

Analisa Erosi dan Sedimentasi Di Hilir Kali Acai Guna Mencegah Daya Rusak Air

Deliana Mangisu^{1*}, Hery Dualembang²

¹Program Studi Teknik Sipil, Universitas Cenderawasih

²Program Studi Teknik Sipil, Universitas Cenderawasih

*dmangisu002@gmail.com

Abstract

The characteristics of the watershed (DAS) have an influence on the size of the discharge, erosion and sediment in a watershed. Erosion is the process of wearing away topsoil by water or wind. The rate of erosion and sedimentation that occurs is often caused and influenced by climate, soil, topography, plants, land use, human activities, river hydraulic characteristics, cross-sectional characteristics. The purpose of this study is to obtain information on the magnitude of erosion and sedimentation per unit area in the Acai River. The methods used for this research activity are primary and secondary data analysis methods, using the tools of the ArcGis, Hecras programs and manual observations and measurements in the laboratory to obtain sedimentation values and shear stresses. The results obtained based on the observations and analysis carried out, the erosion rate using the USLE method was 110.90 tons/ha/year, the peak flood discharge was 18.64 m³/s (Q₁₀) which could not be accommodated by the Acai River and the amount of sedimentation per unit area in the study location for the downstream area is 84,564,439 tons/ha.

Keywords— Erosion, Sedimentation, Acai River

1. PENDAHULUAN

Air merupakan bagian terpenting dalam kehidupan manusia. Jika penduduk bertambah dan kepadatan meningkat maka kebutuhan dan permasalahan dari air akan meningkat [1], permasalahan dapat terjadi di badan air seperti Kali, Sungai ataupun di outlet. Kali merupakan badan air yang terbentuk secara alamiah untuk mengalirkan debit dari hulu ke hilir. Dalam pengalirannya, debit dari air hujan itu dapat dikendalikan dengan melakukan beberapa aktifitas di hulu ataupun hilir [2]. Air yang berasal dari curah hujan tersebut akan mengalir secara alami hingga ke outlet akhir yakni kali, danau atau laut [3]

Kelestarian DAS dan ekosistem mempunyai peranan yang sangat penting untuk menjaga keseimbangan alam, karena kerusakan DAS akan mengakibatkan hilangnya kemampuan DAS untuk menyimpan air, meningkatkan frekuensi banjir tahunan, menurunkan kuantitas dan kualitas air sepanjang tahun serta meningkatkan erosi tanah dan sedimentasi.[4]. Erosi yang terjadi merupakan proses pengikisan tanah lapisan atas oleh air dan angin. Proses ini dapat menyebabkan menurunnya produktivitas dan kesuburan tanah, mengurangi daya dukung tanah terhadap produksi pertanian, serta menurunkan kualitas kehidupan [5].

Salah satu faktor yang menyebabkan dan mempengaruhi laju erosi yaitu faktor iklim. Hujan adalah faktor iklim yang paling menentukan laju erosi dan ini dinyatakan dalam nilai indeks erosivitas hujan [6]. Curah hujan yang jatuh secara langsung atau tidak langsung dapat mengikis permukaan tanah secara perlahan dengan pertambahan waktu dan akumulasi intensitas

hujan tersebut akan mendatangkan erosi [7].

Hilir Kali Acai yakni lokasi Teluk Yotefa, menjadi tempat wisata bagi masyarakat. Namun pesona alam di hilir lokasi terganggu dengan menumpuknya material sedimen di hilir akibat erosi yang terbawa dari hulu. Hujan deras yang sering terjadi sejak 2019 hingga Januari, Februari 2022, mengakibatkan meningkatnya suplai sedimen di hilir, berkurangnya kuantitas debit di Kali, dan berdampak pada terjadinya banjir di bagian tengah dan hulu Kali Acai. Tujuan dari penelitian ini adalah mendapatkan besaran laju erosi, debit banjir puncak dan sedimentasi pada Kali Acai.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Lokasi dan Objek Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada badan air Kali Acai Kotaraja, Jayapura dan pada Laboratorium Teknik Sipil Universitas Cenderawasih. Kali Acai merupakan kawasan Daerah Aliran Sungai Acai yang lokasinya dibatasi sebelah utara : Kelurahan Wahno, sebelah selatan : Kelurahan Kota Baru, sebelah timur : Teluk Yotefa, dan sebelah barat : Kelurahan Yabansai.



Gambar 1. Lokasi Studi

2.2. Teknik Pengambilan Data

Teknik yang diterapkan dalam pengumpulan data-data guna melengkapi penelitian ini yakni dengan cara pengamatan lapangan, pengambilan sampel material tanah untuk selanjutnya melakukan pengujian material di laboratorium Fakultas Teknik – Jurusan Teknik Sipil, pengujian dilakukan terhadap distribusi ukuran butiran tanah, permeabilitas tanah, dan analisa dokumen terdahulu yakni literatur berupa peta-peta daerah penelitian dan foto-foto lokasi penelitian.

Adapun data primer yang dibutuhkan: tinggi muka air yang diukur, Data kecepatan aliran sungai menggunakan current meter. Data ukuran butiran sedimen dengan pengujian di laboratorium. Sedangkan data sekunder yang digunakan pada penelitian ini adalah data curah hujan bulanan, DEM, Tata Guna Lahan, Jenis Tanah, daerah aliran sungai, dan literature terdahulu.

2.3. Teknik Analisa Data

Teknik analisa data yang dilakukan adalah dengan menghitung besarnya laju erosi pada lokasi studi, variabel yang akan diukur untuk prediksi erosi dilakukan berdasar metode USLE (*Universal Soil Loss Equation*) [8]. Kemudian analisa debit banjir rencana dan eksisting. Adapun variabel-variabel dalam studi ini yaitu besarnya indeks erosivitas hujan, erodibilitas tanah, nilai panjang dan kemiringan lereng, nilai vegetasi dan pengelolaan lahan, indeks upaya konservasi tanah, serta debit banjir rencana Selanjutnya melakukan analisa terhadap nilai erosi persatuan luas dengan Metode SDR (*Sediment Delivery Ratio*) serta besarnya sedimen dan kemampuan kali Acai menampung debit banjir.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Erosi merupakan suatu proses atau peristiwa hilangnya lapisan permukaan tanah atas, baik disebabkan oleh pergerakan air maupun angin [9]. Erosi merupakan tiga proses yang berurutan, yaitu pelepasan (*detachment*), pengangkutan (*transportation*), dan pengendapan (*deposition*) bahan-bahan tanah oleh penyebab erosi [10]. Factor-faktor itu terlihat pada persamaan USLE berikut : $A = R.K.L.S.C.P$

3.1. Analisa Erosivitas Hujan (R)

Besarnya Erosivitas hujan dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan yang dikemukakan oleh Bols (1978) dimana factor-faktor yang dibutuhkan yakni data-hujan rata-rata (RAIN dalam cm), jumlah hari hujan pertahun (DAYS dalam hari) dan hujan maksimum perhari (MAXP dalam mm), terlihat berikut [11]. Nilai faktor erosivitas diawali dengan menganalisa data curah hujan selama 10 tahun (tahun 2012-2021). Adapun besarnya erosivitas rata-rata terlihat dalam tabel 1. analisa tahun 2012 :

$$EI_{30} = 6,12 * (1795,5)^{1,21} * (204)^{-0,47} * (108,3)^{0,53}$$

$$= 52136,6 \text{ KJ/ha}$$

Tabel. 1 Besarnya Erosivitas rata-rata di Lokasi studi

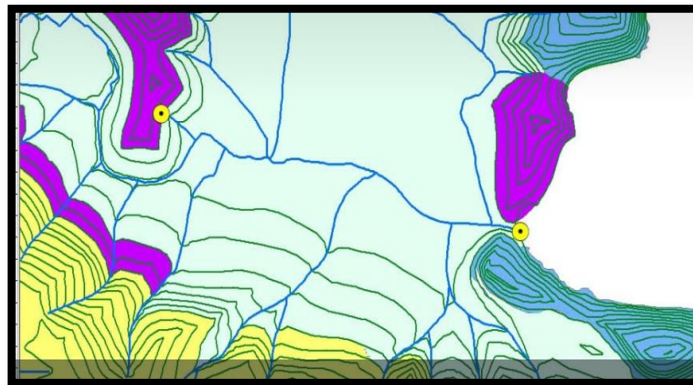
Tahun	CH dalam 1 tahun (cm)	Jml hari Hujan	Hujan Max (mm)	Erosivitas (KJ/ha)
1	2	3	4	5
2012	1795.5	204	108.3	52136.6
2013	4377.3	301	32.3	67229.85
2014	3116.4	223	85.9	86175.71
2015	2470.8	201	75	63586.55
2016	3175.5	200	65.1	80104.68
2017	2742.8	253	81.1	67496.42
2018	2800	216	66.9	67312.42
2019	2622.6	229	114	80251.67
2020	2115.9	208	85.3	55528.22
2021	2007.1	157	72.2	54426.67
Rata-rata Erosivitas (KJ/ha)				67424.88

Sumber : Hasil Analisa

Dari analisa data hujan selama 10 tahun, terlihat bahwa nilai rata-rata erosivitas hujan pada Daerah Aliran Sungai Acai yang paling sedikit terjadi di tahun 2012 sebesar 52.136,6 KJ/ha, lalu dua tahun kemudian tepatnya 2014 nilai erosivitasnya melonjak naik menjadi yang tertinggi yakni sebesar 86.175,71 dan tahun 2019 sebesar 80251,67 seperti terlihat pada tabel 1 diatas.

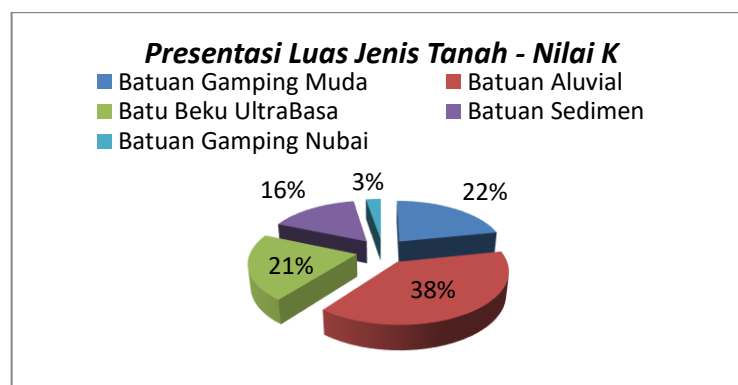
3.2 Analisa Erodibilitas Tanah

Faktor erodibilitas (K) menunjukkan pengaruh partikel-partikel tanah oleh adanya energi kinetik air hujan. Erodibilitas suatu lokasi dipengaruhi oleh beberapa factor yaitu tekstur tanah, struktur tanah, bahan organic, dan permeabilitas tanahnya [12]. Apabila suatu jenis tanah di lokasi itu memiliki nilai K yang tinggi, maka kemungkinan besar lokasi tersebut tererosi, mudah tergerus dan terbawa oleh air hujan.



Gambar 2. Peta Jenis Tanah di Lokasi studi

Dari data laporan-laporan terdahulu yang berkaitan dengan lokasi studi dan kemudian dengan bantuan program ArcGis diperoleh bahwa jenis tanah di Daerah Aliran Sungai Acai ada 5 jenis tanah batuan yakni gamping muda, ultra basa, gamping nubai, alluvial dan sedimen seperti pada gambar dibawah ini.



Gambar 3. Prosentasi luas jenis tanah

Hasil olahan ArcGis diatas menunjukkan bahwa erodibilitas tanah tertinggi pada Daerah Aliran Sungai Acai terletak pada kawasan batuan alluvial. Untuk jenis tanah alluvial nilai erodibilitasnya (K) adalah 0,47 dengan Luasan terbesar untuk batuan alluvial adalah seluas 74427 hektar.

3.3. Analisa Kemiringan Lereng

Kemiringan lereng mempengaruhi kecepatan aliran. Dengan melakukan olahan terhadap kemiringan lereng lokasi studi maka diperoleh nilai LS seperti tabel 2 berikut. Pada tabel tergambar bahwa kemiringan lokasi studi didominasi oleh kemiringan diatas 45 persen. Kondisi ini memudahkan aliran mengalir dengan cepat dan deras ke hilir, terlebih jika terjadi hujan, ini akan berbahaya untuk area dihilir. Terlebih lagi jika aliran tersebut membawa sedimen-sedimen dari hulu.

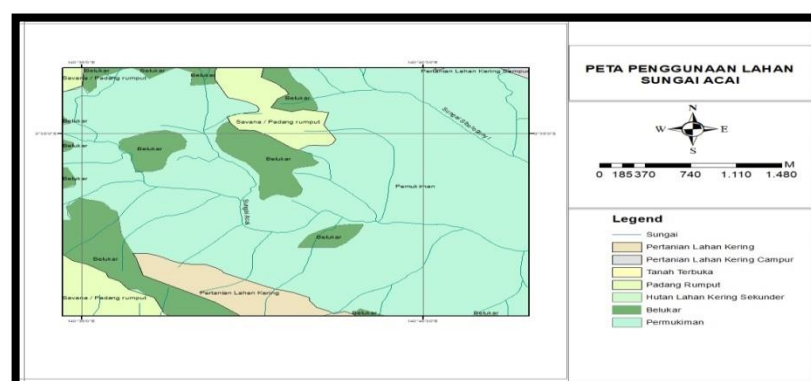
Tabel 2 Kemiringan Lereng di Lokasi Studi

Kemiringan %	L (m)	S (%)	L/S	S ²	LS	Prosentase %
0 – 8	1.5	0.1	0.015	0.01	0.07	0.82
8 – 15	1.5	1.4	0.015	1.96	0.543	6.36
15 – 25	1.5	3.1	0.015	9.61	1.176	13.77
25 – 45	1.5	6.1	0.015	37.21	2.294	26.87
> 45	1.5	11.9	0.015	141.6	4.456	52.18

Sumber : Hasil analisa

3.4. Analisa Tutupan dan Penggunaan Lahan

Nilai indeks tutupan lahan dan pengolahan lahan dipengaruhi oleh jenis tanaman dilokasi tersebut. Hasil data dan analisa dengan ArcGis untuk penggunaan Lahan di Das Kali Acai didominasi oleh areal pemukiman dan daerah belukar. Adapun hasil olahan data spasial sebagai berikut :



Gambar 4 Peta Penggunaan Lahan Kalai Acai

Dari hasil olahan data diperoleh bahwa besaran nilai pengelolaan lahan untuk lokasi studi didasarkan pada besarnya kemiringan lereng terbanyak yakni pada kelereng 0-8% untuk lokasi hilir, diperoleh nilai P adalah 0,10. Sedangkan besarn nilai tutupan lahan rata-rata adalah 0,50. Hal ini menunjukkan bahwa pada lokasi studi lahan yang sudah dikelola, sudah dibangun, ada aktifitas diatas lahan itu berada pada kelereng 0-8%.

Berdasarkan dari nilai faktor- faktor yang mempengaruhi besarnya erosi pada persamaan USLE, maka dapat dihitung perkiraan erosi yang terjadi pada lokasi studi yakni sebagai berikut :

$$A = R.K.LS.C.P$$

$$A = 67.424,88 \times 0,47 \times 0,07 \times 0,50 \times 0,1$$

$$A = 110,9 \text{ ton/ha/tahun.}$$

Analisa perhitungan di daerah studi, menunjukkan capaian perkiraan besarnya laju erosi yang terjadi sebesar 110,9 ton/ha/tahun. Nilai besaran tersebut termasuk yang sangat besar dan pasti akan mengurangi kapasitas tampung Kali Acai serta dapat menjadi ancaman yang cukup membahayakan warga yang bertempat tinggal sekitar Kali Acai jika terjadi hujan terus menerus didaerah hulu maka dapat terjadi luapan Kali yang tiba-tiba dan dalam jumlah yang besar. Oleh karenanya perlu pemeliharaan dan peninjauan yang rutin terhadap Kali Acai ini.

3.5. Besaran nilai SDR

Besaran nilai SDR (*Sediment Delivery Ratio*) merupakan perkiraan rasio tanah yang diangkut akibat erosi lahan saat terjadinya limpasan dan ini dapat diperoleh dengan mendapatkan besaran luasan DAS yang ditinjau pada lokasi.

Adapun hasil analisa Nilai SDR pada lokasi studi yakni seperti berikut :

$$SDR = 0,41A^{0,3}$$

$$SDR = 0,41 * 1924,12^{0,3}$$

$$= 3,963$$

Faktor-faktor yang mempengaruhi nilai muatan suatu sedimen adalah nilai erosi dan SDR. Dari hasil perhitungan, diperoleh nilai muatan sedimen persatuan luas adalah sebagai berikut :

$$Y = 110,90 * 3,963 * 192.412$$

$$= 84.564.439 \text{ ton/ha}$$

Volume sedimen adalah total sedimen yang diperoleh dari konversi nilai laju sedimen dengan menggunakan Volume Sedimen (V_s) [13]. Besarnya beban sedimen pada lokasi kajian di bagian hulu sungai adalah sebagai berikut: $V_s = Y / BJ \text{ endapan} = 84.564.439 / 235,7 = 358.779.970 \text{ ton/ha}$

3.6. Analisa Debit di Kali Acai

Dalam analisa hidrologi hal-hal teknis yang dapat dilakukan yaitu memprediksi hujan rencana dan Debit Banjir. Untuk hujan rencana terlebih dahulu melakukan analisa frekuensi dengan berbagai metode (Normal, Log Normal, Gumbel, Log Person Type III) lalu dilakukan pemeriksaan terhadap data hujan dan intensitas hujan. Sedangkan untuk debit banjir dilakukan dengan metode hidrograf satuan Nakayasu. Berdasarkan tabel Penetapan Banjir Rancangan dan Luas Daerah Tangkapan pada [14], dan dengan memperhatikan luas DAS lokasi studi > 500 hektar olehkarena itu periode ulang yang diambil yakni pada 10 tahun. Adapun hasil olah Periode ulang Debit banjir rencana dengan 4 metode seperti berikut :

Tabel 3 Debit Banjir Rencana Per-Periode Ulang

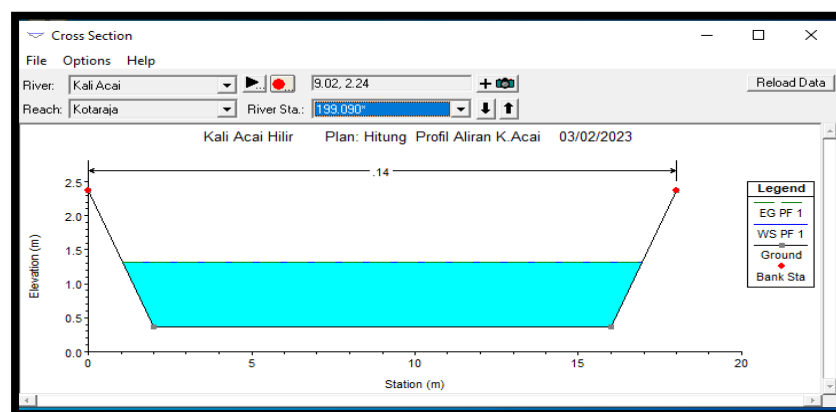
Periode Ulang (Tahun)	Distribusi			
	Normal (mm)	Log Normal (mm)	Gumbel (mm)	Log Pearson III (mm)
2	71.464	1.38003E+34	74.832	85.368
5	98.519	1.659E+34	95.158	94.481
10	112.691	1.82696E+34	108.616	99.869
25	127.829	2.02519E+34	125.620	106.010
50	137.492	2.16283E+34	138.234	110.273
100	146.188	2.29468E+34	150.756	114.321

Sumber : Hasil Analisa

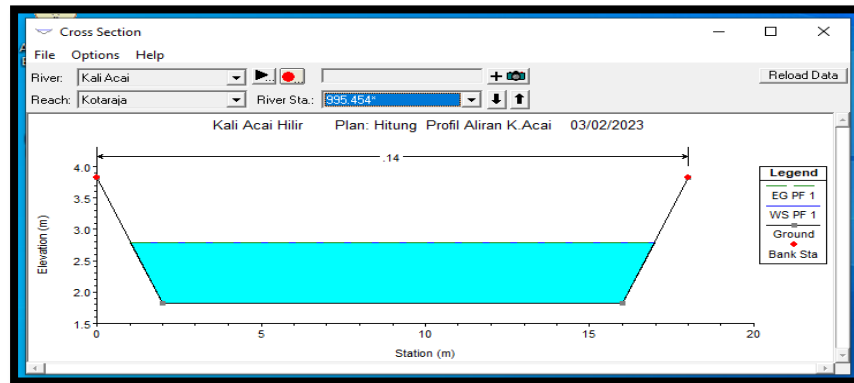
Dari hasil pengukuran, ketika waktu puncak sampel diambil terlihat bahwa kedalaman air dihilir rata-rata 0,92 meter. Sedangkan untuk titik di tengah kedalaman air rata-rata 0,74 m, dan bagian hulu kedalamannya mencapai 0,40 meter. Sedangkan besar debit aliran rata-rata di hilir yang mengalir di Kali Acai saat waktu puncak adalah 3,820 m³/det. di hulu sebesar 0,070 m³/det dan di tengah adalah sebesar 2,032 m³/det.

Kondisi Kali Acai terletak di tengah pemukiman dalam kota yang merupakan daerah cukup padat dengan topografi curam hingga landai. Hasil analisa hidrologi banjir Metode HSS Nakayasu diperoleh bahwa kapasitas tampung Kali Acai saat ini mampu menampung debit rencana pada musim basah periode ulang maksimal 5 tahun yakni sebesar 17,11 m³/det. Berdasarkan Peraturan menteri Pekerjaan Umum RI No.12/PRT/M/2014 dan dengan memperhatikan luas DAS lokasi studi yang lebih dari 500 hektar, periode ulang yang diambil yakni 10 tahun. Jika debit periode ulang 10 tahun nilainya sebesar 18,64 m³/det.maka bagian tengah Kali Acai akan meluber ke kiri dan kanan karena besar kapasitas eksisting kali yakni 17,348 m³/det. Hal ini akan lebih membahayakan jika debit banjir yang turun periode ulangnya 25, 50, dan 100 tahun.

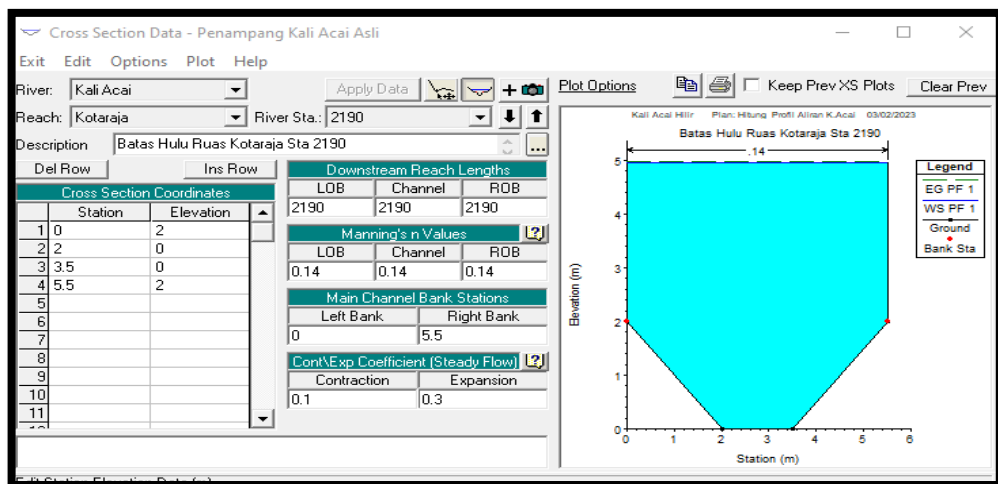
Dengan membuat simulasi debit eksisting Kali Acai sebesar 4 m³/det dan debit 6,5 m³/det (dibulatkan 7) pada program Hecras maka penampang Kali Acai terlihat seperti gambar berikut pada beberapa stasiun yakni di hilir, hulu dan tengah.



Gambar 5. Penampang Kali Acai di Sta ± 200 m dari Hilir



Gambar 6 Penampang Kali Acai di Sta 1000 m (tengah Kali Acai)



Gambar 7 Penampang Kali Acai di Hulu

3.7. Pengujian Material,

Material yang diambil dilakukan pada Kali Acai dan pada dua titik lokasi yakni di bagian hilir dan di bagian tengah dari Kali Acai. Lokasi tersebut pada elevasi 5 mdpl. Selanjutnya material tersebut di uji diameter dan berat jenisnya pada laboratorium Unversitas Cenderawasih.

Hasil pengukuran di laboratorium dan analisa perhitungan dengan diameter butiran D35, D50 dan D90 pada lokasi studi sungai diperoleh bahwa smua material di dasar sungai bergerak ketika terdapat aliran dalam sungai, dan tegangan gesernya lebih besar dari tegangan kritis. Di hilir sungai Berat Jenisnya 2,279 gr/cm³. D35 (1,01 mm), D50 (2,76 mm), dan D90 (7,66 mm). sedangkan di Titik Tengah sungai berat jenisnya 2,357 gr/cm³, D35 (1,74), D50 (2,77), D90 (7,89).

4. KESIMPULAN

Hasil yang dapat disimpulkan dari pengamatan dan analisa yang dilakukan pada lokasi studi Kali Acai adalah bahwa besaran erosi yang terjadi dengan metode USLE diperoleh sebesar

110,90 ton/ha/tahun. Debit banjir puncak 18,64 m³/det (Q₁₀) tidak mampu di tampung Kali Acai dan besar sedimentasi persatuan Luas 84.564.439 ton/ha.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Rektor Universitas Cenderawasih yang memberi hibah Penelitian Lewat PNPB LPPM Universitas Cenderawasih tahun anggaran 2022. Juga kepada Dekan Fakultas Teknik dan Pimpinan Jurusan Teknik Sipil Universitas cenderawasih atas kesempatan untuk kami berkarya dalam penelitian di tahun 2022.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Deliana Mangisu, 2021. Rekayasa Ekodrainase Pada Kawasan Perumahan (Studi Kasus Jl.Raya Abepura Kotaraja Luar). <http://conference.unsri.ac.id/index.php/semnashas/issue/view/37>
- [2] Deliana Mangisu, 2021. *Alternatif Pengaliran Debit Di Boezem*, Maharani Dewi, Cipta Media Nusantara, Surabaya
- [3] M. Bisri, 2009. Pengelolaan DAS, Malang: CV. Asori Malang.
- [4] Rifky et al, 2016, Kajian Hasil Erosi dan Sedimen Untuk Konservasi Lahan DAS Kreo Hulu, Jurnal Pengembangan Kawasan Perkotaan, Vol 12 No 4.
- [5] Dwi Lesmana dkk, 2020, Perbandingan Hasil Prediksi Laju Erosi Menggunakan Metode Usle, Musle, Rusle Berdasarkan Kajian Pustaka, Prosiding SEMITAN II, Vol 2 No 1.
- [6] Arsyad, S. 2010. Konservasi Tanah dan Air, Edisi: II. Bogor: IPB Press
- [7] Ashdak, Chay. 2007. Hidrologi dan Pengelolaan DAS. Yogyakarta: Gadjah Mad University Press
- [8] Wischmeier WH, Smith DD. 1978. Memprediksi kehilangan erosi curah hujan panduan untuk perencanaan konservasi. Pertanian USDA. Handb
- [9] Suripin, 2004, Pelestarian Sumber Daya Tanah dan Air. Yogyakarta: ANDI Yogyakarta
- [10] Asdak, Chay, 2002. Hidrologi dan Pengelolaan DAS. Yogyakarta: Universitas Gajah Mada Press
- [11] Radhitya Adi Pradana, 2011. Laju Erosi dengan USLE untuk Identifikasi Lahan Kritis dengan SIG di DAS Lesti Kabupaten Malang. Fakultas Teknik Unibraw Malang
- [12] Sena Rizki T, dkk. 2021.,Perbandingan Indeks Erodinitas tanah yang ditentukan dengan metode Wischmeier dan simulator Curah Hujan. Jurnal Tanah dan Sumber Daya Lahan Vol 8 No 2.
- [13] Linda Sari, dkk, 2020, Estimasi Sedimentasi Menggunakan Metode USLE di Bendungan Rotiklot, Jurnal Teknik Sipil, Vol IX, No 1.
- [14] Rahmat Irawan, 2017. Studi Penataan Sistem Drainase Perkotaan Berdasarkan Rencana Pola Ruang. Program Magister, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan. <https://respository.its.ac.id>