

PERUBAHAN TATA GUNA LAHAN TERHADAP LAJU EROSI (STUDI KASUS DAS KALUMATA)

Sivi Kurniati Raja^{1*}, Zulkarnain K. Misbah², Muhamad Rizal³

^{1*}Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas khairun

^{2,3} Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas khairun
Jl. Pertamina Gambesi Ternate

Abstrak : KPenyebab terjadinya lahan kritis pada umumnya akibat adanya erosi pada lahan. Erosi pada dasarnya adalah proses perataan kulit bumi yang meliputi proses penghancuran, pengangkutan, dan pengendapan butir tanah tersebut. sering terjadi erosi yang di akibat atau di buat oleh manusia guna untuk keperluannya sendiri dan tidak memikirkan resiko maupun dampak yang akan terjadi seperti yang terjadi di DAS Kalumata, bisa dilihat dari perubahan waktu proses mulainya kegiatan galian tanah di DAS Kalumata tersebut. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui laju erosi, debit limpasan permukaan, dan perubahan tata guna lahan priode 15 tahun dari tahun 2001- 2015.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pada DAS Kalumata yang luasnya 240.56 ha terbagi atas dua sub DAS dibagian hulu 136,35 ha dan bagian hilir 104,21 ha. dimana setelah perhitungan didapatkan hasil debit pada tahun 2001-2008 sebesar 7,3157 m³/dt sedangkan hasil debit pada tahun 2009-2015 sebesar 7,2811 m³/dt maka 14,5968 m³/dt yang merupakan total debit dari 2 Sub DAS, erosivitas limpasan permukaan yang terjadi pada jalur 1 tepatnya pada tahun 2001-2008 sebesar 2.302,78 m²/jam sedangkan pada tahun 2009-2015 sebesar 2.469,56 m²/jam ada pula yang terjadi pada jalur 2 yang mana telah di dapatkan dari hasil perhitungan dari tahun 2001-2008 sebesar 2.163,56 m²/jam sedangkan yang terjadi pada tahun 2009-2015 sebesar 2.463,01 m²/jam yang totalnya mencapai 9.398,90 m²/jam dan mengakibatkan nilai total laju erosi sebesar 122.329,47 ton/ha/thn dengan rerata laju erosi 849,510 ton/ha/thn . laju erosi tersebut di katakan berat, karena masih dapat mengakibatkan hilangnya kedalaman tanah evktif dan membuat DAS menjadi kritis.

Kata kunci : *Perubahan Tata Guna Lahan, Tingkat Bahaya Erosi (TBE), Kekritisan Lahan.*

I. PENDAHULUAN

K Erosi adalah pengikisan atau kelongsoran material yang sesungguhnya merupakan proses penghanyutan tanah oleh desakan-desakan atau kekuatan air dan angin baik yang berlangsung secara alamiah sebagai akibat atau perbuatan manusia (Kartasapoetra dan Sutedjo,1991). Telah diketahui bahwa Kota Ternate yang pembangunan terus berkembang, gedung- gedung serta perumahan penduduk terus bertambah. maka dengan itu, ketersediaan bahan baku pembuatan bangunan khususnya pasir juga menjadi penting keberadaanya.

Area penambang yang dilakukan sejak bertahun-tahun lamanya ini sangat berdampak buruk bagi masyarakat sekitarnya, dengan terus menggali dan mengambil pasir di sekitar DAS Kalumata membuat perubahan tutup lahan sangat terbuka lebar. Sehingga mengakibatkan tergerusnya tanah berpasir itu sangat besar yang mengakibatkan erosi lahan karena pengikisan lahan tersebut.

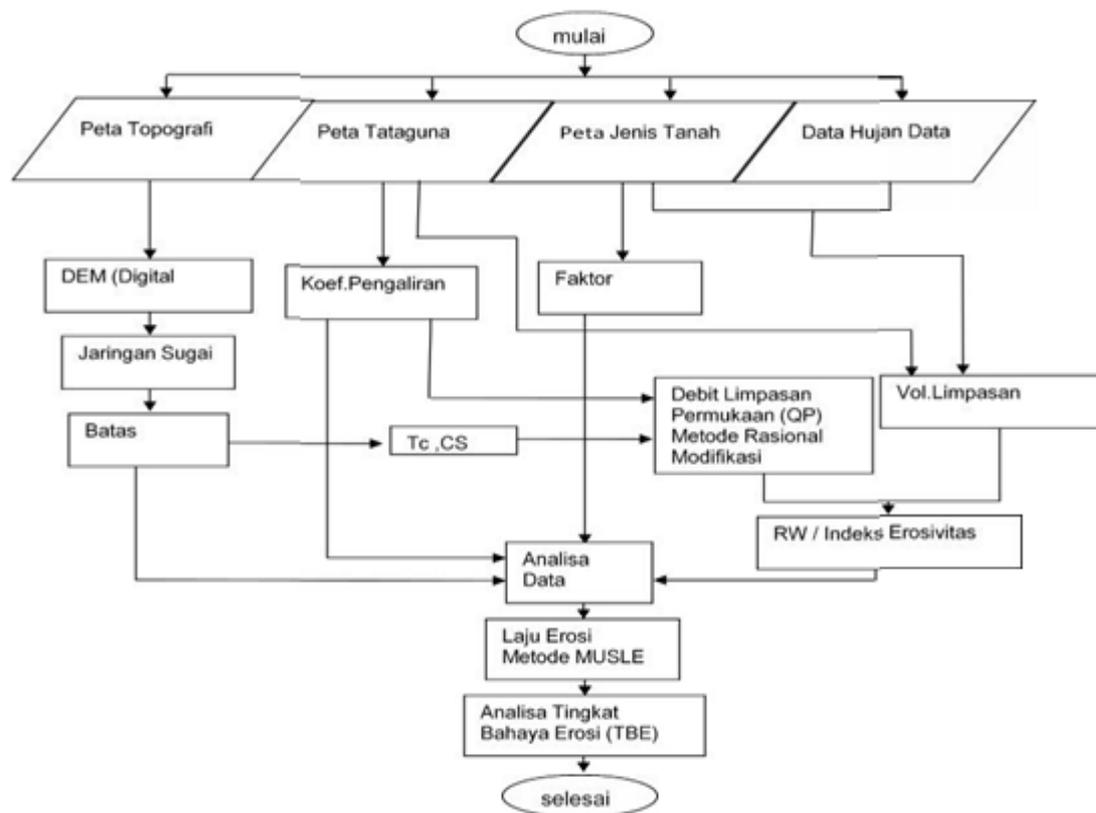
Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui berapa besar laju erosi, bagaimana kondisi sebaran tingkat bahaya erosi (TBE) dan perubahan tata guna lahan yang terjadi pada DAS Kalumata Tahun 2001-2015 melalui stasiun hujan Meteodologi Babullah Ternate.

II. METODOLOGI

Untuk penelitian kasus diperlukan adanya metodologi sebagai panduan kegiatan yang dilaksanakan dalam mengumpulkan data dilapangan, baik data primer (data yang diperoleh dari lapangan) maupun sekunder (studi pustaka). Metodologi yang dipakai adalah metode

analisa dengan menggunakan rumus MUSLE (Modified Universal Soil Loss Equation) dan dimodifikasi menggunakan Map Window GIS. Kegiatan penelitian ini dilakukan bertempat di DAS Kalumata Kelurahan Kalumata Puncak Kecamatan Ternate Tengah Kota Ternate. Penelitian ini berjalan selama 1 bulan, yakni pada bulan April 2015.

Untuk mengetahui laju erosi pada DAS Kalumata maka diperlukan pegumpulan data untuk melakukan perhitungan dalam menentukan besarnya laju erosi. Adapun langkah-langkah yang dikerjakan untuk melengkapi penelitian ini antara lain : mengambil data curah hujan, peta topografi, dan peta tata guna lahan. Data tersebut kemudian dimasukkan ke rumus MUSLE (Modified Universal Soil Loss Equation). Data curah hujan yang dipakai data curah hujan tahunan mulai dari tahun 2001-2015 yang di tangkap pada DAS Kalumata Ternate Selatan melalui stasiun penangka cuaca metodologi Balullah Kota Ternate.



Gambar 1. Flowchart Penelitian

III.HASIL DAN PEMBAHASAN

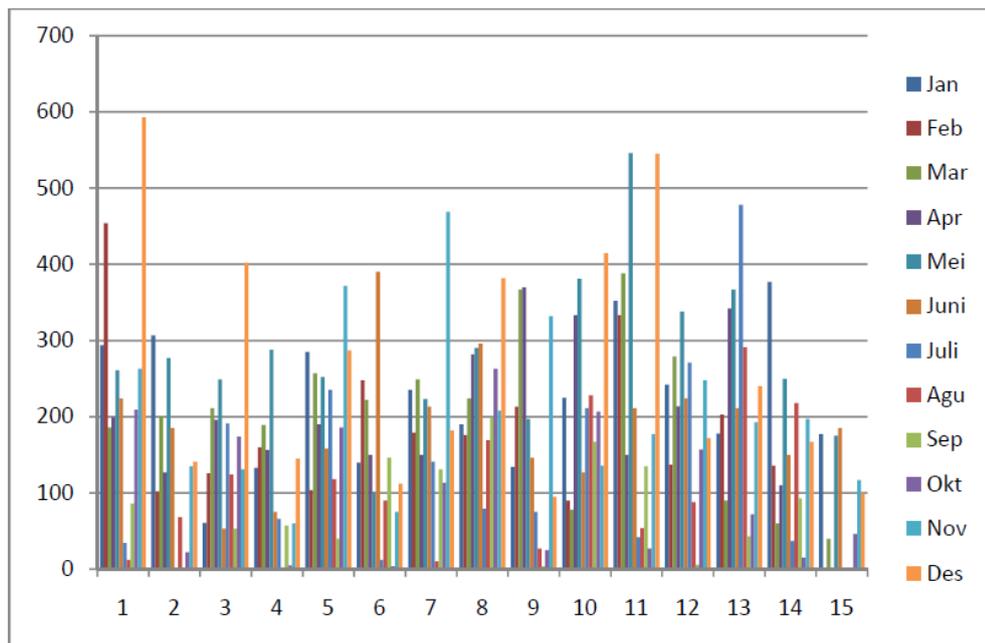
A. Analisis data

1). Data Curah Hujan

Tabel 1. Data curah hujan untuk 15 tahun

Tahn	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Juni	Juli	Agu	Sep	Okt	Nov	Des	Jum
2001	294	454	186	199	261	224	34	12	86	209	263	593	2815
2002	307	102	201	127	277	185	0	68	1	22	135	141	1566
2003	61	126	211	196	249	53	191	124	53	174	131	402	1971
2004	133	160	189	156	288	75	66	0	57	5	60	145	1334
2005	285	104	257	190	252	158	235	118	40	186	372	287	2484
2006	140	248	222	150	101	390	12	90	146	4	75	112	1690
2007	235	179	249	150	223	213	141	10	131	113	469	182	2295
2008	190	176	224	282	290	296	79	169	199	263	208	382	2758
2009	134	213	367	370	197	146	75	27	4	25	332	95	1985
2010	225	90	78	333	381	127	211	228	167	207	136	415	2598
2011	352	333	388	150	546	211	42	54	135	27	177	545	2960
2012	242	137	279	214	338	224	271	88	6	157	248	172	2376
2013	178	203	90	342	367	211	478	291	43	72	193	240	2708
2014	377	136	60	110	250	150	37	218	93	15	197	167	1810
2015	177	10	40	62	175	185	18	1	0	46	117	99	930

Curah hujan tertinggi terjadi pada bulan Desember tahun 2001 sebesar 593 mm. Curah hujan terendah terjadi antara bulan Juli dan September karena pada bulan tersebut tidak terjadi hujan dan tidak terlalu deras. Bias dilihat pada grafik berikut ini



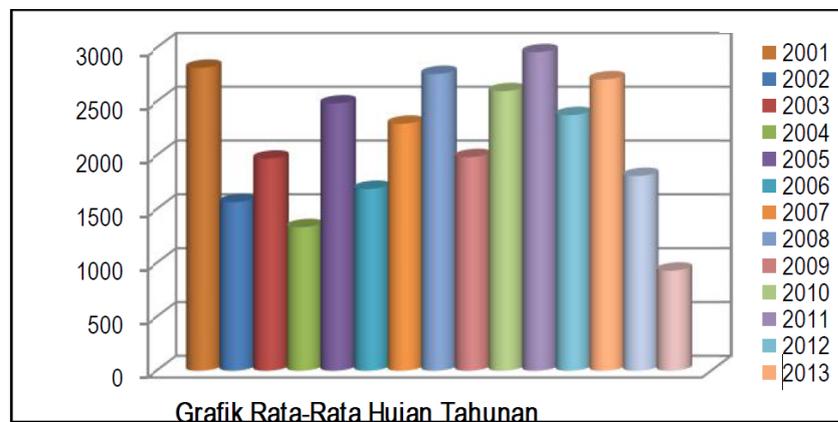
Gambar 2. Grafik Curah Hujan Tahun 2001-2015

Mencari Rata-Rata Hujan 15 Tahun (Y)

Untuk menganalisis curah hujan perlu untuk mencari rata-rata hujan tahunan untuk 15 tahun seperti berikut ini.

Tabel 2. Rata-rata Curah Hujan Tahunan dan Urutan Data Dari Yang Kecil Ke Besar

Nomor	Tahun	Jumlah	Dari Kecil Ke Besar
1	2001	2815	930
2	2002	1566	1334
3	2003	1971	1566
4	2004	1334	1690
5	2005	2484	1810
6	2006	1690	1971
7	2007	2295	1985
8	2008	2758	2295
9	2009	1985	2376
10	2010	2598	2484
11	2011	2960	2598
12	2012	2376	2708
13	2013	2708	2758
14	2014	1810	2815
15	2015	930	2960
	Jumlah	32280	32280



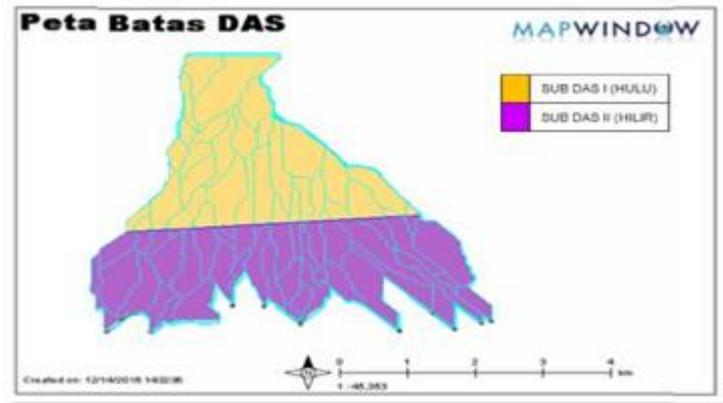
Gambar 3. Grafik Rata-Rata Curah Hujan Tahunan

Dalam studi ini, rumus empiris untuk menghitung intensitas hujan dalam menentukan debit puncak dengan metode Rasional Modifikasi. Langkah pertama dalam metode ini adalah menentukan curah hujan maksimum pada masing-masing-tahun untuk kemudian dilakukan perhitungan hujan rancangan dengan metode. Adapun metode tersebut adalah sebagai berikut.

Peta DEM (Digital Elevation Model) dan Daerah Tangkapan Air (DTA).

Peta DEM (Digital Elevation Model) didapat dari peta topografi, berupa gambar yang berbentuk garis (kontur) dan dirubah ke dalam bentuk sel (grid). Penggunaan model permukaan digital dalam proses analisis limpasan permukaan mempresentasikan permukaan relief bumi akan membantu ketelitian dalam mengidentifikasi kemiringan lahan, arah aliran, akumulasi aliran, panjang lintasan aliran dan penentuan daerah pengaliran. Setelah DEM selesai, maka berikutnya adalah penggambaran daerah tangkapan yaitu dalam hal ini

adalah DAS Kalumata. Penggambaran ini bertujuan untuk mencari atribut DAS Kalumata seperti luas DAS, kemiringan lereng dan panjang lereng sungai. Dari DEM, komputer akan menterjemahkan daerah-daerah yang berupa cekungan atau gundukan seperti pada gambar berikut



Gambar 4. Peta Batasan Hulu Dan Hilir DAS Kalumata

Data jenis tanah yang berupa peta digitasi selanjutnya dianalisa dengan GIS sehingga menghasilkan suatu tampilan gambar DAS Kalumata lengkap dengan jenis tanahnya yang digunakan untuk proses pengerjaan selanjutnya. Adapun jenis tanah yang terdapat di DAS Kalumata ditabelkan sebagai berikut:

Tabel 3. Jenis Tanah DAS Kalumata.

No	Jenis Tanah	K	Tingkat Erodibilitas	Luas Area (ha)
1	REGOSOL (Hilir)	0.10	Berat	104.21
2	REGOSOL (Hulu)	0.10	Berat	136.35
Jumlah				240.56

Tekstur tanah ditentukan berdasarkan jenis tanahnya. Sedangkan nilai-nilai K dan tingkat erodibilitas diperkirakan dengan melihat peta serta merujuk pada tabel-tabel yang tercantum pada referensi.

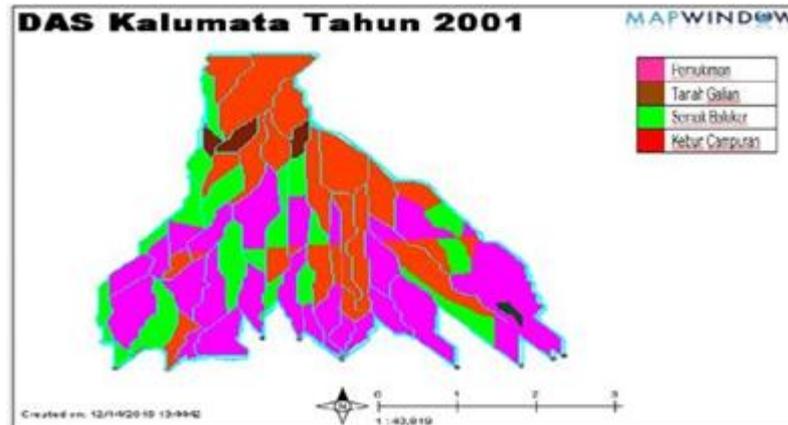
Kemiringan Lereng

Data ini diperlukan untuk mengetahui kelas kemampuan lahan yang ada di daerah studi. Kelas kemiringan lereng pada Sub DAS Kalumata dibagi menjadi 5 kelas, yaitu 0% - 8%, 8% - 15%, 15% - 25%, 25%-40% dan 40% ke atas. Sebagian besar di DAS Kalumata ini memiliki kemiringan lereng yang curam, bahkan sampai sangat curam diatas 28% dan di bagian daerah pesisir rata-rata kemiringan adalah sekitar 2% - 8%. Hal ini disebabkan karena banyak terdapat tebing sungai atau lembah antara punggung gunung Seperti pada tabel berikut ini :

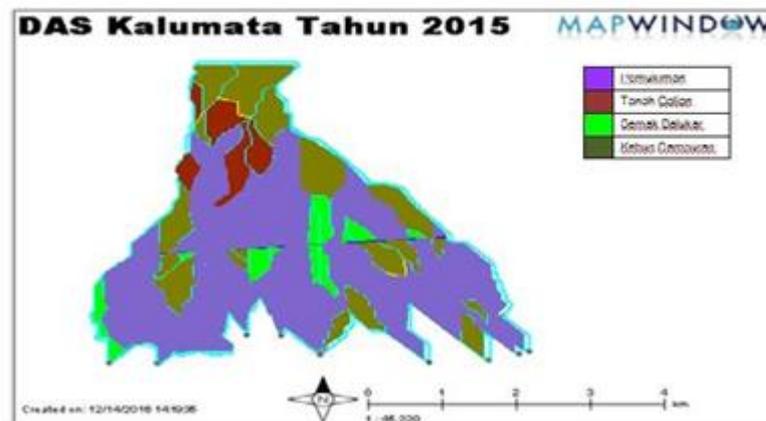
Tabel 4. Jenis Tutup Lahan

Jenis Tutup lahan (Sub DAS 1 Hulu)	luas lahan (ha)	kemiringan lereng (%)	Panjang Sungai	C
Tanah Galian	19.6	40	1747.47	0.63
Pemukiman	59.37	35	2595.36	0.489
Kebun Campuran	49.49	33	4598.80	0.5
Semak Belukar	7.89	25	1555.85	0.64

Jenis Tutup lahan (Sub DAS 2 Hilir)	luas lahan (ha)	kemiringan lereng	Panjang Sungai	C
Pemukiman	37.21	34.2	2653.66	0.489
Kebun Campuran	54.3	32	1429.22	0.5
Semak Belukar	12.7	5	142.36	0.64



Gambar 5. Peta Jenis Tutup Lahan Pada Tahun 2001



Gambar 6 Peta Jenis Tutup Lahan Pada Tahun 2015

Perhitungan Faktor Panjang dan Kemiringan Lereng (LS)

Perhitungan faktor kemiringan dan panjang lereng ini menggunakan persamaan

$$LS = \sqrt{\frac{L}{100} \cdot (0,136 + 0,0975 \cdot S + 0,0139 \cdot S^2)}$$

Dimana L adalah panjang lereng (m) dan S adalah kemiringan lereng dalam (%). Perhitungan penentuan faktor LS pada Sub DAS Kalumata 1 sebesar 24,043 dan Sub DAS 2 adalah 16,240.

Perhitungan Debit Limpasan Permukaan Metode Rasional Modifikasi

Debit limpasan permukaan ini dihitung berdasarkan Sub DAS, dimana pada DAS Kalumata terdapat 2 Sub DAS yang ditinjau dapat dilihat pengambarannya di lapiran 4.15. Perhitungan debit limpasan ini menggunakan rumus:

$$Q = 0,00278 \cdot Cs \cdot C.I.A$$

Pada DAS 1 (Hulu)

Data-data:

Luas DAS	= 136,35 ha
Panjang Lereng	= 1.339,12 m
Slope Lahan	= 26,3 %
Panjang Sungai	= 10.497,48 m
Slope Sungai	= 10,12 %

Tabel 5. Data Tata guna lahan pada DAS 1

Tata Guna Lahan	Luas (ha)	C
Tanah Galian	19,60	0,50
Pemukiman	59,37	0,63
Kebun Campuran	49,49	0,489
Semak Belukar	7,89	0,64

$$\text{Maka, } C_{\text{rerata}} = \frac{0.5 \times 19,60 + 0.63 \times 59,37 + 0.489 \times 49,49 + 0.64 \times 7,89}{19,60 + 59,37 + 49,49 + 7,89} = 0,561$$

Perhitungan Waktu Konsentrasi (T_c) :

Untuk menghitung T_o , digunakan data panjang lereng dan slope lahan, sehingga

$$T_o = \left[\frac{2}{3} \times 3.28 \times L \times \frac{n}{\sqrt{S}} \right] \text{ menit} = \left[\frac{2}{3} \times 3.28 \times 1339,12 \times \frac{0.025}{\sqrt{0,263}} \right]$$

$$= 143 \text{ menit} = 2,4 \text{ jam}$$

Untuk menghitung T_d , digunakan data panjang dan kemiringan sungai, sehingga :

$$T_d = \frac{L_{\text{sungai}}}{60V} \text{ menit, dimana } V = 4,92 \cdot S^{1/2}.$$

Maka, kecepatan aliran : $V = 4,918 \times 0,10121^{1/2} = 1,5645 \text{ m/dt}$, sehingga

$$T_d = \frac{10497,48}{60 \times 1,5645} = 273,72 \text{ menit} = 4,6 \text{ jam}$$

Perhitungan Intensitas hujan (I) :

Pada studi ini, R24 menggunakan kala ulang 1 tahun dengan asumsi bahwa curah hujan rancangan tersebut memiliki probabilitas 100% dan mendekati curah hujan aktual yang terjadi. Dari Perhitungan sebelumnya, dengan R24 kala ulang 1 tahun, didapat R24 = 480 mm/hari.

$$I = \frac{480}{24} \left(\frac{24}{6,94} \right)^{2/3} = 45,732 \text{ mm/jam}$$

Perhitungan Koefisien tampungan :

Koefisien tampungan atau kehilangan karena adanya cekungan-cekungan di lahan adalah sebagai berikut:

$$C_s = \frac{2T_c}{2T_c + T_d} = \frac{2 \times 6,94}{2 \times 6,94 + 4,6} = 0.753$$

Perhitungan Debit Limpasan Permukaan :

$$Q = 0,00278 \cdot C_s \cdot C_{\text{rerata}} \cdot I \cdot A$$

$$= 0,00278 \cdot 0,753 \cdot 0,5607 \cdot 45,7315 \cdot 136,35$$

$$= 7,3157 \text{ m}^3/\text{dt}.$$

Perhitungan dan Penggambaran Duga Laju Erosi Berdasarkan Metode MUSLE

Perhitungan duga erosi lahan ini dihitung sesuai DAS untuk tiap tataguna lahan dan jenis tanahnya. Untuk menentukan kelas bahaya erosi, merujuk pada tabel dalam Utomo, WH 1994:59 dimana penentuannya berdasarkan atas erosi yang terjadi (ton/ha/thn) dan kedalaman solum tanah (cm).

DAS Kalumata memiliki nilai laju erosi yang bervariasi, namun pada daerah pemukiman laju erosinya rata-rata sangat besar. Hal ini dikarenakan ketidaksesuaian tataguna lahan dengan arahan penggunaan lahannya. Perhitungan Laju erosi ini juga tergantung nilai K (erodibilitas) yang berbeda-beda. Misalnya jika dalam satu tata guna lahan memiliki dua jenis tanah yang berbeda, maka nilai laju erosi ini juga akan berbeda.

Perhitungan laju erosi

Sub DAS Kalumata	: I
Luas Sub DAS	: 136,35 Ha
Tata guna lahan	: Tanah Galian
Luas unit lahan	: 19,60
Ha Indeks CP	: 0,63
Jenis tanah	: Regosol
Indeks Erodibilitas (K)	: 0,10
Lereng	: < 40 %
Faktor LS	: 16,498
Indeks erosivitas (Rw)	: 558,42 m ² /jam

Perhitungan laju erosi dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut :

$$\begin{aligned}
 A &= R_w \cdot K \cdot L \cdot S \cdot C \cdot P \\
 A &= 558,42 \times 0,10 \times 16,498 \times 0,63 \\
 &= 580,407 \text{ ton /ha/th} \\
 \text{Erosi} &= 580,407 \text{ ton/ha/th} \times 19,6 \text{ ha} \\
 &= 11375,98 \text{ ton/th}
 \end{aligned}$$

Perhitungan laju erosi

Jalur DAS Kalumata	: II
Luas Sub DAS	: 104,21 Ha
Tata guna lahan	: Pemukiman
Luas unit lahan	: 37,21 Ha
Indeks CP	: 0,489
Jenis tanah	: Regosol
Indeks Erodibilitas (K)	: 0,10
Lereng	: 37 %
Faktor LS	: 7,213
Indeks erosivitas (Rw)	: 556,94 m ² /jam

Perhitungan laju erosi dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut :

$$\begin{aligned}
 A &= R_w \cdot K \cdot L \cdot S \cdot C \cdot P \\
 A &= 556,94 \times 0,10 \times 7,213 \times 0,489 \\
 &= 196,441 \text{ ton /ha/th} \\
 \text{Erosi} &= 196,441 \text{ ton/ha/th} \times 37,21 \text{ ha} \\
 &= 7.309,57 \text{ ton/th}
 \end{aligned}$$

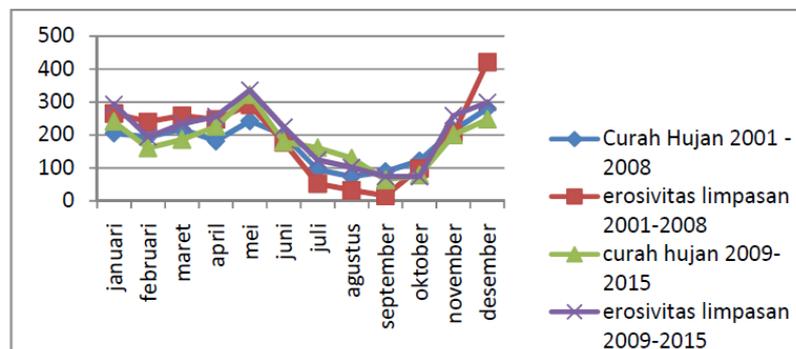
Analisa laju erosi untuk Sub DAS yang lain dapat dilihat pada lampiran 4.10. Dari hasil perhitungan laju erosi dengan menggunakan metode MUSLE dapat diketahui :

- Secara garis besar DAS Kalumata memiliki laju erosi yang besar. DAS Kalumata memiliki nilai laju erosi yang bervariasi, hal ini banyak dipengaruhi oleh kemiringan lereng yang tinggi (curam) serta ketidaksesuaian tata guna lahan dengan arahan penggunaan lahannya. Perhitungan Laju erosi ini juga tergantung nilai K (erodibilitas) yang berbeda-beda.

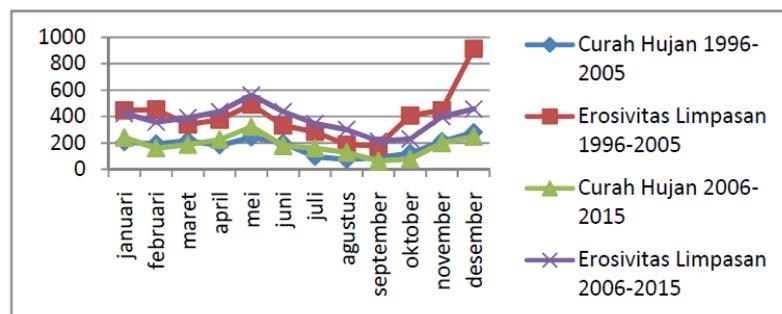
- Laju erosi terbesar terjadi pada Sub DAS 1, Faktor dominan yang menyebabkan hal ini terjadi karena pada Sub DAS 1 memiliki indeks erosivitas yang tinggi yaitu 123,700 m²/jam yang berada di lokasi tanah galian. Disamping itu area DAS yang luas, tata guna lahan yang tidak sesuai serta kemiringan lereng yang sangat curam juga menjadi penyebab tingginya laju erosi pada DAS ini.
- Laju erosi terkecil terjadi pada Sub DAS 2 Kalumata. Faktor dominan yang menyebabkan hal ini terjadi karena pada DAS 2 Kalumata memiliki indeks erosivitas yang rendah dibandingkan dengan Sub DAS lainnya yaitu 19,229 m²/jam. Rendahnya laju erosi yang terjadi selain disebabkan curah hujan (indeks erosivitas), juga disebabkan karena luas Das yang lebih kecil.
- Rata-rata nilai laju erosi yang terjadi pada DAS Kalumata adalah 1,442,940 ton/ha/tahun.
- Faktor lain yang menyebabkan tingginya laju erosi pada DAS Kalumata adalah terbukanya lahan di sepanjang aliran sungai akibat penggunaan lahan oleh masyarakat yang tidak menerapkan teknik-teknik konservasi tanah yang tepat. Dan menjadikan salah satu mata pencaharian mereka dalam pengambilan tanah sehingga mempercepat pengikisan lahan

Erosi yang diperbolehkan (Edp) dan Tingkat Bahaya Erosi (TBE)

Analisa Edp digunakan untuk mengetahui kondisi suatu lahan dengan melihat tingkat erosi yang terjadi dan dibandingkan dengan laju erosi yang di ijinakan. Jika laju erosi yang terjadi lebih besar dari pada laju erosi yang di ijinakan maka lahan tersebut dalam kondisi kritis. Dan jika laju erosi yang terjadi lebih kecil dari pada laju erosi yang di ijinakan maka lahan tersebut dalam kondisi aman seperti yang terlampir. Analisa TBE dilakukan untuk mengetahui kelas bahaya erosi suatu lahan dengan melihat laju erosi yang terjadi (A) dan kedalaman solum tanahnya seperti pada grafik berikut.



Gambar 7. Grafik Hubungan Curah Hujan Dan Erosivitas Limpasan Permukaan Pada Sub DAS I Kalumata



Gambar 8. Grafik Hubungan Curah Hujan Dan Erosivitas Limpasan Permukaan Pada Sub DAS II Kalumata

IV. KESIMPULAN

Penelitian dan pembahasan yang telah diuraikan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. DAS Kalumata yang luasnya 240,56 ha terbagi atas 2 sub DAS di bagian hulu 136,35 ha dan bagian hilir 104,21 ha. Dimana setelah perhitungan didapatkan hasil debit pada tahun 2001-2008 sebesar 7,3157 m³/dt sedangkan hasil debit pada tahun 2009-2015 sebesar 7,2811 m³/dt maka total debit yang di dapatkan dari 2 Sub DAS sebesar 14,5968 m³/dt, erosivitas limpasan permukaan yang terjadi pada Sub DAS 1 tepatnya pada tahun 2001-2008 sebesar 2.302,78 m²/jam sedangkan pada tahun 2009-2015 sebesar 2.469,56 m²/jam ada pula yang terjadi pada Sub DAS 2 yang mana telah di dapatkan dari hasil perhitungan dari tahun 2001-2008 sebesar 2.163,56 m²/jam sedangkan yang terjadi pada tahun 2009-2015 sebesar 2.463,01 m²/jam yang totalnya mencapai 9.398,90 m²/jam dan mengakibatkan nilai total laju erosi sebesar 122.329,47 ton/ha/thn dengan rerata laju erosi 849,510 ton/ha/thn. Laju erosi tersebut di katakan berat, karena masih dapat mengakibatkan hilangnya kedalaman tanah efektif dan membuat DAS menjadi kritis.
2. Hasil analisa mengenai tingkat bahaya erosi pada Sub Das I dapat dilihat Erosi Sedang 25,17 % , Tinggi 29,08 % dan Sangat Tinggi 45,75 % . sedangkan Sub DAS II Erosi Sedang 20 % , Tinggi 34 % dan Sangat Tinggi 46 % , Jika dirata- ratakan maka erosi DAS Kalumata dikatakan Tinggi. dengan tingkat bahaya erosi yang demikian, dapat di ketahui bahwa kekritisn lahan pada DAS Kalumata adalah sebagai berikut : potensi Kritis 46 % sebesar 109,540 ha , Semi Kritis 34 % sebesar 76,940 ha, sedangkan Kritis 20 % sebesar 47,960ha. Dan untuk mengetahui perubahan tata gunah lahan yang terjadi di DAS Kalumata dari tahun 2001 – 2015 maka perubahan yang terjadi cukup besar karena adanya proses penambangan tanah galian yang mengakibatkan tutup lahannya berubah,

Adapun saran setelah adanya penelitian ini adalah hasil studi ini berdasarkan penggunaan lahan eksisting sehingga hanya diketahui nilai erosi pada saat ini saja. Untuk itu perlu dilakukan penelitian lanjutan berdasarkan penggunaan lahan dan waktu yang berbeda agar dapat diketahui dampak perubahan pengguna lahan terhadap kondisi daerah aliran sungai (DAS).

Untuk penelitian sejenis, disarankan agar memaksimalkan alat bantu yang digunakan guna mendapatkan hasil yang lebih baik beberapa parameter diperlukan data primer agar hasil simulasi yang diperoleh lebih mendekati kondisi lapangan. Penyebab terbesar terjadinya erosi disuatu lahan karena ulah manusia misalnya melakukan pembukaan hutan, penebangan pohon dan juga menerapkan teknologi pertanian yang sangat sederhana. Oleh karena itu di butuhkan suatu kebijakan dari pemerintah Kota Ternate untuk melibatkan masyarakat dalam melaksanakan pengelolaan Daerah Aliran Sungai (DAS) berbasis konservasi.

REFERENSI

- [1] Arsyad, S, Konservasi Tanah dan Air, Institut Pertanian Bogor, Bogor. Asdak, Chay, 2002, Hidrologi Dan Penggolaan Daerah Aliran sungai, Gaja Mada University Press: Yogyakarta. 1989.
- [2] Badan Perencanaan Dan Pembangunan Daerah Kota Ternate, 2012-2032, Profil Derah Kota Ternate Tengah.
- [3] Chow, Ven Ten. Hidrolika Saluran Terbuka, Erlangga, Jakarta. 1997
- [4] Rahim, S.E, Pengendalian Erosi tanah Dalam Rangka Pelestarian Lingkungan Hidup, Jakarta. Bumi Askara. 2000.
- [5] RLKT (Rehabilitasi Lahan Dan Konservasi Tanah), Buku II 1986.
- [6] Soemarto, CD.. Hidrologi Teknik. Erlangga, Jakarta, 1999.

- [7] Suripin, The Possible Scenario Of The Wonogiri Watershed Management, Media Komunikasi Teknik Sipil Volume 9.No 2. Edisi XX Mei 2001. 2001.
- [8] Suripin, Pelestarian Sumber Daya Tanah dan Air, Penerbit Andi, Yogyakarta. 2004.
- [9] Triadmojo, Bambang, Hidrologi Terapan, Beta Offset, Yogyakarta. 2006.
- [10] Utomo, Wani Hadi, Hidrologi Teknik, Jakarta, Erlangga, Konservasi Tanah di Indonesia, Rajawali Pers, Jakarta. 1994.

Halaman ini sengaja dikosongkan