

Analisis Tingkat Erosi pada Sungai Konawe di Kabupaten Konawe

Putra Sakti

Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Lakidende
Jl. Sultan Hasanuddin No.234 Kel. Lalosabila
Email: Putrajayasakti04@gmail.com

Abstract

Erosion causes the loss of a fertile layer of soil and good for crop growth as well as reduced soil ability to absorb and retain water. The transported land will be deposited elsewhere, in rivers, reservoirs, lakes, irrigation channels, on farmland and so on. The purpose of this research is to analyze the large rainfall of the Konawe River area. Analyzes large actual erosion (EA) & Potential Erosion (Ep), the average that occurs on the Konawe River every year. The method used to calculate average maximum rainfall is arithmetic. Based on the results of analysis gained on erosion at the upper Abuki River, the location in Konawe district, can be concluded as follows so the magnitude of actual erosion (Ea) on average that occurs on the river Konawe every year coming 5.829 tons/ha/year, and potential erosion (Ep) on average that occurs on the river Konawe every year coming 196.246 tons/ha/year.

Keywords: Rainfall; Erosion; River; Konawe

Abstrak

Erosi menyebabkan hilangnya lapisan tanah atas yang subur dan baik untuk pertumbuhan tanaman serta berkurangnya kemampuan tanah untuk menyerap dan menahan air. Tanah yang terangkut tersebut akan diendapkan di tempat lain, di dalam sungai, waduk, danau, saluran irigasi, di atas tanah pertanian dan sebagainya. Adapun tujuan penelitian ini yaitu, menganalisis besar curah hujan wilayah Sungai Konawe. Menganalisis besar erosi aktual (Ea) & erosi potensial (Ep), rata-rata yang terjadi pada Sungai Konawe setiap tahun. Adapun metode yang digunakan untuk menghitung Curah Hujan Maksimum Rata-rata adalah *Aritmatik*. Berdasarkan hasil analisis yang didapat terhadap erosi pada hulu Sungai Abuki, lokasi di Kabupaten Konawe, dapat disimpulkan sebagai berikut jadi besarnya erosi aktual (Ea) rata-rata yang terjadi pada Sungai Konawe setiap tahun mendatang 5,829 ton/ha/tahun, dan erosi potensial (Ep) rata-rata yang terjadi pada Sungai Konawe setiap tahun mendatang 196,246 ton/ha/tahun.

Kata kunci: Curah Hujan; Erosi; Sungai; Konawe

PENDAHULUAN

Erosi menyebabkan hilangnya lapisan tanah atas yang subur dan baik untuk pertumbuhan tanaman serta berkurangnya kemampuan tanah untuk menyerap dan menahan air. Tanah yang terangkut tersebut akan diendapkan di tempat lain, di dalam sungai, waduk, danau, saluran irigasi, di atas tanah pertanian dan sebagainya. Kerusakan yang dialami pada tanah tempat erosi terjadi berupa kemunduran sifat-sifat kimia dan fisik tanah seperti kehilangan unsur hara dan bahan organik dan memburuknya sifat-sifat tanah antara lain pada menurunnya kapasitas infiltrasi dan kemampuan tanah menahan air, meningkatnya kepadatan dan ketahanan penetrasi tanah dan berkurangnya kemantapan struktur tanah yang akhirnya menyebabkan memburuknya pertumbuhan tanaman dan memburuknya produktivitas. Selain menimbulkan degradasi lahan, erosi juga menimbulkan beberapa hal yang merugikan, baik terjadi secara langsung di maupun tak langsung.

Timbulnya erosi akan menurunkan kemampuan dari lingkungan, baik sebagai media pengendali tata air, media bagi pertumbuhan tanaman yang nantinya akan berpengaruh pula terhadap makhluk hidup yang memanfaatkannya. Di Indonesia, erosi paling banyak disebabkan oleh air. Proses erosi oleh air merupakan kombinasi dua subproses, yaitu penghancuran struktur tanah menjadi butir-butir primer oleh energi tumbuk butir-butir hujan yang jatuh menimpa tanah, kemudian pengangkutan butir-butir primer tanah yang mengalir di permukaan tanah.

Erosi juga dapat disebut pengikisan atau kelongsoran yang merupakan proses penghanyutan tanah oleh desakan-desakan atau kekuatan air dan angin, baik yang berlangsung secara alamiah ataupun sebagai akibat perbuatan manusia.. hilangnya lapisan tanah atas yang subur dan baik untuk pertumbuhan tanaman serta berkurangnya kemampuan tanah untuk menyerap dan menahan air. Tanah yang terangkut tersebut akan diendapkan di tempat lain, di dalam

sungai, waduk, danau, saluran irigasi, di atas tanah pertanian dan sebagainya.

Kerusakan sungai ameroro di sebabkan oleh gerusan air yang mengakibatkan terjadinya erosi, erosi tersebut jatuh ke sungai yang mengakibatkan bertambah luasnya sungai tersebut dan secara tidak langsung terjadi pendangkalan di sungai ameroro, jadi ketika musim penghujan tiba maka debit air akan naik dan meluap. Selain menimbulkan degradasi lahan, erosi juga menimbulkan beberapa hal yang merugikan, baik terjadi secara langsung di maupun tak langsung.

URAIAN PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Bendung Ameroro terletak di Kecamatan Uepai Kabupaten Konawe yang secara geografi terletak dibagian Selatan garis Khatulistiwa, berada diantara.3°45'00"-3°56'15" Lintang Selatan dan antara 121°51'15"-122°6'15" Bujur Timur. Lokasi penelitian di hulu bendung Ameroro di sungai Ameroro pada Kecamatan Uepai. yang memiliki letak geografi sebelah utara berbatasan dengan Kecamatan Unaaha, sebelah selatan berbatasan dengan Kecamatan Lambuya, sebelah timur berbatasan dengan Kecamatan Pondidaha, dan sebelah barat berbatasan dengan Kecamatan Tongauna. Luas wilayah Kecamatan uepai 11,876 ha.

Sungai Ameroro terletak pada Sub DAS Ameroro, dan panjang sungai 20 km, di antara wilayah Kabupaten Konawe Selatan dan Kabupaten Konawe, Provinsi Sulawesi Tenggara. Lebar sungai bervariasi, berkisar antara 15 – 35 meter

Musim

Kabupaten Konawe memiliki dua musim, yaitu musim kemarau dan penghujan. Musim Kemarau terjadi antara Bulan Juni dan September, dimana angin Timur yang bertiup dari Australia tidak banyak mengandung uap air, sehingga mengakibatkan musim kemarau. Sebaliknya musim hujan terjadi antara Bulan Desember dan Maret, dimana angin Barat yang bertiup dari Benua Asia dan Samudera Pasifik banyak mengandung uap air sehingga terjadi musim hujan. Keadaan seperti itu berganti setiap setengah tahun setelah melewati masa peralihan pada bulan April-Mei dan Oktober - November.

Curah hujan dipengaruhi oleh perbedaan iklim, topografidan perputaran arus udara. Hal ini menimbulkan adanya perbedaan curah hujan menurut bulan dan letak stasiun pengamat. Di wilayah Kabupaten Konawe, curah hujan yang lebih dari 2.000 mm pertahun, meliputi wilayah sebelah Utara “garis lurus Kendari-Kolaka” dan bagian Utara Pulau Buton dan Pulau Wawonii. Sedangkan wilayah

dengan curah hujan kurang dari 2.000 mm pertahun, meliputi wilayah sebelah Selatan “garis lurus” Kendari-Kolaka dan wilayah kepulauan di sebelah Selatan dan Tenggara jazirah Sulawesi Tenggara.

Suhu Udara

Tinggi rendahnya suhu udara dipengaruhi oleh letak geografis wilayah dan ketinggian dari permukaan laut. Kabupaten Konawe yang terletak di daerah khatulistiwa dengan ketinggian pada umumnya di bawah 1.000 meter, sehingga beriklim tropis. Pada tahun 2010, suhu udara maksimum rata-rata berkisar antara 29°C - 32°C, dan suhu minimum rata-rata berkisar antara 22°C - 24°C.

Kondisi Sungai Ameroro

Adapun kondisi hulu bendung Ameroro di sungai Ameroro, di titik lokasi penelitian, kedalaman rata-rata di hulu bendung dekat mercu bervariasi yaitu 1,20 m, 1,10 m, 1,20 m, 1,30 m.

Teknik Pengumpulan Data

Data yang digunakan untuk mengetahui penyebab masalah dan untuk menganalisis erosi pada Sungai Ameroro. Pengumpulan data dilakukan dengan penelitian langsung di lapangan dan dari instansi terkait yaitu Kantor Balai Wilayah Sungai Sulawesi IV. Adapun data yang didapat yaitu data luas daerah aliran sungai ameroro, curah hujan dan data topografi, guna lahan.

Teknik Analisis Data

Setelah semua data dari lapangan terkumpul, maka langkah selanjutnya menganalisa data tersebut. Adapun langkah – langkah yang dilakukan adalah:

Analisis Curah Hujan

Analisis ini dilakukan untuk mencari curah hujan maksimum tahunan pada *Catchment Area* dalam kurun waktu tertentu, data yang ada tahun 2005 – 2015.

Metode Curah Hujan Maksimum Rata-rata *Aritmatik*

$$R = \frac{R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n}{n} \quad (1)$$

Analisis Debit Banjir

Analisis debit banjir menggunakan metode Rasional.

$$Q_t = C \cdot I \cdot A = 0,278 \cdot C \cdot I \cdot A \quad (2)$$

Analisis Erosi

Lahan yang digunakan untuk pemukiman akan berbeda dampak erosinya dengan lahan untuk pertanian.

Rumus menggunakan metode *Universal Soil Loss Equation* (USLE).

$$Ea = R \cdot K \cdot LS \cdot C \cdot P \quad (3)$$

Faktor erosivitas hujan (R)

$$EI^{30} = 2,21 \times R^{1,36} \quad (4)$$

Kemiringan dan panjang lahan

Analisis kemiringan lahan ini sangat mempengaruhi besar tidaknya erosi yang terjadi, sehingga akan menyebabkan terjadinya pengendapan sedimen. Faktor kemiringan lahan ini akan menentukan kecepatan dan volume air larian.

Untuk kemiringan (S) < 20%

$$LS = \frac{\sqrt{L}}{100} (1,38 + 0,965 \times S + 0,138 \times S^2) \quad (5)$$

Untuk kemiringan (S) > 20%

$$LS = \left[\frac{L}{22,1} \right]^{0,6} \times \left[\frac{S}{9} \right]^{1,4} \quad (6)$$

Untuk menentukan panjang lereng (L) digunakan persamaan:

$$L = \frac{1}{2D} \quad (7)$$

$$D = 1,35 \times d + 0,26 \times S + 2,8 \quad (8)$$

$$d = \frac{L_s}{A} \quad (9)$$

PEMBAHASAN

Analisis Luas Sub DAS

Jumlah stasiun yang digunakan di lokasi Sub DAS Ameroro berjumlah tiga buah stasiun yaitu stasiun Unaaha, stasiun Abuki, stasiun Lambuya. Penentuan luas pengaruh stasiun hujan dengan metode aritmatik karena kondisi topografi dan jumlah stasiun memenuhi syarat.

Analisis Curah Hujan

Untuk mendukung analisis hidrologi diperlukan ketersediaan data yang secara kualitas dan kuantitas cukup memadai. Data hujan yang digunakan direncanakan selama 10 tahun terakhir yakni sejak Tahun 2006 hingga Tahun 2020.

Tabel 1. Rekap Data Curah Hujan Harian Maksimum

Tahun	Sta. Abuki (mm)	Sta. Unaaha (mm)	Sta. Lambuya (mm)
2010	14,0	102,0	20,0
2011	20,0	63,0	52,0
2012	16,0	407,0	39,0
2013	18,0	189,0	49,5
2014	70,0	56,0	29,0
2015	29,0	61,0	138,0
2016	5,8	56,0	10,5
2017	31,0	30,0	23,0
2018	56,0	55,0	58,0
2019	33,0	30,0	35,0

Sumber: BWSS IV, Sulawesi Tenggara

Analisis ini dimaksudkan untuk mengetahui curah hujan rata-rata yang terjadi pada daerah tangkapan (catchment area) tersebut, yaitu dengan menganalisis data curah hujan maksimum yang didapat dari tiga stasiun penakar hujan yaitu Sta.Unaaha, Sta. Lambuya dan Sta. Abuki. Metode yang digunakan dalam analisis ini adalah Metode aritmatik seperti Persamaan sebagai berikut (Soemarto, 1999).

$$R = \frac{R_1 + R_2 + \dots + R_n}{N}$$

$$= (102 + 20 + 14) / 3 = 45$$

Keterangan:

- R = Curah hujan maksimum rata-rata (mm)
 R1, R2,.....,Rn = Curah hujan pada stasiun 1,2,.....,n (mm)
 n = Jumlah stasiun

Dari ketiga curah hujan rata – rata stasiun dibandingkan, yang nilai curah hujan rata – ratanya maksimum diambil sebagai curah hujan areal Sub DAS Ameroro.

Perhitungan Curah Hujan Harian Rata-rata

Besarnya curah hujan rata-rata daerah dihitung dengan metode Aritmatic, dimana pada metode ini mempertimbangkan daerah pengaruh tiap titik pengamatan. Stasiun curah hujan yang berpengaruh pada daerah penelitian ini yaitu Stasiun curah hujan Abuki.

Perhitungan Curah Hujan bulanan rata-rata dengan metode Aritmatik untuk bulan Januari adalah

$$R = \frac{R1+R2+R3}{n}$$

$$= \frac{182 + 50 + 245 + 132 + 186 + 139 + 139 + 123 + 266 + 93}{10}$$

$$= 155,48 \text{ mm.}$$

Untuk perhitungan bulanan rata-rata untuk bulan Februari sampai dengan Desember, dapat dilihat dalam **Tabel 2**.

Tabel 2. Hasil Perhitungan Curah Hujan Bulanan rata-rata

No.	Bulan	Curah hujan mm
1	Januari	155.48
2	Februari	139.69
3	Maret	167.98
4	April	148.15
5	Mei	163.54
6	Juni	207.378
7	Juli	197.78
8	Agustus	70.63
9	September	73.81
10	Oktober	42.7
11	Nopember	97.97
12	Desember	137.56

Sumber: Analisa Perhitungan (2020)

Hasil perhitungan curah hujan rata-rata yang selanjutnya sebagai dasar perhitungan untuk erosivitas hujan.

Analisis Erosi

Faktor erosivitas hujan (R)

Untuk menghitung besarnya indeks erosivitas curah hujan bulanan digunakan rumus empiris stasiun Abuki dengan data:

Data curah hujan bulanan Januari = 155,48 mm

$$EI_{30} = 2,21 \times R^{1,36} = 2,21 \times 155,48^{1,36} = 2113,83 \text{ (KJ/ha/mm)}$$

Untuk perhitungan tahun berikutnya ada di dalam **Tabel 3**, data dari tahun 2004 sampai dengan 2013, dibawah ini :

Tabel 3. Tabel Hasil Perhitungan Erosivitas Hujan

No	Tahun	Curah Hujan Bulanan	EI 30
		(Rerata) (mm)	(KJ/ha-mm)
1	Januari	155.48	2113.83
2	Februari	139.69	1827.33
3	Maret	108.80	1300.79
4	April	148.15	1979.46
5	Mei	163.54	2264.23
6	Juni	207.38	3127.44
7	Juli	197.78	2932.25
8	Agustus	70.63	722.80
9	September	73.81	767.41
10	Oktober	42.70	364.56
11	Nopember	97.97	1127.92
12	Desember	137.56	1789.54

Sumber: Hasil Perhitungan (2015)

Faktor erodibilitas tanah (K)

Tanah yang terbentuk sebagai hasil pelapukan dari batuan induk di wilayah DAS Lahumbuti terdiri dari jenis tanah Latasol, Regosol dan Pedsolik. Ada dalam **Tabel 4**.

Luas hulu DAS Lahumbuti = 420,75 km² = 42075 ha

Berdasarkan data analisa jenis tanah Latasol yang terdapat di hulu DAS Lamhumbuti = 58,9 %

Pehitungan nilai Erodibilitas tanah (K) sebagai berikut:

$$\text{Luas jenis tanah Latosol} = 58,9 \% \times 42075 \text{ ha} = 24.782,18 \text{ ha}$$

$$\text{Nilai K untuk Latasol} = 0,02$$

$$\text{Nilai K Rata-rata} = (0,02 / 58,90) * 1 = 0,0003$$

Untuk nilai K rata-rata jenis tanah Pedsolik dan yang lain, dapat dilihat **Tabel 4** dibawah ini,

sehingga nilai K rata-rata keseluruhan jenis tanah = 0,21 dengan cara menjumlah total nilai K rata-rata.

Tabel 4. Nilai Erodibilitas Tanah (K)

No	Jenis Tanah	Luas		K	Nilai K Rata-rata
		(ha)	%		
1	Latasol	24782.18	58.900	0.02	0.0003
2	Pedsolik	4173.84	9.920	0.15	0.0151
3	Organosol	399.71	0.950	0.11	0.1158
4	Mediterian	3488.02	8.290	0.21	0.0253
5	Aluvial	5482.37	13.030	0.05	0.0038
6	Kambisol	3748.88	8.91	0.46	0.0516
Total		42075.00	100.00	1.00	0.21

Sumber: Hasil Perhitungan (2015)

Faktor panjang dan kemiringan lereng, LS

Perhitungan faktor panjang dan kemiringan lereng (LS) ini, sebagai berikut:

Kemiringan lereng (S) pada Cathment Area mulai dari 0 – 40%

Luas Cathment Area = 420,75 km²

Panjang sungai hulu Lahambuti =14 km

Kerapatan drainase (d), hasil perbandingan antara panjang sungai dengan luas Cathment Area, adalah sebagai berikut:

$$d = \frac{14}{420,75} = 0,0003$$

Untuk kemiringan lereng (S) = 0 %

Kerapatan drainase aktual (D) :

$$D = (1,35 \times d) + (0,26 \times S) + 2,8$$

$$D = (1,35 \times 0,0003) + (0,26 \times 0) + 2,8$$

$$= 2,80 \text{ km}$$

Nilai L dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$L = \frac{l}{2D}$$

$$= \frac{14}{2 \times 2,80} = 0,178 \text{ km} = 178 \text{ m}$$

$$LS = \frac{\sqrt{L}}{100} (1,38 + (0,965 \times S) + (0,138 \times S^2))$$

$$LS = \frac{\sqrt{178}}{100} (1,38 + (0,965 \times 0) + (0,138 \times 0^2))$$

$$= 0,184$$

Perhitungan faktor panjang dan kemiringan lereng (LS) selanjutnya dapat dilihat pada **Tabel 5** berikut:

Tabel 5. Hasil Perhitungan Faktor Panjang dan Kemiringan Lereng

Kemiringan (S)	Krptn Drainase Aktual	Faktor Panjang (L)	Kemiringan Lereng LS
%	D (Km)	(m)	(m)
0	2.80	178.54	0.184
8	4.88	102.45	1.815
15	6.70	74.62	4.052
25	9.30	53.76	8.194
40	13.20	37.88	16.050
Rata-rata			6,059

Sumber: Hasil Perhitungan (2020)

Nilai C dan P

Jenis penggunaan tanah pada daerah penelitian adalah seperti pada **Tabel 6**.

Tabel 6. Penyebaran penutupan dan Penggunaan Lahan

No	Penyebaran penutupan dan Penggunaan Lahan	Luas		Nilai CP	Nilai CP Rata-rata
		(ha)	%		
1	Hutan tidak terganggu	292.632	69.55	0.01	0.0017
2	a. Semak belukar	30.7148	7.3	0.01	0.0002
	b. Tidak terganggu (ilalang)				
3	Tanaman Pertanian Persawahan dan Perkebunan	43.6318	10.37	0.45	0.0111
4	Perumahan	5305.66	12.61	0.35	0.0105
5	Rawa dan	0.71528	0.17	0.2	0.0003
	Jumlah				420.75

Sumber: Perhitungan (2020)

Perhitungan Erosi aktual bulan Januari :
 $R = 2113.83$ (Kj/ha-mm)
 $K = 0,21$
 $LS = 6,059$
 $CxP = 1,09$
 $Ea = R \times K \times LS \times C \times P$
 $= 268.07 \times 0,21 \times 6,059 \times 1,05 = 286.129$ ton/ha

Hasil perhitungan besarnya Erosi Aktual (Ea), untuk satu tahun dapat dilihat pada **Tabel 7** berikut:

Tabel 7. Hasil Perhitungan Besarnya Erosi Aktual (Ea)

C.hujan	R	K	LS	C x P	Ea
Bulanan	Ton/ha/Thn				
Januari	2113,83	0,21	6,059	0,105	286,129
Februari	1827,33	0,21	6,059	0,105	247,349
Maret	1300,79	0,21	6,059	0,105	176,076
April	1979,46	0,21	6,059	0,105	267,941
Mei	2264,23	0,21	6,059	0,105	306,488
Juni	3127,44	0,21	6,059	0,105	423,333
Juli	2932,25	0,21	6,059	0,105	396,911
Agustus	722,80	0,21	6,059	0,105	97,839
September	767,41	0,21	6,059	0,105	103,877
Oktober	364,56	0,21	6,059	0,105	49,348
Nopember	1127,92	0,21	6,059	0,105	152,676
Desember	1789,54	0,21	6,059	0,105	242,233
Jumlah					2.750,200

Sumber: Hasil Perhitungan (2015)

Erosi yang terjadi setiap tahun 2,750.200 ton/ha/tahun,

Perhitungan Erosi potensial
 $R = 2113,83$ (Kj/ha-mm)
 $K = 0,21$
 $LS = 6,059$
 $Ea = R \times K \times LS =$
 $= 2113,83 \times 0,21 \times 6,059$
 $= 2,715.820$ ton/ha/bulan.

Hasil untuk perhitungan erosi potensial per tahun dalam **Tabel 8**, dibawah ini:

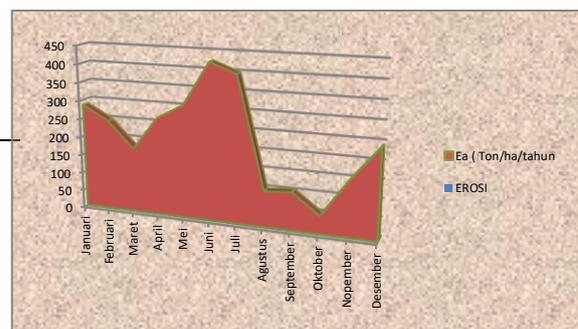
Tabel 8. Erosi potensial setiap tahun

Curah	R	K	LS	Ep
Bulanan	(Ton/ha/Tahun)			
Januari	2113.83	0.21	6.059	2,715.820
Februari	1827.33	0.21	6.059	2,347.732
Maret	1300.79	0.21	6.059	1,671.241
April	1979.46	0.21	6.059	2,543.185
Mei	2264.23	0.21	6.059	2,909.058
Juni	3127.44	0.21	6.059	4,018.102
Juli	2932.25	0.21	6.059	3,767.313
Agustus	722.80	0.21	6.059	928.643
September	767.41	0.21	6.059	985.962
Oktober	364.56	0.21	6.059	468.388
Nopember	1127.92	0.21	6.059	1,449.140
Desember	1789.54	0.21	6.059	2,299.180
Jumlah				26,103.764

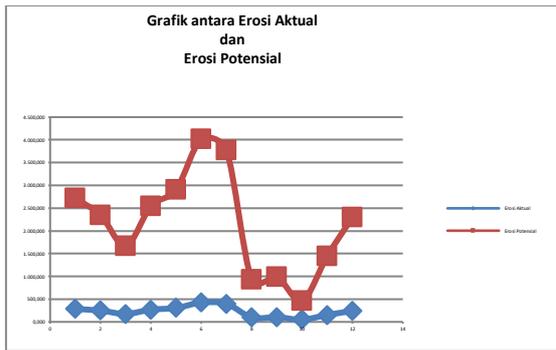
Sumber: Hasil Perhitungan (2015)

Berdasarkan tingkat erosi, maka kehilangan tanah masuk dalam katagori kelas V, yaitu sangat berat dalam arti masuk dalam lahan sangat kritis, 2,750.200 ton/Ha/tahun > 480 ton/Ha/tahun.

Tingkat erosi dalam satu tahun digambarkan dalam Gambar 1, sebagai berikut:



Gambar 1. Tingkat erosi dalam satu tahun
Sumber: Hasil Perhitungan (2015)



Gambar 2. Grafik antara Erosi Aktual dan Erosi Potensial

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis yang didapat terhadap erosi pada Sungai Konawe, lokasi di Kabupaten Konawe, dapat disimpulkan bahwa besarnya erosi aktual (E_a) rata-rata yang terjadi pada Sungai Konawe setiap tahun mendatang 5,829 ton/ha/tahun, dan erosi potensial (E_p) rata-rata yang terjadi pada Sungai Konawe setiap tahun mendatang 196,246 ton/ha/tahun.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 1999. *Metode Perhitungan Tinggi Muka Air Permukaan*.
- Anonim, 2004, *Kajian Erosi dan Sedimentasi Pada DAS Teluk Balikpapan Kalimantan Timur*, CRC/URI CRMP. Balikpapan.
- Asdak C, 1995, *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Joseph B Franzini, Linsley Ray K, 1989. *Teknik Sumber Daya Air Jilid I*, Erlangga, Jakarta
- McCuen Richard H, 1998, *Hidrologic Analisis and Design, Prentice Hall Upper Saddle River*, New Jersey 07458.
- Linsley Ray K, 1989. *Hidrologi untuk Insinyur I*, Erlangga, Jakarta.
- Oehadijono. 1993, *Buku Pelajaran Dasar-dasar Teknik Sungai*, Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Soebarkah Imam Hidrologi, 1986. *Hidrologi untuk Perencanaan Bangunan Air*. Ide Dharma Bandung.
- Soemarto CD, 1986, *Hidrologi Teknik*, Erlangga, Jakarta.
- Soewarno, 1991, *Hidrologi Pengukuran Dan Pengolahan Data Aliran Sungai (Hidrometri)*, Nova, Bandung.
- Sosrodarsono S, dan Takeda K, 1985, *Hidrologi untuk Pengairan*, Pradnya Paramita, Jakarta.