

ANALISIS EROSI PERMUKAAN MENGGUNAKAN METODE RUSLE DAN USLE DI DAS TALLO

Al Akbar,¹ | Radiatul Adwia,² | Dr.Ir.Hj. Nurnawaty,³ | Farida Gaffar,⁴

^{1,2,3,4}Teknik Pengairan, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Makassar, Indonesia.

Email : alakbar0071@gmail.com

ABSTRACT :

The Tallo Watershed (DAS) is a watershed which is administratively located in the center of the big city, Makassar. The potential for erosion in this watershed is quite large because of its position and location which is lower than the surface and land conversion which continues to increase. The purpose of this research is to find out how much area rainfall erosion analysis is in the Tallo watershed and to find out how much surface erosion has occurred in the Tallo watershed using the Rusle and Usle method. The method used is a quantitative descriptive method with a secondary data analysis approach. This analysis is a method that uses secondary data as a primary data source. From the calculation results it is known that the area's rainfall value is 23.07 mm and the level of erosion hazard using the Rusle method is 181096.31 tons/ha/year while the usle method is 636.97 tons/ha/year.

Keywords : DAS, Erosion, RUSLE, USLE

ABSTRAK :

Daerah Aliran Sungai (DAS) Tallo adalah DAS yang secara administratif terletak ditengah kota besar, Makassar. Potensi Erosi di DAS ini cukup besar karena posisi dan letaknya yang lebih rendah dari permukaan dan alih fungsi lahan yang terus meningkat. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui berapa besar analisis erosi curah hujan area yang ada di DAS Tallo dan untuk mengetahui berapa besar erosi permukaan yang terjadi di DAS Tallo menggunakan Metode Rusle dan Usle. Metode yang digunakan yaitu metode deskriptif kuantitatif dengan pendekatan analisis data sekunder. Analisis ini merupakan metode yang menggunakan data sekunder sebagai sumber data primer. Dari hasil perhitungan diketahui nilai curah hujan area sebesar 23.07 mm dan tingkat bahaya erosi menggunakan metode rusle sebesar 181096.31 ton/ha/tahun sedangkan metode usle sebesar 636.97 ton/ha/tahun.

Kata Kunci : DAS, Erosi, RUSLE, USLE

PENDAHULUAN

Daerah Aliran Sungai (DAS) didefinisikan sebagai suatu hamparan wilayah atau Kawasan yang di batasi oleh pembatas topografi (punggungan bukit) yang berfungsi untuk menerima, mengumpulkan air Hujan, sedimen dan unsur Har serta mengalirkannnya melalui anak-anak Sungai dan keluar pada satu Titik. DAS tersebut berarti bahwa seluruh Permukaan di daratan Bumi ini terbagi habis dalam DAS.

Pemanfaatan Daerah Aliran Sungai (DAS) Sebagai unsur pokok bagi kehidupan manusia dan hewan sebagai penampung air hujan dan pusat dari ekosistem, mencegah terjadinya banjir sebagai sumber air irigasi yang ada. Daerah Aliran Sungai (DAS) ini dapat menyebabkan terjadinya suatu erosi tanah di karenakan ada beberapa faktor antara lain intensitas hujan yang terlalu tinggi dapat menyebabkan kecepatan aliran air meningkat, sehingga adanya gerusan atau terkikis yang di sebut dengan kata erosi.

Erosi merupakan proses yang alami dan dampak adanya erosi tanah adalah proses menyebabkan menurunnya kesuburan tanah, mengurangi produktifitas terhadap pertanian, dan menurunkan kualitas kehidupan. Lepasnya butiran-butiran tanah sehingga terjadinya sedimentasi ke muara sungai dan dapat mengakibatkan kapasitas aliran sungai berkurang dan kemungkinan adanya banjir lebih besar. Proses sedimentasi di sungai dapat menimbulkan kedangkalan dan penurunan kualitas air dan tingginya konsentrasi sedimentasi di badan air akan menyebabkan kekeruhan. Proses erosi terjadi pada variabel-variabel yang penting di peroleh berdasarkan model empiris, contohnya adalah Revised Universal soil loss Equation (RUSLE) dan Universal Soil Loss Equation (USLE).

Ada banyak sekali kasus yang terjadi karna adanya Erosi permukaan juga akan mengurangi kesuburan tanah sehingga masyarakat tidak dapat mengaliri air sungai ke sawah-sawah. Mudah sekali terjadinya banjir karna masyarakat setempat menjadikan DAS Tallo jadi tempat pembuangan sampah dan berdampak negative, terjadinya pendangkalan akibat erosi yang membuat tanah menyerap air berkurang, dan itu yang terjadi sekarang di hulu sungai Tallo terjadi pendangkalan yang sangat tinggi sehingga kami berasumsi telah adanya erosi di sekitar sungai. Daerah Aliran Sungai Tallo sangat buruk, karena banyak sekali hal-hal yang bisa mengakibatkan banjir dan erosi permukaan tanah.

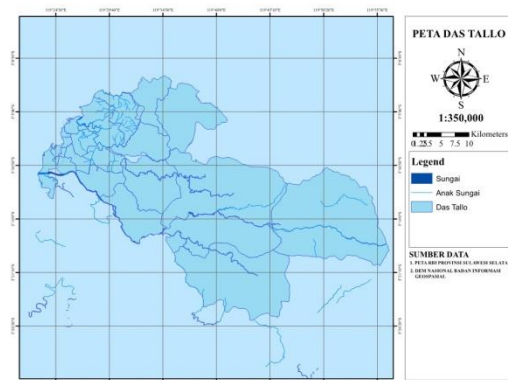
Tujuan pada penelitian ini adalah untuk mengetahui berapa besar analisis erosi menggunakan curah hujan area dan berapa besar erosi permukaan yang terjadi di Das Tallo menggunakan Metode RUSLE dan USLE.

METODE PENELITIAN

A. Lokasi Penelitian

Secara topografi Daerah Aliran Sungai (DAS) Tallo adalah salah satu sungai yang berada di kota Makassar, dan bertepatan di Kecamatan Tamalanrea.

Di Daerah Aliran Sungai Tallo tersebut telah di buatkan sebuah kolam regulasi bernama kolam regulasi Nipa-nipa untuk mencegah luapan air sungai Tallo. Secara geografis DAS Tallo mempunyai titik koordinat: 50 6' – 50 16' Lintang Selatan dan 1190 3' – 1190 46' Bujur Timur, dan di lakukan penelitian di Daerah Aliran Sungai Tallo tepatnya di Kecamatan Tamalanrea kota Makassar. Bentuk sungai Tallo memanjang menyerupai daun dengan pola aliran dendritik



Gambar 1 – Peta DAS Lokasi Penelitian

B. Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan untuk memperoleh informasi data yang baik dan tepat agar tujuan penelitian dapat tercapai dengan baik, pengumpulan data sekunder

C. Jenis Penelitian

Penelitian yang dilakukan dengan menggunakan metode yang efektif dengan cara survei di lokasi, untuk mengetahui nilai yang di prediksi akan terjadi erosi tanah pada masing-masing lahan dan area sungai Tallo. Yang dimana titik sample erosi

ditentukan, berdasarkan distribusi dan kategori dalam penggunaan lahan yang diperoleh dari hasil interpretasi.

D. Prosedur Penelitian

1. Menentukan dan mencari batas-batas lahan di daerah penelitian.
2. Mempunyai peta penggunaan lahan atau peta geografis.
3. Kemudian mengambil sampel tanah untuk mengetahui jenis tanah yang berada di daerah penelitian, sebagai pendugaan awal memastikan jenis tanah yang bagus di daerah penelitian itu.
4. Melakukan survey langsung lapangan dengan cara mengambil sampel tanah serta pengamatan karakteristik tanah.
5. Menganalisis untuk menentukan tekstur tanah.
6. Menganalisis data lapangan dengan menggunakan metode RUSLE dan USLE.

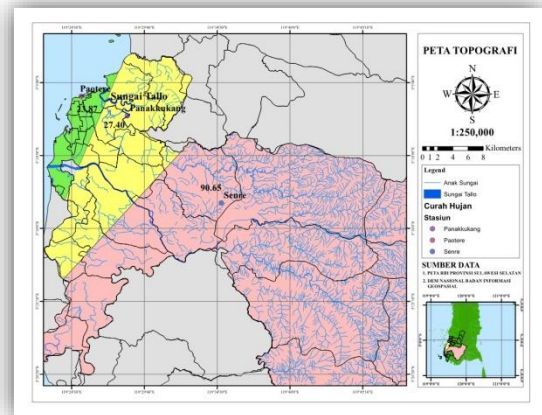
HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisa Hidrologi

Penentuan Daerah Aliran Sungai

Dalam pembuatan peta daerah aliran sungai ini kita menggunakan bantuan software Arc-GIS.

Dalam peta daerah aliran sungai ini kita menggunakan beberapa stasiun curah hujan yang berada dalam DAS Tallo, yaitu Stasiun Curah Hujan Paotere, Stasiun Curah Hujan Senre, Stasiun Curah Hujan Panakukkang. Berikut adalah peta daerah aliran sungai yang telah dibuat menggunakan bantuan software Arc-GIS



Gambar 2. Peta Stasiun Curah Hujan DAS Tallo

Perhitungan Curah Hujan Menggunakan Metode Polygon Thiessen

Setelah menggambar poligon thiessen pada peta DAS Tallo diperoleh data sebagai berikut:

Tabel 1. Perhitungan Curah Hujan Maksimum Metode Polygon Thiessen

LUAS DAS	=	± 436	km ²		
Paotere	=	23.87	km ²	=	0.10
Senre	=	90.65	km ²	=	0.21
Panakukkang	=	27.40	km ²	=	0.06

Analisis Curah Hujan Area

Curah hujan yang diperlukan untuk penyusunan suatu rancangan pemanfaatan air dan rancangan pengendalian banjir adalah curah hujan rata-rata diseluruh daerah yang bersangkutan, bukan curah hujan pada titik tertentu. Curah hujan ini disebut curah hujan wilayah dan dinyatakan dalam millimeter (Wibowo, 2008).

Analisis ini bertujuan untuk mengetahui curah hujan rata-rata yang terjadi di daerah pengaruh. Untuk mengetahui luas daerah perhitungan dilakukan dengan menggunakan metode Thiessen. Perhitungan dilakukan dengan menganalisis data-data curah hujan tahunan maksimum dan koefisien Thiessen. Analisis Curah hujan wilayah berdasarkan metode Thiessen untuk tahun 2011 pada DAS Tallo sebagai berikut :

$$R = A1.C1 + A2.C2 + A3.C3$$

$$R = (90.65 \times 0.21) + (23.87 \times 0.10) + (27.40 \times 0.06)$$

$$R = 23.07 \text{ mm}$$

Intensitas Hujan

Intensitas curah hujan adalah besarnya jumlah air hujan yang jatuh ke permukaan bumi yang dinyatakan dalam tinggi curah hujan atau volume hujan tiap stasiun waktu.

Satuan curah hujan dinyatakan dalam mm sedangkan derajat curah hujan dinyatakan dalam curah hujan persatuan waktu dan disebut juga dengan intensitas hujan. Intensitas hujan dipergunakan untuk mencari debit banjir rencana (Takeda Kensaku & Suyono, 2006).

Perhitungan intensitas hujan dan waktu konsentrasi dengan menggunakan data hasil curah hujan maksimum.

Diketahui :

$$\begin{aligned} \text{Panjang Sungai (L)} &= 27.48 \text{ Km} \\ \text{Hujan Harian (R}_{24}\text{)} &= 76.33 \text{ mm/jam} \\ \text{Beda tinggi (\Delta H)} &= 1.437 \text{ m} \\ \text{Waktu Konsentrasi (Tc)} & \end{aligned}$$

Menurut Surpin (2004), waktu konsentrasi adalah waktu yang diperlukan oleh air hujan yang jatuh untuk mengalir dari titik terjauh sampai ke tempat keluaran DAS (titik kontrol) setelah tanah menjadi jenuh.

Dalam perhitungan waktu konsentrasi dapat dilihat pada berikut ini:

$$\begin{aligned} T_c &= \frac{(0.76 \times L^3)^{0.385}}{H} \\ &= \frac{(0.76 \times 27.48^3)^{0.385}}{1.437} \\ &= 2.13 \text{ jam} \\ \text{Intensitas curah hujan (I)} & \\ I &= \frac{R_{24} \times (24)^{0.67}}{24 (T_c)} \\ &= \frac{76.33 \times (24)^{0.67}}{24 (2.13)} \\ &= 15.99 \text{ mm/jam} \end{aligned}$$

Tabel 2. Perhitungan Intensitas Hujan

No	Tahun	Tc (Jam)	R24 (mm)	I (mm/jam)
1	2011	2.13	76.33	15.99
2	2012	2.13	61.67	12.91
3	2013	2.13	132.33	27.71
4	2014	2.13	45.00	9.42
5	2015	2.13	146.67	30.71
6	2016	2.13	95.33	19.96
7	2017	2.13	141.33	29.60
8	2018	2.13	107.33	22.48

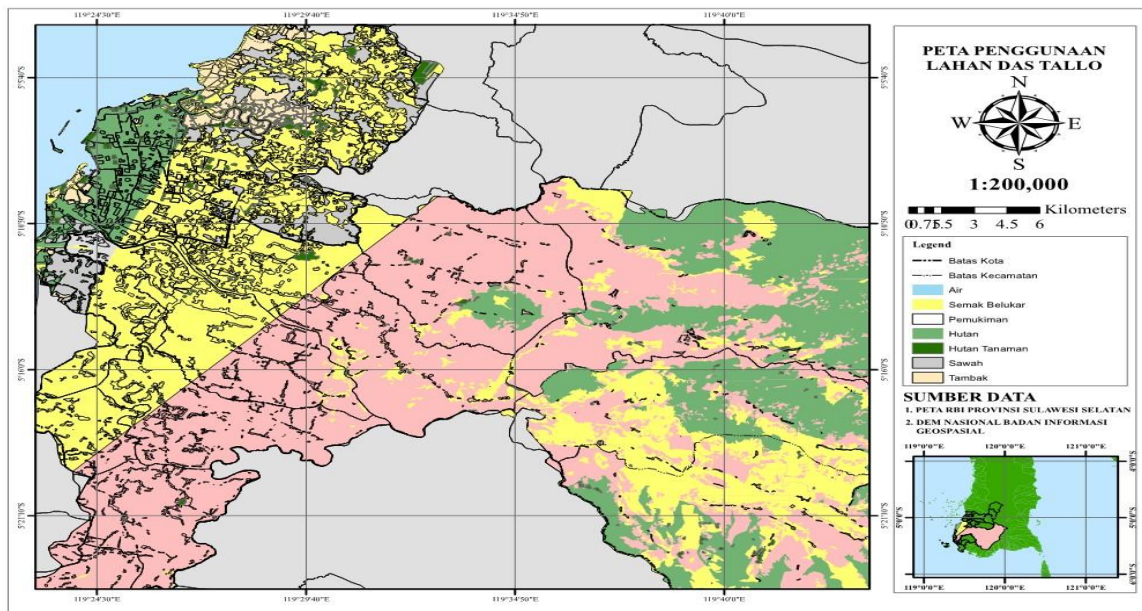


Volume 4 Nomor 1, Januari 2023			ISSN 2721-3188 (Online)	ISSN 2721-3714 (Print)
9	2019	2.13	162.67	34.06
10	2020	2.13	103.00	21.57

Analisa Metode RUSLE dan USLE

Metode USLE adalah suatu persamaan untuk memperkirakan kehilangan tanah yang telah dikembangkan oleh Smith dan Wichmeier tahun 1978 dimana pengukuran atau pengamatan dilakukan pada faktor-faktor yang mempengaruhi erosi, kemudian erosi dihitung dari faktor-faktor panjang lereng, kemiringan lereng, penutup permukaan tanah, pengelolaan tanah, tipe tanah, curah hujan (Hardiyatmo, 2006, hal 399).

RUSLE adalah model erosi yang dirancang untuk memprediksi kehilangan tanah tahunan rata-rata dalam kurun waktu yang lama terbawa oleh air limpasan dari kemiringan lereng lahan tertentu dalam sistem penanaman dan pengelolaan tertentu dan juga dari luas area. Penggunaan yang tersebar luas telah membuktikan kegunaan dan validitas RUSLE untuk tujuan erosi. Ini juga berlaku untuk kondisi nonpertanian seperti situs konstruksi/bangunan.



Gambar 3. Peta Tutupan Lahan

Dari hasil penggunaan lahan diketahui beberapa macam penggunaan lahan di DAS Tallo berdasarkan luas areanya, dipenggunaan lahan pada Permukiman yang paling besar luasannya yaitu 20405 Ha.

Sedangkan yang paling kecil areanya terletak pada tanah kosong yaitu 144 Ha. Penggunaan lahan di DAS Tallo, dapat dilihat pada table 3.

Tabel 3. Peta Penggunaan Lahan

No	Penggunaan Lahan	Luas (Ha)
1	Hutan	10349
2	Perkebunan	439
3	Permukiman	20405
4	Rawa	795
5	Sawah	14105
6	Semak Belukar	6964
7	Tanah Kosong	144
8	Tubuh Air	2005
9	Tengalan	0
10	Bandara	191
Jumlah		55397

Nilai Faktor Erosivitas Hujan (R)

1. Metode RUSLE

Memprediksi kehilangan tanah tahunan rata-rata dalam kurun waktu yang lama terbawa oleh air limpasan dari kemiringan lereng lahan tertentu dalam sistem penanaman dan pengelolaan tertentu dan juga dari luas area.

Untuk langkah selanjutnya dapat dihitung dengan menggunakan cara yang sama. Hasil perhitungan dapat dilihat pada tabel.

Dimana :

$$\begin{aligned}
 E_k &= 13.32 + 9.78 \log I \\
 &= 13.32 + 9.78 (1.20) \\
 &= 25.09
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 EI_{30} &= E_k \times EI_{30} \\
 &= 25.09 \times 15.99 \\
 &= 401.106
 \end{aligned}$$

Tabel 4. Faktor Erosivitas Hujan Metode RUSLE

No	Tahun	I (mm/jam)	Ek	EI30
1	2011	15.99	25.09	401.11
2	2012	12.91	24.19	312.33
3	2013	27.71	27.43	760.13
4	2014	9.42	22.85	215.31
5	2015	30.71	27.87	855.88
6	2016	19.96	26.04	519.79
7	2017	29.60	27.71	820.10
8	2018	22.48	26.54	596.54
9	2019	34.06	28.31	964.23
10	2020	21.57	26.36	568.68
Rata - rata				601.41

Dari hasil perhitungan data di atas maka nilai erosivitas hujan tertinggi pada tahun 2019 di sungai Tallo yaitu sebesar 964.23 dan curah hujan bulanan sebesar 34.06 cm. sedangkan nilai terkecil pada tahun 2014 yaitu sebesar 215.31 dan curah hujan bulanan sebesar 12.91.

2. Metode USLE

Memprediksi kehilangan tanah tahunan rata-rata dalam kurun waktu yang lama terbawa oleh air limpasan dari kemiringan lereng lahan tertentu dalam sistem penanaman dan pengelolaan tertentu dan juga dari luas area.

Dimana

$$EI30 = 2.21 \times R1,36$$

$$R = 28 + 41 + 27 + 21 + 21 + 6 + 2 + 1 + 7 + 10 + 37$$

$$R = 201/12$$

$$R = 18.19$$

$$EI30 = 2.21 \times R1,36$$

$$EI30 = 201.22$$

Tabel 5. Faktor Erosivitas Hujan Metode USLE

No	Tahun	Rata- rata curah hujan bulanan (Cm)			Erosivitas Hujan (EI30)
		Paotere	Senre	Panakukkang	
1	2011	33.17	31.38	18.19	201.22
2	2012	47.99	29.57	17.27	242.18
3	2013	50.99	63.13	19.60	386.48
4	2014	57.20	24.34	18.34	259.89
5	2015	46.06	26.36	23.04	244.34
6	2016	46.39	17.32	19.93	204.17
7	2017	40.80	13.79	28.64	202.82
8	2018	8.29	11.33	9.00	47.50
9	2019	22.29	22.26	24.68	157.86
10	2020	29.35	23.11	20.29	168.89
Rata-Rata					211.53

Erodibilitas Tanah (K)

Erodibilitas tanah ialah kemampuan/kekuatan partikel tanah terhadap pengulupasan dan pemindahan tanah akibat energi kinetik hujan. Nilai eridibilitas tanah selain tergantung pada topografi, kemiringan lereng dan akibat perlakuan manusia, juga di tentukan oleh pengaruh tesktur tanah, stbilitas agregat, kapasitas infiltrasi dan kandungan bahan organik tanah.

Faktor Panjang dan Kemiringan Lereng (LS)

Panjang lereng (L) diukur dari suatu tempat pada permukaan tanah dimana erosi mulai terjadi sampai pada tempat dimana terjadi pengendapan, atau sampai pada tempat dimana aliran air permukaan tanah masuk ke dalam saluran. (Asdak & Chay 2010).

Tabel 6. Faktor Panjang dan Kemiringan Lereng (LS)

No	Kemiringan %	Klasifikasi	Nilai LS
1	(0-8%)	Datar	0.40



2	(8-15%)	Landai	1.40
3	(15-25%)	Agak Curam	3.10
4	(25-40%)	Curam	6.80
5	(>40%)	Sangat Curam	9.50

Faktor Penutupan Tanaman dan Usaha Pecehahan Erosi (CP)

Nilai C dan P adalah faktor pengelolaan tanaman dan tindakan konservasi lahan, yang sangat berpengaruh terhadap laju erosi permukaan/ DAS. Faktor penggunaan lahan dan pengelolaan lahan sering dinyatakan sebagai satu kesatuan parameter, yaitu faktor CP.

Secara umum faktor CP dipengaruhi oleh jenis tanaman (tutupan lahan) dan tindakan pengelolaan lahan (teknik konservasi) tidak dilakukan maka nilai P menjadi dari 1,

Tabel 7. Faktor CP pada DAS Tallo

No	Penggunaan Lahan	CP
1	Hutan	0.05
2	Perkebunan	0.07
3	Permukiman	0.20
4	Rawa	0.10
5	Sawah	0.10
6	Semak Belukar	0.05
7	Tanah Kosong	0.05
8	Tubuh Air	0.07
9	Tengalan	0.07
10	Bandara	0.15

Perhitungan Erosi

1. Metode RUSLE

Untuk Menetapkan nilai A dimana menggunakan Metode Rusle didapatkan Nilai sebagai berikut.

Diketahui :

Ri = 6014.09

K = 0.12

LS = 0.40

CP = 0.05

Maka.

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

$A = 401.11 \times 0.12 \times 0.40 \times 0.05$

$A = 2886.76 \text{ ton/ha/tahun}$

Dari hasil diatas didapatkan nilai erosi menggunakan Metode Rusle dengan nilai sebesar 2886.76 ton/ha/tahun.

Tabel 8. Perhitungan Erosi Metode RUSLE

No	Penggunaan Lahan	R	K	LS	CP	Eosi (ton/ha/tahun)
1	Hutan	6014.09	0.12	0.08	0.05	2886.76
2	Perkebunan	6014.09	0.12	0.1	0.07	5051.84
3	Permukiman	6014.09	0.21	0.12	0.2	30311.02
4	Rawa	6014.09	0.12	0.12	0.1	8660.29
5	Sawah	6014.09	0.12	0.43	0.1	31032.71
6	Semak Belukar	6014.09	0.31	0.08	0.05	7457.47
7	Tanah Kosong	6014.09	0.12	0.42	0.05	15155.51
8	Tubuh Air	6014.09	0.21	0.15	0.07	13261.07
9	Tengalan	6014.09	0.21	0.21	0.07	18565.50
10	Bandara	6014.09	0.12	0.45	0.15	48714.14
Total						181096.31

2. Metode USLE

Untuk Menetapkan nilai A dimana menggunakan Metode Rusle didapatkan Nilai sebagai berikut ;
 $A = R \times K \times LS \times CP$
 $A = 211.53 \times 0.12 \times 0.08 \times 0.05$
 $A = 101.54 \text{ ton/ha/tahun}$

Dari hasil diatas didapatkan nilai erosi menggunakan Metode Usle dengan nilai sebesar 101.54 ton/ha/tahun.

Tabel 9. Perhitungan Erosi Metode USLE

No	Penggunaan Lahan	R	K	LS	CP	Eosi (ton/ha/tahun)
1	Hutan	211.53	0.12	0.08	0.05	101.54
2	Perkebunan		0.12	0.10	0.07	177.69
3	Permukiman		0.21	0.12	0.20	1066.13
4	Rawa		0.12	0.12	0.10	304.61
5	Sawah		0.12	0.43	0.10	1091.52
6	Semak Belukar		0.31	0.08	0.05	262.30
7	Tanah Kosong		0.12	0.42	0.05	533.07
8	Tubuh Air		0.21	0.15	0.07	466.43
9	Tengalan		0.21	0.21	0.07	653.01
10	Bandara		0.12	0.45	0.15	1713.43
Total						636.97

KESIMPULAN DAN SARAN

KESIMPULAN

1. Dari hasil Analisis perhitungan Curah Hujan Area dan menggunakan data curah hujan harian Maksimum tahunan. Pada penelitian ini digunakan data curah hujan selama 10 tahun yaitu dari tahun 2011 sampai dengan tahun 2020 dan data curah hujan area tersebut di dapatkan dari 3 stasiun Curah hujan yaitu stasiun Senre, Stasiun Paotere dan Stasiun Panakkukang. Dari 3 stasiun di dapatkan analisis Perhitungan Curah hujan Area dengan menggunakan Rumus

$$R = A1.C1 + A2.C2 + A3.C3$$

$$R = (90.65 \times 0.21) + (23.87 \times 0.10) + (27.40 \times 0.006)$$

Di dapatkan Analisis Curah hujan Area di DAS Tallo sebesar $R = 23.07 \text{ mm}$

2. Dari hasil perhitungan Erosi dengan menggunakan Metode RUSLE didapatkan Hasil Erosi sebesar 181096.31 ton/ha/tahun, Sedangkan dari hasil perhitungan dengan menggunakan Metode USLE didapatkan Hasil Erosi sebesar 636.97 ton/ha/tahun. Maka dapat di simpulkan perhitungan menggunakan metode RUSLE mempunyai hasil Erosivitas yang lebih tinggi sedangkan dengan menggunakan metode USLE selisih perhitungan sangat rendah dan jauh lebih kecil dari pada perhitungan menggunakan metode RUSLE, pengaruhnya Akan sangat mudah terjadinya suatu gerusan hebat yang ada di



kemiringan lereng sungai Tallo dan Terjadilah Sebuah Erosi..

SARAN

Pemilihan metode penelitian sebaiknya disesuaikan dengan data yang tersedia dengan tingkat ketelitian yang akurat. Dan diperlukan adanya peran pemerintah dalam menangani permasalahan tingkat bahaya erosi, Debit permukaan dan volume limpasan permukaan serta literatur kepada masyarakat tentang beberapa tindakan pencegahan erosisitas yang tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Arsyad, S. (2010). "Konservasi Tanah Dan Air". Bogor. Penerbit Ipb Press.
- Asdak, C., (2004), Hidrologi dan Pengolahan Daerah Aliran Sungai, Gajah Mada University Press, Jogjakarta.
- Bambang Triatmodjo, 2008. "Hidrologi Terapan". Yogyakarta : Beta Offset.
- Baver, L.D. 1959. Soil Physics. John Wiley and Sons, inc : New York.
- Febrina, 2008. "Analisa Curah Hujan Untuk Pendugaan Debit Puncak Dengan Metode Rasional pada Das Belawan Kabupaten Deli Serdang".
- Hardiharyanto, S. 2003, Kajian Metode Rusle untuk menaksir Erosi Das Banyuwung di Kabupaten Rembang. Tesis S2. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Hardiyatmo, H.C. 2003. Mekanika Tanah II. Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Hardjowigeno, S. 1995. Ilmu Tanah. Akademika Pressindo. Jakarta.
- Hudson, W.W. 1976. Soil Conserfation. London: BT. Batsford Limited.
- Kartasapoetra, A.G, dan M.M Sutedjo. 2010. Teknologi Konservasi Tanah dan Air. Rineka Cipta. Jakarta.
- Kohnke, H. and A.R. Bertrand. 1959. Soil Conservation. McGraw Hill Book Co. Inc. N. Yp. 73.
- Laoh, O.E.H, 2002." Keterkaitan Factor Fisik, Factor Social, Ekonomi, Dan Tata Guna Lahan Di Daerah Tangkapan Air Dengan Erosi Dan Sedimentasi (Stydi Kasus Tondano, Sulawesi Utara)", Ipb, Bogor.
- Linsley, Jr, Ray K. dkk. 1989. Hidrologi untuk Insinyur. Penerjemah Yandi Hermawan. Erlangga, Jakarta.
- Morgan, R.P.C. 1979. Soil Erosion. Longman. London.
- Seyhan, E., Dekker, A. G., Van Liere, L., & Malthus, T. J. (1990). Remote sensing en waterkwaliteit; een helder beeld van troebel water. *Gea*, 23(3), 86-90.
- Sosrodarsono Suyono, Kensaku Takeda, 2003. Hidrologi Untuk Pengairan, Pradnya Paramita, Jakarta.
- Sri Harto. (1993). Analisis Hidrologi. Jakarta : Gramedia Pustaka Utama.
- Suripin. 2004. Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan. Andi Offset. Yogyakarta.
- Takeda, Kensaku dan Sosrodarsono, Suyono, (2006), " Hidrologi untuk Pengairan", Pradnya Paramita, Jakarta.
- Utomo, W.H., 1994. Erosi dan Konservasi Tanah. IKIP. Malang.
- Wilson, E.M. 1989. Hidrologi Teknik. Bandung: Penerbit ITB Bandung.
- Wishchmeier, W.H. and D.D. Smith. 1978. Predicting Rainfall Erosion Losses: a Guide to Conservation Planning. US Department of Agriculture. Agriculture Handbook No.537
- Abd Rakhim N dan Nurnawaty. (2008). Pengaruh Intensitas Curah Hujan pada model kolam resapan bervegetasi untuk mereduksi



limpasan permukaan. Seminar
Nasional Teknologi Terapan (SNTT)
FGDT-PTM.