} = faktor panjang lereng (m)
- S_{KL} = faktor kemiringan lereng (%)
- C_{PT} = faktor pengelolaan tanaman
- P_{PL} = faktor pengelolaan lahan

Pada metode USLE, perkiraan besarnya erosi adalah dalam kurun waktu per tahun (tahunan) dan, dengan demikian, harga rata-rata faktor R dihitung dari data curah hujan tahunan sebanyak mungkin (Asdak, 1995). Karena terbatasnya penyebaran penakar hujan otomatis, maka Lenvain (1975), dalam Bols, (1978) telah mencoba dan mendapatkan metode lain untuk menentukan nilai erosivitas hujan dengan menggunakan data curah hujan yang umumnya tersedia dengan persamaan sebagai berikut :

$$R = 2,23 \cdot P^{1,98} \quad (2)$$

Dimana :

P = curah hujan bulanan (cm)

Faktor indeks topografi L_{PL} dan S_{KL}, masing-masing mewakili pengaruh panjang dan kemiringan lereng terhadap besarnya erosi dan aliran permukaan. Panjang lereng mengacu pada aliran permukaan, yaitu lokasi berlangsungnya erosi dari kemungkinan terjadinya deposisi sedimen, pada umumnya kemiringan lereng diperlakukan sebagai faktor yang seragam (Asdak, 1995).

Dalam prakteknya nilai L_{PL} dan S_{KL} dihitung sekaligus berupa faktor LS. LS adalah rasio antara besarnya erosi dari sebidang tanah dengan panjang lereng dan kecuraman tertentu terhadap besarnya erosi dari tanah (Sitanala, 2010). Untuk nilai panjang dan kemiringan lereng ditentukan dengan menggunakan Tabel 1 berdasarkan topografi dan jenis tata guna lahan yang ada. Setelah itu nilai LS untuk kemiringan lereng kurang dari 20% dianalisis dengan menggunakan persamaan :

$$LS = L_{PL}^{1/2} (0,00138 S_{KL}^2 + 0,00965 S_{KL} + 0,0138) \quad (3)$$

Dimana :

- L_{PL} = panjang lereng (m)
- S_{KL} = kemiringan lereng (%)

Untuk lereng lebih besar dari 20%, digunakan persamaan :

$$LS = \left(\frac{l}{22}\right)^z c (\cos \alpha)^{1,5} [0,5 (\sin \alpha)^{1,25} + (\sin \alpha)^{2,25}] \quad (4)$$

Dimana :

- z = 0,5 untuk lereng 5% atau lebih
- = 0,4 untuk lereng 3,5 – 4,9 %
- = 0,3 untuk lereng 3,5 %
- c = 34,71

α = sudut/kemiringan lereng

Tabel 1 : Panjang Lereng pada Beberapa Penggunaan Lahan

Penggunaan Lahan / Tanaman	Panjang lereng (m)
Padi sawah	40,0
Jagung/Tegalan/pertanian lahan kering	1,0
Sayuran/Tegalan	1,0
Perkebunan dengan tutupan baik	40,9
Penggunaan Lahan / Tanaman	Panjang lereng (m)
Hutan Sekunder	58,0
Hutan Alam	58,0
Campuran Perkebunan-tegalan	20,9
Perkebunan Campuran	20,9
Pemukiman	25,0
Rawa	50,0

Sumber : Laporan Akhir Investigasi Kualitas Air Sungai dan Danau Tondano

Nilai erodibilitas tanah (K_{ET}), faktor pengelolaan tanaman (C_{PT}), faktor pengelolaan lahan (P_{PL}) ditentukan dengan menggunakan Tabel 2, Tabel 3, dan Tabel 4.

Tabel 2 : Indeks Erodibilitas

Jenis Tanah	Bahan Induk	K_{ET}
Haplorthox	Tufa Volkan	0,03
Trophothent	Batu liat berkapur	0,14
Chromudert	Napal	0,27
Tropodults	Batu liat	0,16
Tropohumult	Tufa volkan	0,10
Dystropept	Breksi berkapur	0,23
Humitropepts		0,15
Tropudalfs	Breksi berkapur	0,22
Tropaqupets	Halus berlempung	0,20
Eutropepts	Tufa Gampingan	0,16
Eutrandedpts	-	0,22

Sumber : Chay Asdak (1995)

Tabel 3 : Nilai faktor C_{PT} (pengelolaan tanaman)

Macam penggunaan lahan	Nilai Faktor C_{PT}
Padi sawah	0.010
Tanaman sayuran/Tegalan	0.700
Perkebunan dengan tutupan baik	0.245
Hutan dengan tutupan kurang	0.027
Hutan dengan tutupan kurang	0.005

Hutan dengan tutupan baik	0.001
Campuran perkebunan – Tegalan sayuran	0.364
Campuran perkebunan – Tegalan jagung, dll	0.136
Pemukiman	0.180
Rawa	0.010

Sumber : Laporan Akhir Investigasi Kualitas Air Sungai dan Danau Tondano

Tabel 4 : Nilai faktor P_{KL} Untuk Berbagai Tindakan Konservasi Tanah

No	Tindakan khusus konservasi tanah	Nilai P_{KL}
1.	Padi sawah	0.040
2.	Jagung/Tegalan	0.150
3.	Perkebunan	0.405
4.	Hutan sekunder	1.000
5.	Hutan Alam	1.000
6.	Campuran Perkebunan-tegalan sayuran	0.269
7.	Campuran Perkebunan-tegalan jagung, dll	0.269
8.	Campuran Perkebunan-tegalan jagung, dll	0.269
9.	Pemukiman	0.150
10.	Pemukiman	0.150
11.	Rawa	1.000

Sumber : Laporan Akhir Investigasi Kualitas Air Sungai dan Danau Tondano

Perhitungan Jumlah Sedimen dengan Metode MUSLE

Untuk menduga hasil sedimen dari sub DAS Panasen digunakan metode MUSLE (*Modified Universal Soil Loss Equation*), yang merupakan pengembangan dari metode USLE. MUSLE tidak menggunakan faktor energi hujan sebagai penyebab terjadinya erosi melainkan menggunakan faktor limpasan permukaan, sehingga MUSLE tidak memerlukan faktor *sediment delivery ratio* (SDR), karena nilainya bervariasi dari satu tempat ke tempat lainnya. Faktor limpasan permukaan mewakili energi yang digunakan untuk penghancuran dan pengangkutan sedimen. Persamaan MUSLE dapat dituliskan dalam bentuk sebagai berikut (Suripin, 2001) :

$$SY = 11,8 (Q_p \cdot V_Q)^{0,56} \cdot K.L.S.C_{PT}.P_{KL} \quad (5)$$

Dengan :

SY= hasil sedimen tiap kejadian hujan (ton)
 V_Q = volume aliran pada suatu kejadian hujan (m^3)

Q_p = debit puncak (m^3/dtk)

Menurut Suripin (2003), untuk DAS dengan tata guna lahan yang tidak homogen

nilai debit puncak (Q_p) dapat dihitung dengan persamaan:

$$Q_p = 0.00278 I \sum C_i A_i \quad (6)$$

Dengan :

C_i =koefisien aliran permukaan jenis penutup tanah i

A_i = luas lahan dengan jenis penutup tanah i

I = intensitas hujan (mm/jam)

Volume aliran pada suatu kejadian hujan (V_Q) dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$V_Q = P_e \times \text{luas daerah aliran sungai} \quad (7)$$

METODOLOGI PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Secara geografis bagian hulu sub DAS Panasen terletak pada $1^{\circ}8'46.15''$ LU dan $124^{\circ}46'35.26''$ BT. Untuk bagian hilir sub DAS Panasen terletak pada $1^{\circ}11'9.53''$ LU dan $124^{\circ}53'5.80''$ BT. Sub DAS Panasen meliputi kecamatan Tompasso, kecamatan Langowan Utara, kecamatan Langowan Timur, dan Kecamatan Langowan Barat, dimana luas daerah sub DAS Panasen adalah 6127.84 ha atau 61,28 km.

Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode survei dan analisis data sekunder. Peneliti melakukan observasi atau survei di lokasi penelitian mulai dari bagian hulu sampai kebagian hilir lokasi penelitian, dimana alat yang digunakan untuk menunjang penelitian ini adalah perahu untuk dapat menyusuri bagian hilir sungai dan kamera untuk mendokumentasikan kegiatan.

Langkah-langkah yang dilakukan dalam proses penelitian adalah sebagai berikut :

1. Studi Literatur

Studi literatur adalah studi kepustakaan guna mendapatkan teori-teori yang berkaitan dengan erosi dan sedimentasi.

2. Pengumpulan data

Pengumpulan data dilakukan dengan mengunjungi instansi-instansi terkait seperti BP DAS Tondano, BMKG Kayuatu, dan Balai Wilayah Sungai Sulawesi I untuk memperoleh data-data yang berhubungan dengan penelitian ini. Data yang dibutuhkan berupa:

- Data curah hujan bulanan untuk 10 tahun terakhir diperoleh dari BMKG Kayuatu.

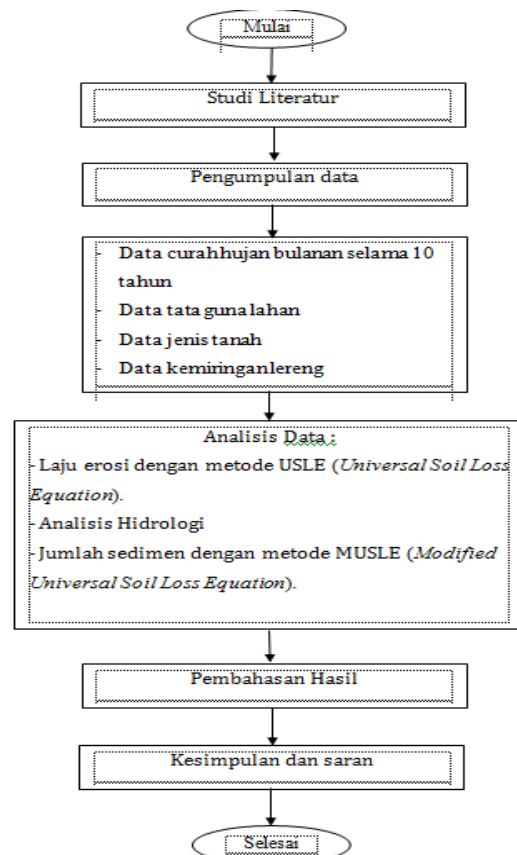
- Data tata guna lahan di sekitar sub DAS Panasen diperoleh dari peta rupa bumi skala 1:50.000 dan dari BP DAS Tondano.

- Jenis tanah yang diamati adalah tanah di di sekitar sub DAS Panasen. Data ini diperoleh dari peta rupa bumi dengan skala 1:50.000 dan dari BP DAS Tondano.

- Data kemiringan lereng atau topografi di dapat dari peta rupa bumi dengan skala 1:50.000 dan dari BP DAS Tondano.

3. Analisis data dan pembahasan

Untuk memperoleh laju erosi dan jumlah sedimentasi di sub DAS Panasen, peneliti melakukan analisis data sekunder untuk memperoleh beberapa parameter yang dibutuhkan seperti jenis tanah, jenis pengelolaan lahan, jenis tanaman, dan kemiringan lereng. Jenis tanah pada suatu tata guna lahan ditentukan dengan menggabungkan atau menumpang tindih peta tata guna lahan dengan peta jenis tanah.



Gambar1 :BaganAlirPenelitian

Demikian halnya dengan menentukan kemiringan lereng suatu tata guna lahan, dilakukan dengan menggabungkan peta tata guna lahan dengan peta kemiringan lereng. Data curah hujan digunakan untuk menghitung nilai erosivitas hujan, menghitung nilai debit puncak dan volume limpasan permukaan. Metode yang digunakan untuk menghitung laju erosi adalah metode USLE, sedangkan untuk menghitung jumlah sedimentasi lahan dengan menggunakan metode MUSLE.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Laju erosi di suatu daerah atau suatu lahan dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti curah hujan, tata guna lahan, jenis tanah, cara pengelolaan lahan, jenis tanaman, kemiringan lereng dan panjang lereng. Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan, diperoleh bahwa lahan dengan jenis tata guna lahan pertanian lahan kering campur semak menghasilkan nilai laju erosi yang paling tinggi dimana untuk pertanian lahan kering untuk jenis tanah *Humitropepts*= 663,37 ton/thn dan untuk pertanian lahan kering untuk jenis tanah *Tropaquepts* = 560,05 ton/thn. Dengan menggunakan metode yang sama yaitu metode USLE maka laju erosi di Sub DAS Panasen berdasarkan tata guna lahan yang ada pada tahun 2011 = 2537,92 ton/thn. Laju erosi lahan di sub DAS Panasen berdasarkan

tata guna lahan yang ada dapat dilihat pada Tabel 5.

Untuk menghitung jumlah sedimentasi yang terjadi di Sub DAS Panasen, digunakan metode MUSLE yang merupakan pengembangan dari metode USLE. Pada metode ini faktor erosivitas hujan atau daya jatuh hujan diganti dengan menghitung nilai debit puncak (Q_p) dan nilai volume limpasan permukaan (V_Q).

Untuk menghitung debit puncak maka dilakukan analisis hidrologi untuk menentukan curah hujan rencana dan data yang digunakan dalam analisis hidrologi ini adalah data curah hujan harian maksimum tahunan. Dalam analisis hujan rencana harus dilakukan perhitungan menentukan jenis sebaran data dilakukan analisis distribusi peluang dan berdasarkan hasil dari perhitungan parameter statistik diperoleh bahwa parameter statistik data curah hujan tidak sesuai untuk distribusi Normal, Log Normal dan Gumbel, sehingga data yang ada mengikuti tipe distribusi Log Pearson III. Namun mengingat perbedaan antara parameter statistik hasil pengujian tidak begitu besar, maka perlu dilakukan uji kecocokan distribusi data curah hujan terhadap fungsi distribusi peluang, sehingga dilakukan uji kecocokan dengan metode *Smirnov Kolmogorov* dan hasil dari pengujian tersebut menunjukkan bahwa semua tipe sebaran (Normal, Log Normal, Gumbel dan Log Pearson III) memenuhi

Tabel 5. Analisis Laju Erosi Lahan yang Dihasilkan di Sub Das Panasen Tahun 2011

No.	Tata guna lahan	Luas (ha)	Ea (ton/ha/bulan)												Ea ton/ha/thn	Ea (ton/thn)
			Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sept	Okt	Nov	Des		
1	Hutan lahan kering sekunder	4.76	0.09	0.66	0.20	0.21	0.33	0.10	0.02	0.10	0.26	0.42	0.19	0.12	2.72	12.95
2	Permukiman	230.77	0.05	0.41	0.13	0.13	0.21	0.06	0.02	0.06	0.16	0.26	0.12	0.08	1.69	389.29
3	Pertanian lahan kering	401.86	0.01	0.08	0.02	0.02	0.04	0.01	0.00	0.01	0.03	0.05	0.02	0.01	0.32	128.38
		2215	0.01	0.07	0.02	0.02	0.04	0.01	0.00	0.01	0.03	0.05	0.02	0.01	0.30	663.37
		1402.5	0.01	0.10	0.03	0.03	0.05	0.01	0.00	0.02	0.04	0.06	0.03	0.02	0.40	560.05
4	Pertanian lahan kering campur semak	50	0.20	1.54	0.47	0.49	0.78	0.23	0.06	0.24	0.59	0.98	0.45	0.29	6.33	316.57
		51.32	0.19	1.44	0.44	0.46	0.73	0.21	0.05	0.23	0.56	0.92	0.43	0.27	5.94	304.62
5	Sawah	961.78	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	21.15
		448.75	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	12.34
6	Semak belukar	51.875	0.01	0.04	0.01	0.01	0.02	0.01	0.00	0.01	0.02	0.03	0.01	0.01	0.18	9.08
		237.895	0.01	0.07	0.02	0.02	0.03	0.01	0.00	0.01	0.03	0.04	0.02	0.01	0.27	63.87
		60.02	0.01	0.06	0.02	0.02	0.03	0.01	0.00	0.01	0.02	0.04	0.02	0.01	0.26	15.41
7	Tubuh Air	11.31	0.12	0.88	0.27	0.28	0.44	0.13	0.03	0.14	0.34	0.56	0.26	0.16	3.61	40.84
		Total	6127.84	0.71	5.36	1.65	1.71	2.71	0.80	0.20	0.85	2.07	3.43	1.58	0.99	22.05

syarat untuk uji Smirnov Kolmogorov karena memiliki nilai Δ_{max} (selisih peluang terbesar antara distribusi data dan teoritisnya) lebih kecil dari nilai kritis ($Do = 0,41$). Namun yang paling memenuhi adalah tipe distribusi Log Pearson III karena memiliki nilai Δ_{max} yang paling kecil yaitu 0,095. Maka curah hujan rencana dihitung berdasarkan metode Log Pearson III. Berdasarkan analisis yang telah dilakukan maka diperoleh curah hujan rencana untuk T_R 2,5,10,25,50,100 yaitu 107,299 mm, 143,957 mm, 163,609 mm, 184,187 mm, 197,026 mm, dan 208,11 mm.

Dalam menghitung waktu konsentrasi ada digunakan rumus Kirpich (1940) dan diperoleh waktu konsentrasi sebesar 1,98 jam. Intensitas curah hujan rencana dihitung dengan menggunakan rumus Mononobe karena data yang dipakai adalah data curah hujan harian maksimum, maka intensitas curah hujan untuk tahun 2011 diperoleh 19,71 mm/jam dan intensitas hujan berdasarkan periode ulang (T_R) 2, 5, 10, 25, 50, 100 yaitu 23,76 mm/jam, 31,88 mm/jam, 36,23 mm/jam, 40,79 mm/jam, 43,63 mm/jam, 46,09 mm/jam.

Karena penggunaan lahan di Sub DAS Panasen tidak seragam, maka dalam perhitungan koefisien pengaliran dibagi menjadi beberapa bagian sesuai dengan tata guna lahan. Berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilakukan diperoleh nilai koefisien pengaliran (C_iA_i) untuk tata guna lahan hutan lahan kering sekunder (C_1A_1) = 0,1428, permukiman (C_2A_2) = 76,154, pertanian lahan kering (C_3A_3) = 424, pertanian lahan kering campur semak (C_4A_4) = 10,132, sawah (C_5A_5) = 258,59, semak belukar (C_6A_6) = 24,485, dan untuk tubuh air (C_7A_7) = 0,5655.

Dengan menggunakan metode rasional, debit puncak pada tahun 2011 diperoleh 43,5098 m³/det dan untuk memprediksi jumlah sedimentasi dengan kala ulang tertentu maka diperoleh debit puncak dengan $T_R = 2, 5, 10, 25, 50, \text{ dan } 100$ tahun : untuk periode ulang 2 tahun debit puncak (Q_p) = 52,4557 m³/detik, untuk periode ulang 5 tahun = 70,3769 m³/detik, periode ulang 10 = 79,9843 m³/detik, periode ulang 25 tahun = 90,0433 m³/detik, periode ulang 50 tahun = 96,3209 m³/detik, dan untuk periode ulang 100 tahun = 101,7396 m³/detik. Untuk penelitian ini digunakan debit puncak untuk

tahun 2011, untuk mendapat gambaran jumlah sedimentasi yang teraktual

Untuk mendapatkan jumlah sedimentasi di Sub DAS Panasen perlu menghitung volume aliran permukaan yang nantinya akan dikalikan dengan debit puncak yang telah diperoleh sebelumnya. Volume aliran permukaan dipengaruhi oleh jenis tanah dan tata guna lahannya. Oleh sebab itu tata guna lahan diklasifikasikan terlebih dahulu berdasarkan kelompok hidrologi tanah yang ada. Berdasarkan pengklasifikasian tersebut diperoleh nilai CN Tertimbang dimana nilai CN (%) yang ditentukan berdasarkan jenis tanah dan tata guna lahan dikalikan dengan luas tata guna lahan (km). Setelah nilai CN Tertimbang dari masing-masing tata guna lahan diperoleh, semua nilai itu dijumlahkan dan dibagi dengan luas areal sub DAS Panasen sehingga diperoleh CN komposit = 78,207 dan nilai retensi potensial (s) = 70,779.

Dengan menggunakan data curah hujan harian maksimum tahunan dari bulan Januari sampai bulan Desember tahun 2011, dimana data curah hujan yang ada dirata-ratakan sehingga diperoleh nilai volume limpasan tahunan (Pe) = 12,664 mm. Untuk total volume limpasan permukaan pada masing-masing tata guna lahan diperoleh dengan mengalikan volume limpasan dengan luas daerah aliran sungai atau luas masing-masing tata guna lahan, hasilnya dapat dilihat di Tabel 6 berikut :

Tabel 6. Volume limpasan permukaan pada masing-masing tata guna lahan di sub DAS Panasen

Jenis Tata Guna Lahan	Jenis Tanah	V _Q (m ³)
Hutan lahan kering sekunder	Humitropepts	602.797
Permukiman	Dystropepts	29224.278
pertanian lahan kering	Humitropepts	50890.794
	Eutropepts	280503.431
	Tropaquepts	177609.960
Pertanian lahan kering campur semak	Humitropepts	6331.906
	Eutropepts	6499.068
	Tropaquepts	121798.009
Sawah	Eutropepts	56828.855
	Eutrandepts	6569.352
Semak Belukar	Dystropepts	30126.575
	Humitropepts	7600.820
Tubuh Air		1092.376

Jumlah sedimentasi di sub DAS Panasen pada masing-masing tata guna lahan tahun 2011 dapat dilihat pada Tabel 7 berikut.

Tabel 7. Jumlah sedimentasi di sub DAS Panasen pada Tahun 2011

Jenis Tata Guna Lahan	$K_{ET} \cdot LS \cdot C_{PT} \cdot P_{KL}$	$V_Q (m^3)$	$Q_P (m^3/det)$	SY(ton)
Hutan lahan kering sekunder	0.00373	602.797	43.5098254	13.12
Permukiman	0.00231	29224.278	43.5098254	71.52
Pertanian lahan kering	0.00044	50890.794	43.5098254	18.48
	0.00041	280503.431	43.5098254	45.05
	0.00055	177609.960	43.5098254	46.51
Pertanian lahan kering campur semak	0.00868	6331.906	43.5098254	113.99
	0.00814	6499.068	43.5098254	108.43
Sawah	0.00003	121798.009	43.5098254	2.07
	0.00004	56828.855	43.5098254	1.69
Semak Belukar	0.00024	6569.352	43.5098254	3.22
	0.00037	30126.575	43.5098254	11.58
	0.00035	7600.820	43.5098254	5.12
Tubuh Air	0.00495	1432.277	43.5098254	28.28
Total				469.06

Berdasarkan hasil perhitungan laju erosi dengan menggunakan metode USLE dan jumlah sedimentasi dengan menggunakan metode MUSLE, maka diperoleh hasil sebagai berikut :

Tabel 8. Laju Erosi dan Jumlah Sedimentasi lahan di sub DAS Panasen tahun 2011

Jenis Tata Guna Lahan	Ea (ton/thn)	SY (ton)
Hutan lahan kering sekunder	12.95	13.12
Permukiman	389.29	71.52
Pertanian lahan kering	128.38	18.48
	663.37	45.05
	560.05	46.51
Pertanian lahan kering campur semak	316.57	113.99
	304.62	108.43
Sawah	21.15	2.07
	12.34	1.69
Semak Belukar	9.08	3.22
	63.87	11.58
	15.41	5.12
Tubuh Air	40.84	28.28
Total	2537.92	469.06

PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan maka dapat dikemukakan beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Dengan menggunakan metode USLE, laju erosi yang diperoleh = 95.66 ton/ha/thn atau sama dengan 2537,92 ton/thn
2. Dengan menggunakan metode MUSLE, jumlah sedimentasi di Sub DAS Panasen pada tahun 2011 diperoleh = 469,06 ton .

Saran

Pemanfaatan lahan di Sub DAS Panasen akan terus berkembang seiring dengan kebutuhan orang-orang di Sub DAS Panasen maupun kebutuhan orang-orang di luar Sub DAS Panasen. Pemanfaatan lahan dan pemilihan tanaman yang tidak sesuai akan sangat mempengaruhi laju erosi dan sedimentasi di daerah tersebut. Oleh sebab itu, sangat penting memperhatikan jenis tanaman dan sistem pengelolaan yang tepat dan efektif.

Untuk dapat mengendalikan atau mengurangi laju erosi dan jumlah sedimentasi di sub DAS Panasen maka penulis mereko-

mendasikan kepada masyarakat maupun pemerintah yang ada untuk lebih memperhatikan pemanfaatan lahan dan penggunaan atau pemilihan tanaman yang sesuai. Beberapa metode yang dapat digunakan adalah metode vegetatif dan metode mekanik. Metode vegetatif memanfaatkan tanaman atau tumbuhan, atau sisa-sisa dari tumbuhan untuk mengurangi jumlah jumlah dan kecepatan aliran permukaan. Sedangkan metode mekanik, lebih ke perlakuan fisik terhadap tanah untuk meningkatkan kemampuan penggunaan tanah dengan cara membuat teras, check dam, pengolahan tanah menurut kontur, dan sebagainya.

DAFTAR PUSTAKA

- Chay Asdak, 1995. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*, Gajah Mada University Press, Yogyakarta. Hal.169, 455-459, 463, 472-473, 491.
- Sitanala Arsyad, 2010. *Konservasi Air dan Tanah*. IPB Press. Bogor. Hal. 98-102.
- Suripin, 2001. *Pelestarian Sumber Daya Tanah dan Air*. Semarang. Hal. 22-25, 71-82, 134-138.
- Suripin. 2003. *Sistem Drainase Perkotaan Yang Berkelanjutan*, Semarang. Hal. 32-50, 57-58.
- Wantasen, Sofia., 2003. *Laporan Akhir Investigasi Kualitas Air Sungai dan Danau Tondano*. PT Palma Sejati Konsultan, Hal. 34-35.