

**ANALISIS POTENSI SEDIMENTASI EMBUNG
BEKAS LAHAN GALIAN TAMBANG BATUBARA
(STUDI KASUS EMBUNG BUKIT RAYA 1b TENGGARONG SEBERANG)**

Wahid Syaifullah Wahyudin¹, Fatchan Nurrochmad², Karlina²

¹Mahasiswa Pasca Sarjana Magister Departemen Teknik Sipil Dan Lingkungan, Universitas Gadjah Mada, Jl. Grafika No.2 Kampus UGM, Yogyakarta

Email : wahidsw1979@gmail.com

²Staf Pengajar Departemen Teknik Sipil Dan Lingkungan, Universitas Gadjah Mada, Jl. Grafika No.2 Kampus UGM, Yogyakarta

Abstrak

Kabupaten Kutai Kartanegara merupakan salah satu penyangga kebutuhan pangan di Kalimantan Timur. Sebagian sumber air irigasi berasal dari air hujan yang tertampung di lahan bekas galian tambang batubara berupa embung yang mempunyai kapasitas tertentu. Salah satunya adalah Embung Bukit Raya 1b dengan luas 9,6 ha, volume tampungan 928.222 m³, volume tampungan mati (dead storage) 343.980 m³ dan melayani daerah irigasi seluas 334,46 ha, Embung Bukit Raya 1b mulai dioperasikan di awal tahun 2013. Permasalahan umum yang biasa dialami embung adalah besar sedimentasi yang menyebabkan tingkat ketersediaan air embung lama – lama berkurang, namun karena di Embung Bukit Raya 1b tidak tersedia data sedimentasi terukur, maka besar sedimentasi yang bisa dihitung adalah potensinya saja. Melalui pengamatan langsung di lapangan, indikasi adanya sedimentasi mulai terlihat, yaitu luas genangan berkurang, muncul beberapa titik gundukan tanah di kaki tebing ataupun tanggul Embung Bukit Raya 1b. Cara menghitung besar potensi sedimentasi digunakan pendekatan Metode USLE dan MUSLE. Besar potensi sedimentasi diperoleh dari hasil perhitungan erosi tanggul ataupun tebing embung yang masuk ke dalam embung. Daerah tangkapan air (catchment area) diperoleh dengan cara mengolah data DEM dari Badan Informasi Geospasial 2014 menjadi peta topografi menggunakan Arc – Gis. Data curah hujan yang digunakan sebanyak 7 tahun mulai tahun 2013 – 2019. Hasil hitungan berdasarkan Metode USLE diperoleh besar erosi selama rata – rata satu tahun sebesar 17.312,603 m³/tahun, sedimentasi diperoleh dari besar erosi dikalikan nilai Sediment Delivery Ratio (SDR) 47,765 %. Hasil perhitungan menunjukkan besar potensi sedimentasi rata – rata pertahun adalah sebesar 8.269,453 m³/tahun yang menyebabkan umur operasi embung paling lama 42 tahun jika tidak ada pemeliharaan sama sekali. Hasil hitungan menurut Metode MUSLE, besar potensi sedimentasi dengan kala ulang 2, 5, 10, 25, 50, dan 100 tahun adalah sebesar 19.777,433 m³; 26.257,524 m³; 30.467,198 m³; 35.717,971 m³, 39.581,333 m³, dan 43.429,729 m³ secara berturut-turut, jika tidak ada pemeliharaan sama sekali, umur layanan embung di saat kala ulang 50 tahun sudah tidak bisa dioperasikan lagi.

Kata kunci : Erosi, sedimentasi, daerah tangkapan air (catchment area), USLE, SDR, dan MUSLE

PENDAHULUAN

Kabupaten Kutai Kartanegara merupakan salah satu penyangga kebutuhan pangan di Kalimantan Timur. Sebagian sumber air irigasi berasal dari air hujan yang tertampung di lahan bekas galian tambang batubara berupa embung yang mempunyai kapasitas tertentu. Beberapa dari embung tersebut di antaranya adalah Embung Bukit Raya 1a luas 1,96 ha, 1b luas 9,6 ha, dan 2b dengan luas 8,6 ha. Ketiga embung mulai dioperasikan di awal tahun 2013. Dibandingkan kedua Embung Bukit Raya yang lain (1a dan 2b), Embung Bukit Raya 1b mempunyai pengaruh yang cukup penting karena melayani luas lahan irigasi seluas 334,46 ha. Sedangkan Embung Bukit Raya 1a melayani luas lahan irigasi 97,09 ha dan Embung Bukit Raya 2b melayani luas lahan irigasi 280,17 ha. (Dinas Pekerjaan Umum Kutai Kartanegara, 2013). Oleh karena itu, dalam penelitian ini, lokasi yang digunakan adalah Embung Bukit Raya 1b dengan volume tampungan 928.222 m³ dan volume tampungan mati (*dead storage*) 343.980 m³.

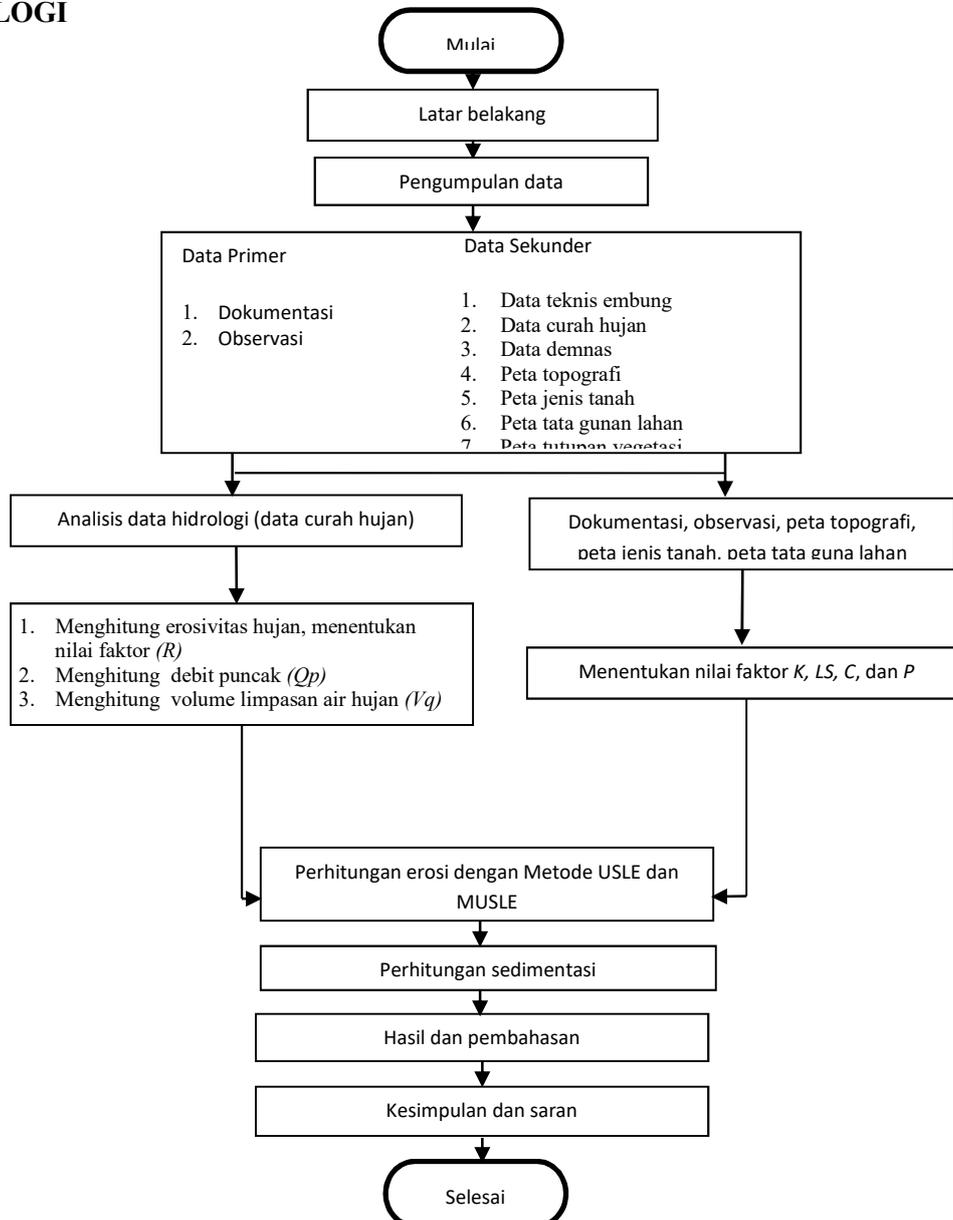
Permasalahan umum yang biasa dialami embung adalah besar sedimentasi yang menyebabkan tingkat ketersediaan air embung lama – lama berkurang dan umur layanan menjadi lebih pendek, namun karena di Embung Bukit Raya 1b tidak tersedia data sedimentasi terukur, maka besar sedimentasi yang bisa dihitung adalah potensinya saja. Melalui pengamatan langsung di lapangan, indikasi adanya sedimentasi mulai terlihat, yaitu luas genangan berkurang, muncul beberapa titik gundukan tanah di kaki tebing ataupun tanggul Embung Bukit Raya 1b. Cara menghitung besar potensi sedimentasi digunakan

pendekatan metode USLE dan MUSLE. Dikarenakan tidak terhubung langsung daerah aliran sungai (DAS) maka besar potensi sedimentasi diperoleh dari hasil hitungan erosi tanggul ataupun tebing embung yang masuk ke dalam embung.

Data yang digunakan dalam studi ini meliputi data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh melalui pengamatan langsung untuk melihat kondisi Embung Bukit Raya 1b sekarang (*existing*) yang bertujuan memastikan kondisi lapangan tersebut sama dengan peta tata guna lahan sekarang. Data lain yang digunakan adalah data - data sekunder, seperti data teknis Embung Bukit Raya 1b, data curah hujan, data demnas, peta topografi, peta jenis tanah dan peta tata guna lahan. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui besar potensi erosi yang terjadi di tanggul ataupun tebing Embung Bukit Raya 1b sehingga nantinya akan diketahui besar potensi sedimentasinya dan umur operasinya.

Manfaat dari penelitian ini adalah diharapkan bisa mendapatkan hasil penelitian berupa besar potensi sedimentasi Embung Bukit Raya 1b dan umur operasinya. Selain itu, sebagai salah satu bahan dan acuan dalam memberikan masukan Pemda Kabupaten Kutai Kartanegara dalam pemanfaatan embung bekas galian tambang batubara sebagai sumber air irigasi ataupun untuk kepentingan lain yang lebih besar di masa datang.

METODOLOGI



Gambar 1. Bagan alur penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Metode USLE

Metode yang umum digunakan untuk memperkirakan besarnya erosi permukaan adalah metode *Universal Soil Loss Equation* (USLE) (Asdak, 1995). Wischmeier dan Smith (1978) dalam Doddy Rinaldi, 2011, juga menyatakan bahwa metode yang umum digunakan untuk menghitung laju erosi adalah Metode *Universal Soil Loss Equation* (USLE). Adapun perhitungan erosi permukaan dengan Metode USLE dilakukan dengan menggunakan rumus berikut :

$$A = R \times K \times LS \times C \times P \dots\dots\dots(1)$$

Dengan :

A : Jumlah tanah yang hilang rata-rata setiap tahun (ton/ha/tahun)

R : Indeks daya erosi curah hujan (erosivitas hujan)

K : Indeks kepekaan tanah terhadap erosi (erodibilitas tanah)

LS : Faktor panjang lereng (*L*) dan kemiringan lereng (*S*)

C : Faktor tanaman (vegetasi)

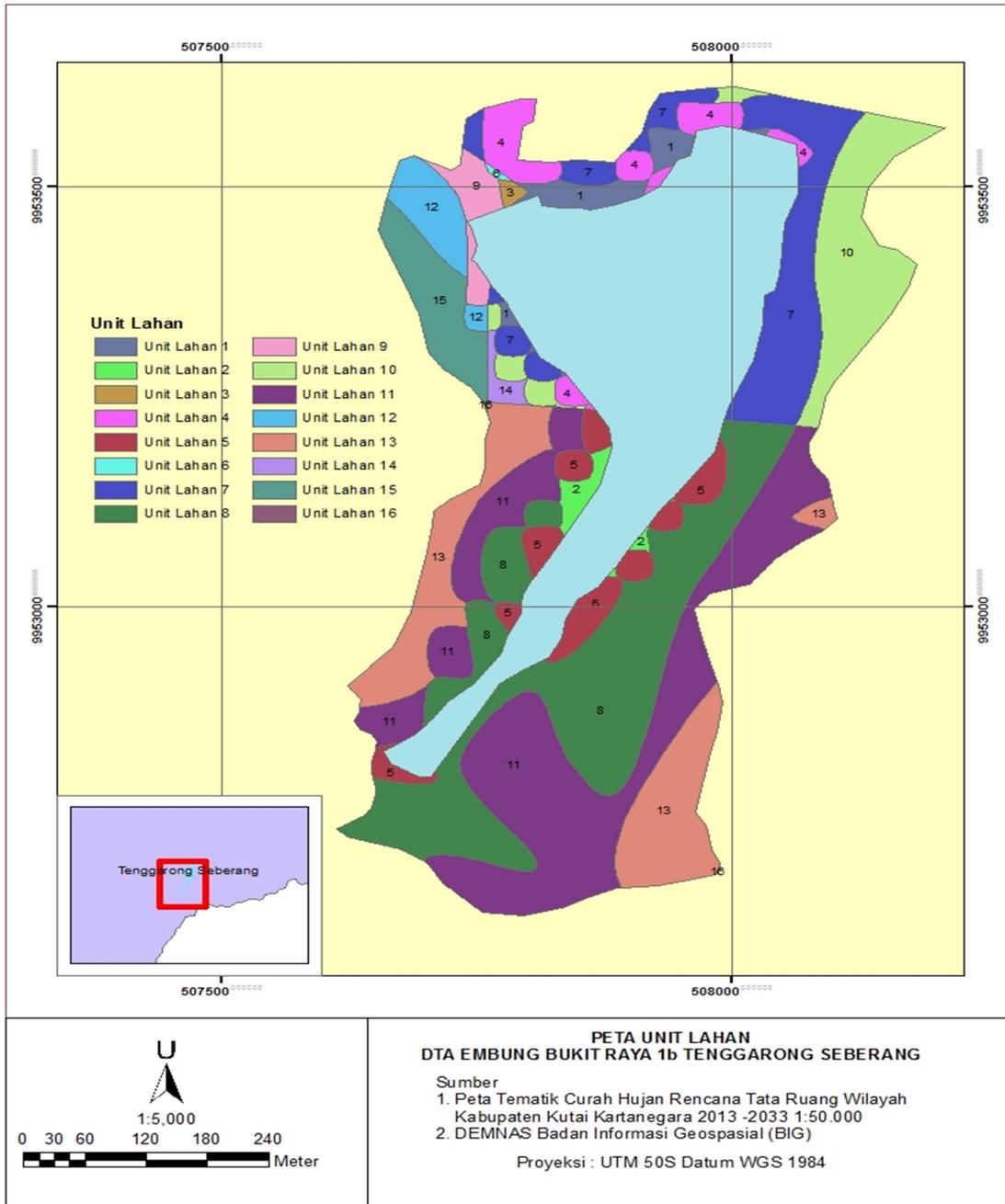
P : Faktor usaha-usaha pencegahan erosi (konservasi)

Hitungan Metode USLE dimulai dengan mengolah data hidrologi yaitu data curah hujan untuk memperoleh erosivitas hujan, untuk data curah hujan bisa dilihat pada (Tabel 1).

Tabel 1. Data curah hujan Stasiun UPT Dinas Pertanian Tenggarong Seberang

Tahun		Bulan											
		Jan	Feb	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agust	Sep	Okt	Nov	Des
2013	Jumlah hujan (mm)	241,0	242,0	371,0	153,0	350,0	221,0	140,0	50,0	135,0	293,0	204,0	210,0
	Harian maksimum	75,0	40,0	65,0	40,0	103,0	77,0	35,0	13,0	41,0	52,0	30,0	30,0
	Jumlah hari hujan	12	12	14	10	19	11	13	9	12	21	13	18
2014	Jumlah hujan (mm)	323,0	132,0	126,0	88,0	132,0	163,0	93,0	100,0	42,0	37,0	101,0	362,0
	Harian maksimum	75,0	45,0	28,0	38,0	35,0	47,0	30,0	35,0	19,0	18,0	19,0	89,0
	Jumlah hari hujan	13	6	11	8	11	12	10	12	6	5	14	18
2015	Jumlah hujan (mm)	243,0	158,0	197,0	402,0	70,0	224,0	74,0	54,0	0,0	23,0	72,0	153,0
	Harian maksimum	53,0	54,0	92,0	113,0	16,0	47,0	44,0	28,0	0,0	12,0	16,0	7,0
	Jumlah hari hujan	18	10	10	15	12	16	6	3	0	5	10	8
2016	Jumlah hujan (mm)	162,0	66,0	60,0	216,0	172,0	91,0	188,0	84,0	195,0	161,0	290,0	313,0
	Harian maksimum	68,0	31,0	14,0	50,0	55,0	46,0	56,0	31,0	42,0	54,0	107,0	39,0
	Jumlah hari hujan	6	5	11	14	14	9	10	12	14	15	13	21
2017	Jumlah hujan (mm)	176,0	115,0	186,0	296,0	196,0	214,0	198,0	195,0	97,0	197,0	257,0	197,0
	Harian maksimum	39,0	33,0	71,0	46,0	34,0	42,0	46,0	100,0	18,0	40,0	34,0	31,0
	Jumlah hari hujan	18	15	17	16	18	13	11	13	10	13	19	15
2018	Jumlah hujan (mm)	151,0	273,0	208,0	252,0	147,0	258,0	100,0	53,0	121,0	124,0	88,0	114,0
	Harian maksimum	35,0	69,0	57,0	64,0	64,0	77,0	29,0	31,0	75,0	40,0	18,0	39,0
	Jumlah hari hujan	18	13	14	15	14	11	12	7	6	12	11	9
2019	Jumlah hujan (mm)	169,0	119,0	254,0	146,0	115,0	469,0	67,0	104,0	46,0	178,0	199,0	268,0
	Harian maksimum	44,0	66,0	57,0	41,0	27,0	141,0	38,0	77,0	42,0	28,0	70,0	91,0
	Jumlah hari hujan	17	6	13	12	13	18	10	7	4	17	11	17

Perhitungan selanjutnya adalah menentukan daerah tangkapan hujan (*catchment area*) menggunakan program *Arc Gis* berdasarkan data demnas dari Badan Informasi Geospasial 2014 dan selanjutnya dilakukan pembuatan peta unit lahan dengan cara menumpangtindihkan (*overlay*) peta topografi, peta curah hujan, peta jenis tanah dan peta tata guna lahan sehingga akan diperoleh nilai erodibilitas tanah (*K*), faktor panjang dan kemiringan lereng (*LS*), faktor tanaman (*C*) dan faktor usaha-usaha pencegahan erosi (*P*) untuk masing – masing peta unit lahan. Untuk lebih jelasnya mengenai peta unit lahan bisa lihat pada (Gambar 2).



Gambar 2. Peta unit lahan

Perhitungan besar potensi erosi bisa dilihat pada (Tabel 2). Hitungan yang ditampilkan adalah hitungan erosi bulan Januari

Tabel 2 Perhitungan erosi permukaan Embung Bukit Raya 1b bulan Januari

No. unit lahan	Tata guna lahan	Jenis tanah	Kelas kelereng (%)	Luas lahan (ha)	Faktor erosi					Erosi existing (ton/ha/bulan)	Erosi existing (m ³ /bulan)
					<i>R</i>	<i>K</i>	<i>LS</i>	<i>C</i>	<i>P</i>		
1	Pertanian Lahan Kering	Organosol Glei Humus	0-8	0,530	186,300	0,25	0,40	0,40	1,00	7,452	2,761
2	Pertanian Lahan Kering	Padsolik,Merah Kuning	0-8	0,236	186,300	0,32	0,40	0,40	1,00	9,539	1,428
3	Semak Belukar	Organosol Glei Humus	0-8	0,057	186,30	0,25	0,40	0,30	1,00	5,589	0,222
4	Pertanian Lahan Kering	Organosol Glei Humus	8-15	0,954	186,30	0,32	1,40	0,40	1,00	33,385	22,270
5	Pertanian Lahan Kering	Padsolik,Merah Kuning	8-15	1,271	186,30	0,25	1,40	0,40	1,00	26,082	20,977
6	Semak Belukar	Organosol Glei Humus	8-15	0,017	186,30	0,32	1,40	0,30	1,00	25,039	0,292
7	Pertanian Lahan Kering	Organosol Glei Humus	15-25	2,715	186,30	0,25	3,10	0,40	1,00	57,753	109,662
8	Pertanian Lahan Kering	Padsolik,Merah Kuning	15-25	5,537	186,30	0,32	3,10	0,40	1,00	73,924	259,069
9	Semak Belukar	Organosol Glei Humus	15-25	0,425	186,30	0,25	3,10	0,30	1,00	43,315	12,867
10	Pertanian Lahan Kering	Organosol Glei Humus	25-40	2,291	186,30	0,25	6,80	0,40	1,00	126,684	202,991
11	Pertanian Lahan Kering	Padsolik,Merah Kuning	25-40	6,031	186,30	0,32	6,80	0,40	1,00	162,156	618,971
12	Semak Belukar	Organosol Glei Humus	25-40	0,684	186,30	0,25	6,80	0,30	1,00	95,013	45,428
13	Pertanian Lahan Kering	Padsolik,Merah Kuning	40>	3,042	186,30	0,32	9,50	0,40	1,00	226,541	436,098
14	Pertanian Lahan Kering	Organosol Glei Humus	40>	0,146	186,30	0,25	9,50	0,40	1,00	176,985	18,085
15	Semak Belukar	Organosol Glei Humus	40>	1,016	186,30	0,25	9,50	0,30	1,00	132,739	94,281
16	Semak Belukar	Padsolik,Merah Kuning	40>	0,004	186,30	0,32	9,50	0,30	1,00	169,906	0,484
Jumlah				24,956						1.372,100	1.845,885

Perhitungan total besar potensi erosi bulan Januari sampai Desember seperti pada Tabel 2 berdasarkan persamaan 1 dan peta unit lahan bisa dilihat pada (Tabel 3).

Tabel 3. Perhitungan erosi permukaan Embung Bukit Raya 1b rerata per tahun

No. unit lahan	Bulan	Luas lahan (ha)	Erosi existing (ton/ha/bulan)	Erosi existing (ton/bulan)	Erosi existing (m ³ /bulan)
1	Januari	24,956	1.372,100	2.840,170	1.845,885
2	Februari	24,956	875,470	1.812,172	1.177,768
3	Maret	24,956	1.349,962	2.794,345	1.816,103
4	April	24,956	1.525,371	3.157,431	2.052,080
5	Mei	24,956	980,155	2.028,866	1.318,602
6	Juni	24,956	1.829,248	3.786,439	2.460,885
7	Juli	24,956	681,960	1.411,618	917,440
8	Agustus	24,956	582,996	1.206,768	784,304
9	September	24,956	522,623	1.081,799	703,084
10	Oktober	24,956	707,576	1.464,642	951,901
11	November	24,956	1.019,066	2.109,409	1.370,949
12	Desember	24,956	1.422,436	2.944,363	1.913,603
Jumlah			12.868,962	26.638,023	17.312,603

Perhitungan sedimentasi diperoleh dengan cara memperkirakan besarnya hasil sedimen dari suatu daerah tangkapan air melalui perhitungan *Sediment Delivery Ratio (SDR)*, *SDR* adalah rasio penghantaran sedimen hasil erosi lahan dari DAS/ suatu daerah tangkapan air menuju waduk/embung. (Asdak, 1995 dalam Fadiah 2014). Perhitungan besar sedimentasi yang terjadi dihitung dengan persamaan 2.

$$S = E \times SDR \dots \dots \dots (2)$$

Dengan :

S : Sedimentasi yang terjadi (ton/tahun)

E : Erosi yang terjadi (ton/tahun)

SDR : *Sediment Delivery Ratio* (%)

Tabel 4. Nilai SDR

No	Luas DAS/daerah tangkapan air (ha)	<i>Sediment delivery ratio (SDR)</i> (%)
1	10,00	53,00
2	50,00	39,00
3	100,00	35,00
4	500,00	27,00
5	1.000,00	24,00
6	5.000,00	15,00
7	10.000,00	13,00
8	20.000,00	11,00
9	50.000,00	0,85
10	2.600.000,00	0,49

Sumber : Departemen kehutanan, 2009 dalam Markus Tahya 2014

Nilai *Sediment Delivery Ratio (SDR)* tidak menggunakan hasil pengukuran dan perhitungan sendiri, dikarenakan untuk menentukan nilai SDR sesuai kondisi di lapangan memerlukan kajian dan

penelitian khusus yang memerlukan waktu, tenaga dan biaya yang tidak sedikit, sehingga bisa menyebabkan tidak akan terselesaikannya penelitian utama makalah ini yaitu analisis besar potensi sedimentasinya. Besar nilai *Sediment Delivery Ratio (SDR)* menggunakan besaran yang dikeluarkan Departemen Kehutanan. Dari studi pustaka penelitian lain, jika tidak tersedia nilai SDR sebenarnya di lapangan, maka besar nilai SDR yang dikeluarkan Departemen Kehutanan tersebut biasanya digunakan sebagai acuan untuk menentukan nilai SDR. Hal tersebut bisa dilihat di Tabel 4.

Perhitungan besar potensi sedimentasi menggunakan persamaan 2 yaitu besar erosi selama rata – rata satu tahun sebesar 17.312,603 m³/tahun dikalikan nilai *Sediment Delivery Ratio (SDR)*, dari Tabel 4 dengan luas daerah tangkapan air/DAS sebesar 24,956 ha dan menggunakan metode interpolasi maka nilai *SDR* yang diperoleh adalah sebesar 47,765 %, sehingga besar potensi sedimentasi rata – rata per tahun yang didapat adalah sebesar 8.269,453 m³ artinya jika volume tampungan mati (*dead storage*) embung sebesar 343.980 m³ tidak dilakukan kegiatan pemeliharaan sama sekali, maka umur operasi embung paling lama adalah 42 tahun.

Metode MUSLE

Metode MUSLE (*Modified Universal Soil Loss Equation*) merupakan pengembangan dari metode USLE. (Williams, 1975 dalam Suripin 2002) melakukan modifikasi USLE dengan mengganti faktor *R* atau faktor erosivitas hujan dengan faktor aliran. Dengan cara baru ini, yang selanjutnya dinamai modifikasi USLE (MUSLE), besarnya sedimentasi yang terjadi sudah menggambarkan erosi yang terjadi. Selain mengganti faktor hujan dengan faktor aliran, model erosi MUSLE juga menggunakan faktor yang terdapat pada USLE dalam memprediksi erosi yang terjadi. Faktor-faktor tersebut adalah faktor erodibilitas tanah, panjang dan kemiringan lereng, penggunaan lahan untuk tanaman dan faktor usaha-usaha pencegahan erosi/konservasi. Persamaan metode MUSLE dapat dituliskan dalam bentuk (Williams, 1975; Simon and Senturk, 1992 dalam Suripin 2002).

$$SY = 11,8 (Qp \times Vq)^{0,56} \times K \times LS \times C \times P \dots\dots\dots(3)$$

Dengan :

- SY : Hasil sedimentasi (ton)
- QP : Debit maksimum (m³/detik),
- VQ : Volume laliran pada suatu kejadian hujan (m³).
- K : Indeks kepekaan tanah terhadap erosi (erodibilitas tanah)
- LS : Faktor panjang lereng (*L*) dan kemiringan lereng (*S*)
- C : Faktor tanaman (vegetasi)
- P : Faktor usaha-usaha pencegahan erosi (konservasi)

Debit Puncak (Qp)

Metode hitungan yang digunakan untuk mendapatkan debit puncak (*Qp*) adalah metode rasional, hal ini dikarenakan DAS/daerah tangkapan air yang kecil. Beberapa ahli memandang bahwa luas DAS/ daerah tangkapan air kurang dari 2,5 km² dapat dianggap sebagai DAS kecil (Ponce, 1989 dalam Bambang Triatmodjo 2009). Metode rasional didasarkan pada persamaan berikut :

$$Q = 0,278 \times C \times I \times A \dots\dots\dots(4)$$

Dengan :

- Q : Debit puncak yang ditimbulkan oleh hujan dengan intensitas, durasi, dan frekuensi tertentu (m³/detik)
- C : Koefisien aliran yang tergantung pada jenis permukaan lahan
- I : Intensitas hujan (mm/jam), metode monobe ($I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t}\right)^{2/3}$ dengan $t = \frac{0,06628L^{0,77}}{S^{0,385}}$ (t menggunakan rumus *kirpich* dikarenakan *cathment area* kecil luas kurang dari 80 ha dalam Bambang Triatmodjo 2009)
- A : Luas daerah tangkapan (km²)

Volume Limpasan (Vq)

Metode yang digunakan untuk menghitung volume limpasan adalah yaitu SCS (*Soil Conservation Service*) (SCS, 1972 dalam chow 1988) yaitu :

$$Pe = \frac{(P-0,2S)^2}{(P+0,8S)} \dots\dots\dots(5)$$

Dengan :

Pe : Kedalaman hujan efektif (mm)

P : Kedalaman hujan (mm)

S : Retensi potensial maksimum air oleh tanah, yang sebagian besar adalah infiltrasi (mm)

$$S = \frac{25400}{CN} - 254$$

CN : Curve number, yang merupakan fungsi karakteristik DAS seperti tipe tanah, tanaman penutup, tata guna lahan, kelembaban dan cara pengerjaan tanah

$$\text{Maka } Vq = \frac{1}{1000} Pe \times A \dots\dots\dots(6)$$

Dengan :

Qp : Volume limpasan (m^3)

Pe : Kedalaman hujan efektif (mm)

A : Luas daerah tangkapan (m^2)

Hitungan Metode MUSLE dimulai dengan mengolah data hidrologi yaitu data curah hujan untuk mendapatkan hujan harian maksimum selama satu tahu dengan menggunakan analisis frekuensi, hal tersebut bisa dilihat pada (Tabel 5).

Tabel 5. Hujan harian (P) maximum

No	Tahun	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agu	Sep	Okt	Nov	Des	Hujan (P) max
1	2013	75,0	40,0	65,0	40,0	103,0	77,0	35,0	13,0	41,0	52,0	30,0	30,0	103,00
2	2014	75,0	45,0	28,0	38,0	35,0	47,0	30,0	35,0	19,0	18,0	19,0	89,0	89,00
3	2015	53,0	54,0	92,0	113,0	16,0	47,0	44,0	28,0	0,0	12,0	16,0	75,0	113,00
4	2016	68,0	31,0	14,0	50,0	55,0	46,0	56,0	31,0	42,0	54,0	107,0	39,0	107,00
5	2017	39,0	33,0	71,0	46,0	34,0	42,0	46,0	100,0	18,0	40,0	34,0	31,0	100,00
6	2018	35,0	69,0	57,0	64,0	64,0	77,0	29,0	31,0	75,0	40,0	18,0	39,0	77,00
7	2019	44,0	66,0	57,0	41,0	27,0	141,0	38,0	77,0	42,0	28,0	70,0	91,0	141,00

Data hujan harian (P) maximum tersebut diolah dengan melakukan analisis frekuensi, setelah itu dilakukan uji sebaran menggunakan Metode *Chi Kuadrat* dan *Smirnov Kolmogorof*, sehingga yang terpilih analisis sebarannya adalah log pearson III. Data hujan harian (P) maximum yang telah diolah menghasilkan data hujan harian maksimum berdasarkan kala ulang, hal tersebut bisa dilihat pada (Tabel 6).

Tabel 6. Hujan harian maksimum sesuai kala ulang

No.	Periode kala ulang (tahun)	R_{24} (mm)
1	2	102,014
2	5	120,157
3	10	131,402
4	25	144,977
5	50	154,703
6	100	164,206

Hasil hitungan Tabel 6 diatas sebagai dasar untuk menghitung debit puncak (Qp), sehingga bisa dihitung besar potensi sedimentasi tiap periode kala ulang. Untuk besaran nilai C (koefisien aliran), CN , K , LS , C (faktor tanaman), dan P menggunakan besaran nilai kompositnya. Hasil hitungan besar potensi sedimentasi tiap periode kala ulang bisa dilihat pada (Tabel 7).

Tabel 7. Potensi besaran sedimentasi sesuai dengan kala ulang

Kala ulang (tahun)	Debit puncak (Qp)	Volume limpasan permukaan (Vq) (m^3)	Faktor erodibilitas (K)	Faktor kemiringan lereng (LS)	Faktor pengelolaan tanaman (C)	Faktor konservasi tanah (P)	Hasil sedimentasi (m^3)
2	409,888	7.062,708	0,294	5,273	0,391	1,000	19.777,433
5	482,789	9.946,533	0,294	5,273	0,391	1,000	26.257,524
10	527,971	11.861,470	0,294	5,273	0,391	1,000	30.467,198
25	582,515	14.280,808	0,294	5,273	0,391	1,000	35.717,971
50	621,594	16.076,893	0,294	5,273	0,391	1,000	39.581,333
100	659,776	17.876,038	0,294	5,273	0,391	1,000	43.429,729

Hasil hitungan besar potensi sedimentasi menurut Metode USLE dan Metode MUSLE telah didapatkan. Untuk Metode USLE dengan data curah hujan sebanyak 7 tahun mulai tahun 2013 – 2019 diperoleh besar potensi sedimentasi rata – rata per tahun sebesar 8.269,453 m^3 . Sedangkan untuk hasil hitungan Metode MUSLE besar potensi sedimentasi yang didapat berdasarkan kala ulang 2, 5 sampai 100 tahun seperti yang terlihat pada Tabel 7, jika tidak dilakukan kegiatan pemeliharaan sama sekali, umur layanan embung di saat kala ulang 50 tahun sudah tidak bisa dioperasikan lagi.

Perbandingan hasil hitungan Metode USLE dan Metode MUSLE yang diperoleh cukup berbeda. Metode USLE memperhitungkan curah hujan sebagai dasar hitungan untuk memperoleh besar erosi yang selanjutnya bisa dihitung besar potensi sedimentasinya melalui metode *SDR* (*Sediment Delivery Ratio*). Sedangkan dasar hitungan Metode MUSLE berdasarkan faktor aliran permukaan, besar potensi sedimentasi yang terjadi sudah menggambarkan erosi yang terjadi. Namun demikian untuk penggunaan nilai erodibilitas tanah (K), faktor kemiringan lereng (LS), faktor pengelolaan tanaman (C), faktor konservasi tanah (P), dan peta unit lahan kedua metode tersebut adalah sama, yang berbeda adalah untuk Metode MUSLE menggunakan nilai faktor tersebut diatas secara komposit.

KESIMPULAN

- Perhitungan besar potensi sedimentasi berdasarkan Metode USLE diperoleh besar potensi erosi selama rata – rata satu tahun sebesar 17.312,603 m^3 /tahun, untuk memperoleh besar sedimentasi maka besar erosi tersebut dikalikan nilai Sediment Delivery Ratio (*SDR*) 47.765 %, sehingga besar potensi sedimentasi rata – rata per tahun yang diperoleh adalah sebesar 8.269,453 m^3 .
- Besar potensi sedimentasi menurut Metode MUSLE, hasil hitungan yang didapat berdasarkan kala ulang. Kala ulang 2 tahun sebesar 19.777,433 m^3 , kala ulang 5 tahun sebesar 26.257,524 m^3 , kala ulang 10 tahun sebesar 30.467,198 m^3 , kala ulang 25 tahun sebesar 35.717,971 m^3 , kala ulang 50 tahun sebesar 39.581,333 m^3 , kala ulang 100 tahun sebesar 43.429,729 m^3 .
- Volume tampungan mati (*dead storage*) embung sebesar 343.980 m^3 , menurut hitungan Metode USLE, jika tidak dilakukan kegiatan pemeliharaan sama sekali, maka umur operasi embung paling lama adalah 42 tahun. Sedangkan menurut hitungan Metode MUSLE, jika tidak dilakukan kegiatan pemeliharaan sama sekali, umur layanan embung di saat kala ulang 50 tahun sudah tidak bisa dioperasikan lagi.
- Metode USLE memperhitungkan curah hujan sebagai dasar hitungan untuk memperoleh besar erosi yang selanjutnya bisa dihitung besar potensi sedimentasinya melalui metode *SDR* (*Sediment Delivery Ratio*). Sedangkan dasar hitungan Metode MUSLE berdasarkan faktor aliran permukaan, besar sedimentasi yang terjadi sudah menggambarkan erosi yang terjadi.
- Penggunaan nilai erodibilitas tanah (K), faktor kemiringan lereng (LS), faktor pengelolaan tanaman (C), faktor konservasi tanah (P) dan peta unit lahan kedua metode tersebut adalah sama, yang berbeda adalah untuk Metode MUSLE menggunakan nilai dan faktor tersebut secara komposit.

DAFTAR PUSTAKA

- Asdak C., 1995, *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai Jilid II*, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta
- Badan Informasi Geospasial, 2014, *Data Demnas Kecamatan Tenggaraong Seberang Kabupaten Kutai Kartanegara Provinsi Kalimantan Timur*, Jakarta
- Bambang Triatmodjo, 2009, *Hidrologi Terapan*, Beta Offset, Yogyakarta
- Chow V.T., Maidment D.R., Mays L. W., 1988, *Applied Hydrology*, Mc. Graw – Hill Book Company, Singapore
- Dinas Pekerjaan Umum Kabupaten Kutai Kartanegara, 2013, *Dokumen Pelaksanaan Pembangunan Irigasi Modern Tenggaraong Seberang Tahap 2*, Tenggaraong
- Dinas Tata Ruang Kota dan Pertanahan Kabupaten Kutai Kartanegara, 2013, *Dokumen Peta Tematik Wilayah Kabupaten Kutai Kartanegara*, Tenggaraong
- Doddy Rinaldi, 2011, *Kajian Pengaruh Erosi Lahan Terhadap Sedimentasi Waduk Cirata Jawa Barat*, Tesis Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta
- Fadiah, 2014, *Kajian Erosi Lahan Terhadap Sedimentasi Waduk Bili – bili Kabupaten Gowa Sulawesi Selatan*, Tesis Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta
- Jurusan Teknik Sipil Dan Lingkungan Fakultas Teknik UGM, 2013, *Pedoman Penulisan Tugas Akhir Dan Tesis*, Yogyakarta
- Markus Tahya, 2014, *Pengendalian Erosi Lahan Dan Sedimen Di Daerah Aliran Sungai Matakabo*, Tesis Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta
- Suripin, 2002, *Pelestarian Sumber Daya Tanah dan Air*, Andi, Yogyakarta