

EVALUASI SEDIMENTASI UMUR WADUK BERDASARKAN “EROSI” WADUK KLAMPIS KECAMATAN KEDUNGDUNG KABUPATEN SAMPANG

Ach Sahroni¹, Eko Noerhayati¹, Azizah Rokhmawati²

¹Mahasiswa Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang,
Email: roniboy92@gmail.com

²Dosen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang,
e-mail: eko.noerhayati@unisma.ac.id

³Dosen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang,
e-mail: azizah.rachmawati@unisma.ac.id

ABSTRAK

Waduk Klampis adalah waduk yang difungsikan untuk memenuhi kebutuhan masyarakat dan makhluk hidup di sekitar Waduk Klampis yang seluas 2.603ha yang digunakan untuk meningkatkan sumber daya lahan seoptimal mungkin. Waduk di bangun tahun 1974 hingga 1976, pada saat perencanaan pembangunan, Waduk Klampis di rencanakan dapat menampung air sebesar 7 hingga 10 juta meter kubik. Namun saat ini tidak dapat digunakan secara maksimal mungkin karena volume tampungan berkurang yang di sebabkan adanya sedimen yang bertumpuk di dasar waduk serta berkurangnya area genangan air yang menyebabkan pendangkalan (sedimentasi), maka saat ini waduk Klampis di perkirakan hanya dapat menampung air sebanyak 6,215 juta meter kubik, hal ini mengakibatkan ketersediaan air sangat terbatas pada musim kemarau sehingga berpengaruh terhadap besarnya lahan tanam pada lahan pertanian dan berpengaruh juga terhadap umur waduk.

USLE adalah suatu model erosi yang dirancang untuk memprediksi rata-rata erosi jangka panjang dari erosi lembar atau alur di bawah keadaan tertentu. *ArcGis* ini adalah sebuah *software* di kembangkan oleh (Environment Science & Research Institute) yang merupakan gabungan dari fungsi dari beragam *software GIS server*, desktop, dan yang berbasis web. dengan metode *USLE* ini menggunakan aplikasi *GIS* yaitu *ArcGis* 10.4 untuk memudahkan mengetahui koefisien data panjang atau kemiringan lahan, tata guna lahan, dan jenis tanah. Besar laju erosi yang menyebabkan sedimentasi pada Waduk Klampis sebesar 287.178,20m³/tahun, berdasarkan jumlah sedimen yang masuk ke waduk utama sebesar 12.923.019,06m³/tahun, sedimentasi yang tertampung pada waduk Klampis sebesar 8.069.793,23m³/tahun, Di ketahui sisa usia guna waduk berdasarkan metode *trap efficiency* senilai 97,72% dengan sedimentasi yang mengendap di waduk sebesar 8.069.793,23m³ dapat diketahui sisa umur layanan waduk sebesar 0,37 tahun di tahun 2021.

Kata Kunci: USLE, ArcGis, Sedimen, Waduk Klampis, Kabupaten Sampang.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Waduk Klampis di bangun tahun 1974 hingga 1976, pada saat perencanaan pembangunan, Waduk Klampis di rencanakan dapat menampung air sebesar 7 hingga 10 juta meter kubik. Namun saat ini tidak dapat digunakan secara maksimal mungkin karena volume tampungan berkurang yang di sebabkan adanya sedimen yang bertumpuk di dasar waduk, serta berkurangnya area genangan air yang menyebabkan pendangkalan (sedimentasi).

Waduk Klampis di perkirakan hanya dapat menampung air sebanyak 6,215 juta meter kubik, hal ini mengakibatkan ketersediaan air sangat terbatas pada musim kemarau sehingga berpengaruh terhadap besarnya lahan tanam pada lahan pertanian dan berpengaruh juga terhadap umur waduk volume tampungan berkurang yang di sebabkan adanya sedimen yang bertumpuk di dasar waduk. Oleh karena itu dalam pemanfaatan tampungan waduk Klampis dengan kuantitas air yang digunakan dalam berbagai aspek mulai dari kebutuhan pangan, media pengangkutan, sumber energi dan berbagai keperluan lainnya hingga pengairan. Maka perlu melakukan evaluasi

seimentasi dan umur waduk vulume tampungan berkurang yang di sebabkan adanya sedimen yang bertumpuk di dasar waduk.

Identifikasi Masalah

Inti dari permasalahan dari latar belakang di atas ialah memanfaatkan Jumlah sedimen yang meningkat di Waduk Klampis yang di sebabkan berkurangnya area genangan air maka perlu dilakukan perhitungan laju Erosi (*USLE*). Terdapat pengikisan pada pembatas di area Waduk Klampis., Kurangnya pemeliharaan di sekitar bendungan Waduk Klampis.

Tujuan dan Manfaat

Mengetahui besar lajun erosi yang terjadi di hulu Waduk Klampis dengan metode *USLE*. Mengetahui hasil beasar sedimentasi tampungan Waduk Klampis., Mengetahui sisa umur layanan Waduk Klampis.

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah Menambah pengetahuan dan wawasan tentang erosi bagi yang membaca untuk ilmu pengetahuan terutama yang berhubungan Waduk Klampis dengan metode menggunakan *USLE*.

TINJAUAN PUSTAKA

Waduk.

Waduk merupakan bangunan penampung air pada suatu Daerah Aliran Sungai (DAS) yang dimanfaatkan untuk mengairi lahan pertanian, perikanan, regulator air atau pengendali banjir, tanggul penampungan air limpasan yang dialirkan oleh sungai ke Waduk itu agar tidak mengalir dan tergenang pada tempat di bawahnya dan dimanfaatkan untuk air minum, serta pariwisata. (Kurniawan, Noerhayati, & Suprpto 2019).

USLE Sebagai Model Perhitungan Erosi

USLE (Universal Soil Loss Equation) Prediksi erosi adalah suatu pendugaan besarnya erosi yang dipengaruhi oleh faktor iklim, tanah, topografi dan penggunaan lahan. Untuk kepentingan praktis nilai faktor erosi dapat mengacu pada penelitian dan penerepan rumus emperis yang telah dilakukan di Indonesia, (Hasibuan, 2017).

Rumus *USLE* dapat dinyatakan sebagai:

$$A = R \times K \times L \times S \times C \times P \dots\dots\dots(1).$$

dimana:

A = erosi total (ton/ha/tahun).

R = indeks erosivitas hujan (cm).

K = faktor erodibilitas tanah.

L = indeks panjang lereng.

S = indeks kemiringan lereng (%).

C = faktor jenis penutup tanah.

P = faktor pengelolaan lahan.

Erosivitas Hujan (R)

Persamaan yang umum digunakan untuk menghitung erosivitas adalah persamaan:

$$EI_{30} = 6.119 R^{1.21} \times D^{-0.47} \times M^{0.53} \dots\dots\dots(2).$$

$$R_{12} \sum_{i=1}^{12} (EI_{30} \dots\dots\dots(3).$$

Dimana:

EI_{30} = indeks erosivitas hujan tahunan (ton.m/ha/cm/jam).

R = curah hujan bulanan dalam cm.

D = jumlah hujan rata-rata perbulan.

M = curah hjan max selama 24 jam dalam bulan.

Faktor Erodibilitas Tanah (K)

Penentuan nilai erodibilitas tanah menggunakan data peta jenis tanah kemudian disesuaikan dengan tabel 1 jenis tanah.

Tabel 1. Faktor Erodibilitas Tanah (K) Berdasarkan Tekstur Tanah.

NO	Jenis Tanah	Nilai K
1	Aluvial Kelabu	0.315
2	Litosol	0.191
3	Grumusol Kelabu	0.21
4	Kompleks Mediteran, Grumusol, Regosol dan Litosol	0.188

Sumber : Indarto, 2019, Arisandi, 2020 (Ubaidah, Noerhayati, Suprpto 2020).

Panjang dan kemiringan lereng (LS)

Acuan penentuan indeks Panjang dan Kemiringan Lereng (LS) diberikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Indeks Panjang dan Kemiringan Lereng (LS).

No	Kemiringan lereng (%)	Faktor LS
1	0 - 5	0,25
2	5-15	1,20
3	15-35	4,25
4	35-50	7,50
5	>50	12,00

Sumber : RLKT (Rehabilitasi Lahan & Konservasi Tanah), Buku II 1986

Pengelolaan Tanaman dan Konservasi Lahan (CP)

Menunjukkan keseluruhan pengaruh dari vegetasi, keadaan permukaan tanah dan pengelolaan lahan terhadap besarnya tanah yang hilang (erosi).

Tabel 3. Indeks Pengelolaan Tanaman (C) untuk Pertanaman Tunggal.

Jenis Tanaman / tata guna lahan	Nilai C
1. Tanaman Rumput	0,290
2. Tanaman kacang	0,161
3. Tanaman gandum	0,242
4. Tanaman ubi kayu	0,363
5. Tanaman kedelai	0,399
6. Tanaman serai wangi	0,434
7. Tanaman padi lahan kering	0,560
8. Tanaman padi lahan basah	0,010
9. Tanaman jagung	0,637
10. Tanaman jahe, cabe	0,900
11. Tanaman kentang ditanam searah Lereng	1,000
12. Tanaman kentang ditanam searah Kontur	0,350
13. Pola tanam berurutan	0,398
14. Kebun campuran	0,200
15. Ladang berpindah	0,400
16. Tanah kosong diolah	1,00
17. Tanah kosong tidak diolah	0,950
18. Hutan tidak terganggu	0,001
19. Semak tidak terganggu	0,010

Jenis Tanaman / tata guna lahan	Nilai C
20. Alang-alang permanen	0,020
21. Alang-alang dibakar	0,700
22. Sengon disertai semak	0,012
23. Sengon tidak disertai semak dan tanpa seresah	1,000
24. Pohon tanpa semak	0,320

Sumber: (Abdurachman. 1984).

Sediment Delivery Ratio (SDR)

Salah satu cara untuk menentukan besarnya SDR adalah dengan menggunakan persamaan di bawah ini (Varadilla, Noerhayati, & Rahmawati, 2020):

Dengan:

$$SDR = 0.42 \times A^{-0.3} \dots\dots\dots(4).$$

Dimana:

SDR = *sediment delivery ration*.
A = luas Sub DAS,

Besarnya hasil sedimen ditentukan berdasarkan rumus:

$$Sy = SDR \times T \dots\dots\dots(5).$$

Dimana:

Sy = hasil sedimen yang diperoleh di outlet DAS (ton/ha/thn).
SDR = *sediment delivery ratio*.
T = erosi lahan (ton/ha/thn).

Trap Efficiency

Untuk menghitung sedimen yang terendapkan di dalam waduk menggunakan rumum Brune:

$$Y = 100 \left(1 - \frac{1}{1+ax}\right)^n \dots\dots\dots(6).$$

Keterangan:

Y : *efisiensi* tampungan mati.
x : perbandingan kapasitas waduk dengan debit masukan.
α : konstanta.
α = 100 untuk rata-rata.
α = 65 untuk minimum.
α = 130 untuk selubung.
n : konstanta
n = 1,5 untuk rata-rata.
n = 2 untuk minimum.
n = 1 untuk selubung.

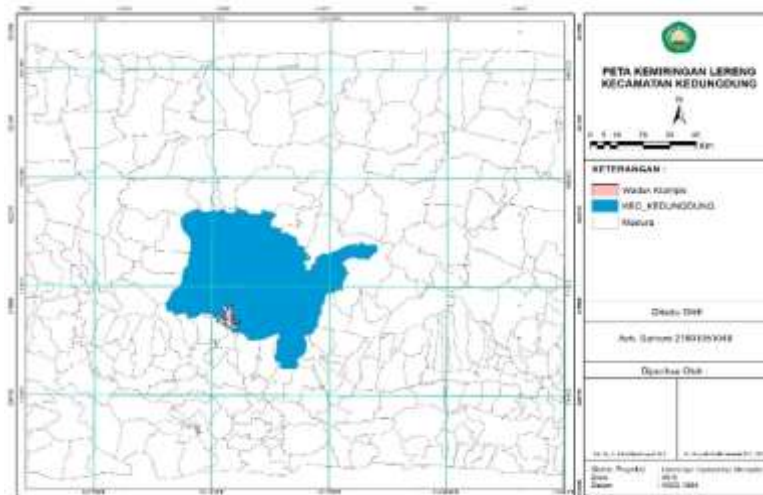
Sistem Informasi Geospasial ArcGis 10.4.

Perhitungan erosi dengan metode *USLE* ini menggunakan aplikasi *GIS* yaitu *ArcGis* 10.4. *ArcGis* dalam penelitian ini digunakan untuk menentukan:

1. Faktor erodibilitas tanah (K).
2. Faktor kemiringan lereng (LS).
3. Faktor tutupan lahan (CP).

METODOLOGI PENELITIAN.

Lokasi penelitian ini di Waduk Klampis berada pada kali Klampis, yang tepatnya terletak Desa Kramat Kecamatan Kedungdung, merupakan waduk terbesar yang ada di Kabupaten Sampang pada koordinat 70 06' 28" Lintang Selatan dan 1130 13' 14" Bujur Timur.



Gambar 1. Lokasi kec. Kedungdung.

Sumber: Proses Digitasi ArcGis.

Alat yang di gunakan berupa komputer dengan program *Microsoft Office Excel* dan program Arcgis 10.4 untuk perhitungan. Bahan yang akan digunakan pada penelitian ini sebagai berikut:

1. Data curah hujan Sub Das Kedungdung stasiun Kec.Kedungdung tahun 2011-2020.
2. Peta jenis tanah Kec, Kedungdung.
3. Peta tutupan lahan Kec Kedungng.
4. Peta rupa bumi Indonesia.
5. Data DEM Kabupaten Sampang.

Analisa Data.

Untuk penyelesaian studi sehingga maksud dan tujuan yang diharapkan dapat tercapai, maka tahapan penyelesaian dan analisa yang dilakukan sebagai berikut:

1. Menganalisis hidrologi DAS Klampis Hulu, seperti membuat *polygon thiessen*, uji konsistensi terhadap data hujan, perhitungan curah hujan yang akan dipakai untuk perhitungan selanjutnya.
2. Menghitung erosi di hulu Waduk Klampis dengan menggunakan rumus persamaan *USLE*:

$$A = R \times K \times LS \times CP$$
 - a. Pengolahan data untuk *indeks* erosititas hujan (R), pengolahan dilakukan terhadap curah hujan yang diperoleh dari UPT Pengelolaan Sumber Daya Air Pamekasan Informasi curah hujan yang diperoleh dalam bentuk pdf tabel kemudian diolah menggunakan *Microsoft Excel* sehingga didapat erosititas hujan tahunan.
 - b. Pengolahan data untuk *indeks* erodibilitas tanah (K), pengolahan dilakukan terhadap peta jenis tanah yang didapat dari UPT Pengelolaan Sumber Daya Air Pamekasan. Peta jenis tanah yang didapat adalah seluruh wilayah Jawa Barat sehingga terlebih dahulu harus dibuat shapefile baru sesuai dengan lokasi penelitian yaitu Waduk Klampis, didapat jenis tanah dan diidentifikasi nilai K berdasarkan tabel.
 - c. Pengolahan data untuk *indeks* panjang dan kemiringan lereng (LS) pengolahan dilakukan terhadap data kontur yang didapat dari SRTM. Kemudian diolah dengan menggunakan *software GIS* sehingga dihasilkan peta ketinggian dan peta kemiringan lereng. Selanjutnya dikonversi ke dalam bentuk raster untuk menentukan panjang lereng menggunakan *software GIS*, lalu diidentifikasi berdasarkan kelas kemiringan lereng.
 - d. Pengolahan data untuk *indeks vegetasi* dan konservasi tanah (CP), pengolahan dilakukan terhadap peta tata guna lahan dan tutupan lahan yang didapat dari UPT Pengelolaan Sumber Daya Air Pamekasan, sehingga diperoleh informasi yang selanjutnya diklasifikasikan sesuai dengan nilai CP untuk perhitungan erosi.
3. Mengklasifikasikan kelas erosi dan tingkat bahaya erosi Waduk Klampis.

- Menghitung *Sediment Delivery Ratio* (SDR) Setelah jumlah erosi pada suatu lahan diketahui maka nilai SDR dapat dihitung dengan menghitung rasio pengangkutan sedimen yang terjadi. Persamaan untuk menghitung nilai di atas sebagai berikut:

$$SDR = 0.42 \times A^{-0.3}$$
- Perhitungan SY (*Sediment Yield*) ton/tahun, lalu *sediment yield* ini di konversikan dari ton menjadi m³ dengan membaginya dengan berat jenis sedimen (t/m³).
- Merekap debit *Inflow* (m³/tahun) rata-rata tahunan Waduk klampis.
- Menghitung *trap efficiency* (%) menggunakan grafik Brune, sehingga didapatkan hasil presentase *efisiensi* waduk Klampis.
- Perhitungan umur layanan waduk, sehingga didapat umur waduk (tahun), lalu dibandingkan apakah umur waduk sesuai atau tidak dengan perencanaan, apabila sudah sesuai maka masuk kedalam kesimpulan dan rekomendasi namun apabila tidak sesuai maka harus kembali mengecek parameter sedimentasi dan harus dilakukan treatment agar waduk dapat mencapai umur rencananya. Untuk mendapatkan treatment yang tepat maka perlu dilakukan penelitian lebih lanjut.

HASIL DAN PEMBAHASAN.

Erosi.

Faktor Erosivitas Hujan (R).

Setelah data curah hujan dinyatakan konsisten pada uji konsistensi data menggunakan metode RAPS (*Rescaled Adjusted Partial Sums*), maka selanjutnya akan dihitung faktor erosivitas hujan. Berikut data curah hujan bulanan, jumlah hari hujan, dan curah hujan maksimum stasiun Kec. Kedungdung.

Persamaan yang umum digunakan untuk menghitung erosivitas adalah persamaan (2):

$$EI_{30} = 6.119 R^{1.21} \times D^{-0.47} \times M^{0.53}$$

Dimana :

EI30 = indeks erosivitas hujan tahunan (ton.m/ha/cm/jam).

R = curah hujan bulanan dalam cm.

D = jumlah hujan rata-rata perbulan.

M = curah hujan max selama 24 jam dalam bulan.

Sehingga diperoleh nilai faktor erosivitas hujan (R) sebagai berikut:

Tabel 4. Perhitungan Nilai EI30 Stasiun Kec. Kedungdung Selama 10 Tahun.

Bulan	Tahun									
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Jan	45,91	30,44	79,63	161,34	135,95	74,04	219,97	229,74	287,69	119,41
Feb	17,21	267,53	49,00	226,69	218,61	180,58	258,48	206,18	246,09	264,67
Mar	42,51	31,36	73,19	295,53	297,84	110,72	262,45	320,65	291,03	167,40
Apr	68,69	26,54	178,45	283,18	218,62	68,45	0,00	84,62	224,74	408,06
Mei	262,04	10,62	194,97	53,14	97,94	104,49	83,22	0,00	10,99	92,84
Jun	17,02	0,00	236,46	43,98	0,00	95,96	50,33	0,00	0,00	0,0
Jul	0,00	0,00	221,48	32,27	0,00	104,21	24,99	0,00	0,00	0,0
Agu	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	15,44	0,00	0,00	0,00	0,0
Sep	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	315,76	132,03	0,00	0,00	0,0
Okt	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	380,09	38,42	0,00	0,00	57,47
Nov	49,98	42,97	179,13	75,12	35,52	477,05	205,66	152,02	18,69	78,06
Des	52,93	177,37	362,63	597,07	74,87	113,25	280,39	366,03	267,44	610,40
EI₃₀ 1 tahun (ton.m/ha.cm/jam)	556,28	586,84	1188,32	1637,89	1079,34	2040,03	1555,93	1359,24	1346,66	1798,32

Bulan	Tahun									
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
EL₃₀ 10 tahun (ton.m/ha.cm/jam)	13148,86									

Sumber: Hasil Perhitungan *Excel*.

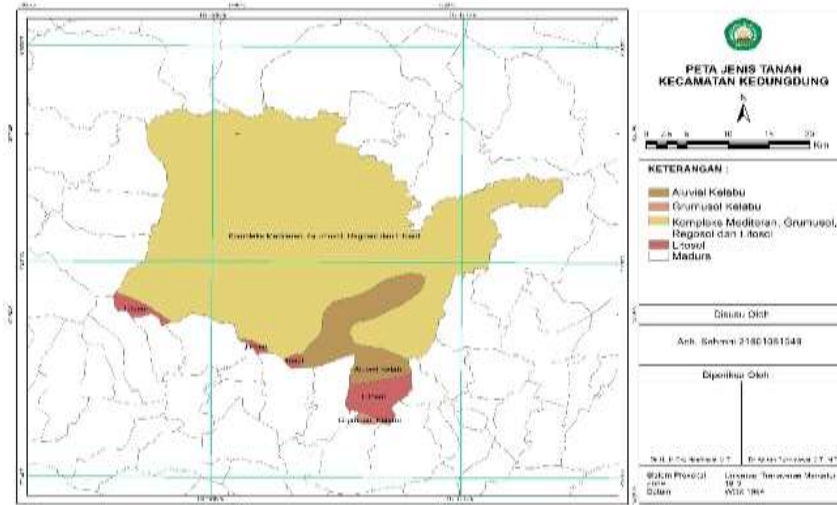
Faktor Erodibilitas Tanah (K).

Berdasarkan peta jenis tanah di dapatkan nilai K, Untuk menentukan nilai erodibilitas tanah pada studi ini menggunakan cara dengan menyesuaikan tiap jenis tanah yang ada di kecamatan kedungdung tabel 1 menggunakan perangkat arcgis. Sehingga dari proses digitasi didapatkan nilai faktor erodibilitas tanah sebagai berikut:

Tabel 5. Faktor Erodibilitas Tanah Berdasarkan Tekstur Tanah.

NO	Jenis Tanah	Nilai K	Luas (ha)	Luas (km ²)	Persentase (%)
1	Aluvial Kelabu	0.315	996.4424	9.96	8.30%
2	Litosol	0.191	501.4361	5.01	4.17%
3	Grumusol Kelabu	0.21	39.34473	0.39	0.32%
4	Kompleks Mediteran, Grumusol, Regosol dan Litosol	0.188	10465.26	104.65	87.20%
Rerata		0.23			
Jumlah			12002.48	120.01	100%

Sumber: Hasil Digitasi *ArcGis* dan Perhitungan *Excel*.



Gambar 2. Peta Jenis Tanah.
Sumber: Proses Digitasi *ArcGis*.

Kemiringan Lereng (LS).

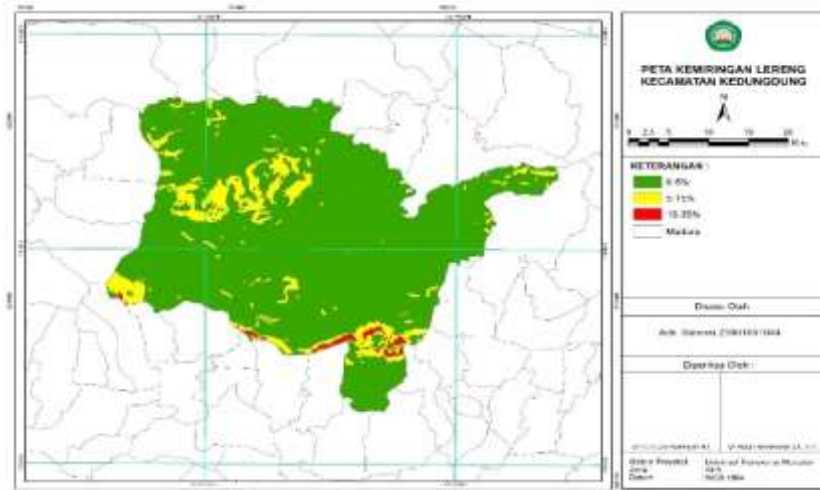
Dari hasil digitasi nilai faktor LS Kecamatan Kedungdung dengan melihat tabel 2 yang dikelompokkan menjadi 3 kelas kemiringan 0 – 5%, 8 – 15%, 5 – 15%, 15 – 35%, Maka diperoleh nilai LS yaitu 0.25, 1.20, 4.25 lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 6:

Tabel 6. Kemiringan Lereng (Nilai Faktor LS) Kecamatan Kedungdung.

DAS	Kemiringan Lereng (%)	Faktor LS	Luas (ha)	Luas (km ²)	Persentase (%)
Kedungdung	0-5%	0.25	10497.31	104.97	4.39%

DAS	Kemiringan Lereng (%)	Faktor LS	Luas (ha)	Luas (km ²)	Persentase (%)
	5-15%	1.20	1404.83	14.04	21.05%
	15-35%	4.25	100.33	1	74.56%
Rerata		1.9			
Total			12002.48	120.01	100%

Sumber: Hasil Digitasi ArcGis dan Perhitungan Excel.



Gambar 3. Peta kemiringan lereng.
Sumber: Proses Digitasi ArcGis.

Perhitungan Faktor Tutupan Lahan (CP).

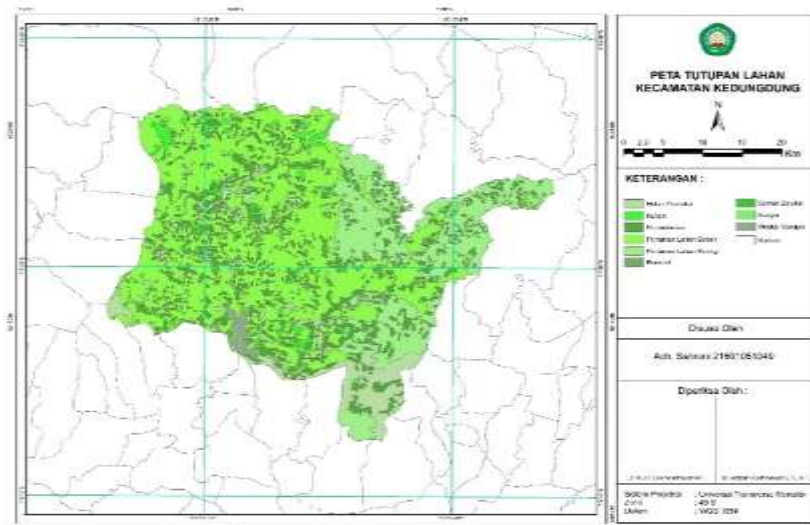
Berdasarkan peta tataguna lahan didapatkan nilai CP, Untuk menentukan nilai erodibilitas tanah pada studi ini menggunakan dengan menyesuaikan tiap tataguna lahan yang ada di kecamatan kedungdung. Sementara pada studi ini hanya pada area Sub DAS Kec. Kedungdung sehingga dibutuhkan bantuan perangkat ArcGis 10.4 untuk digitasi data tutupan lahan.

Diketahui bahwa data peta tataguna lahan kecamatan kedungdung adalah pemukiman, sawah, kebun, ladang, semak belukar. Dengan nilai yang di sesuaikan berdasarkan table 7 yaitu:

Tabel 7. Nilai Faktor Berbagai Jenis Penggunaan Lahan (CP).

No	Tutupan Lahan	Nilai CP	Luas Area (Ha)	Luas Area (Km ²)
1	Waduk klampis	0	130	1.300
2	Hutan produksi	0.001	853	8.530
3	Semak belukar	1	16	0.160
4	Kebun	0.3	400	4.000
5	Permukiman	1	2135	21.350
6	Pertanian lahan basah	0.01	5912	59.120
7	Pertanian lahan kering	1	2530	25.300
8	Rumput	0.29	1	0.010
9	Sungai	0.001	25	0.250
Rerata		0.40		
Jumlah			12002	120.02

Sumber: Hasil Digitasi ArcGis dan Perhitungan Excel.



Gambar 4. Peta Tataguna Lahan (CP).

Sumber: Proses Digitasi *ArcGis*.

Setelah nilai tiap faktor pada rumus *USLE* diketahui maka besar erosi dapat dihitung dengan mengalikan tiap-tiap faktornya, hasil perhitungan erosi dapat dilihat pada tabel 8 di bawah ini:

Tabel 8. Perhitungan *USLE* Kecamatan Kedungdung.

Erosivitas Hujan R (KJ/ha)	Erodibilitas Tanah K (ton/KJ)	Panjang dan Kemiringan Lereng L (ha)	Tutupan Lahan CP	Erosi A (ton/ha)
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]
13148,86	0,23	1,9	0,40	2298,42

Sumber: Hasil Digitasi *ArcGis* dan Perhitungan *Excel*.

Dari tabel di atas dapat diketahui bahwa sedimentasi yang berasal dari erosi Kec Kedungdung yaitu 2.298,42 ton/ha/tahun.

Sediment Delivery Ratio (SDR)

Salah satu cara untuk menentukan besarnya SDR adalah dengan menggunakan persamaan di bawah ini (Varadilla, Noerhayati, & Rahmawati, 2020):

Dengan:

$$SDR = 0.42 \times A^{-0.3}$$

Dimana A = Luas area (ha).

Contoh perhitungan SDR pada Kecamatan kedungdung sebagai berikut:

$$SDR = 0,42 \times 12002,48^{-0.3}$$

$$SDR = 0,025.$$

Bersarnya pengangkutan sedimen dapat dihitung dengan persamaan yaitu:

$$Sy = SDR \times T.$$

Dimana :

Sy = *Sediment yield* (ton/ha/thn).

SDR = *Sediment delivery ratio*.

T = Besar erosi lahan (ton/ha/thn).

Karena Maka besar *sediment yield* pada Kecamatan Kedungdung sebagai berikut:

$$Sy = 0,025 \times 2298,42.$$

$$Sy = 57,66 \text{ (ton/ha/tahun)}.$$

Sehingga perhitungan SDR pada tabel 9 sebagai berikut:

Tabel 9 Perhitungan Sedimen *Delivery Ratio* dan *Sediment Yield*.

Luas Area (ha)	Erosi A (ton/ha/tahun)	Sedimen Delivery Ratio SDR	Sediment Yield Sy (ton/ha/tahun)
[1]	[2]	[3]	[4]
12002,48	2298,42	0.025	57,66

Sumber: Hasil Digitasi ArcGis dan Perhitungan Excel.

Untuk mengetahui sedimen tahunan satuan ton akan dikonversi ke m³ maka diperlukan berat jenis tanah pada lahan kedungdung dalam hal ini berat jenis tanah sebesar 2,41 ton/m³ (Bagaskoro, 2021) caranya sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{volume sedimen tahunan} &= \frac{Sy}{\text{berat jenis tanah}} \times \text{luas area.} \\
 &= \frac{57,66 \text{ ton/ha/tahun}}{2,41 \text{ ton/m}^3} \times 12002,48 = 287178,20 \text{ m}^3/\text{ha/tahun} .
 \end{aligned}$$

Sehingga didapatkan laju erosi Kedungdung sebagai berikut:

Tabel 10 Perhitungan Sedimentasi Tahunan Kecamatan Kedungdung.

Luas Area (ha)	Erosi A (ton/ha/tahun)	Sedimen Delivery Ratio SDR	Sediment Yield Sy (ton/ha/tahun)	Berat Jenis Tanah (ton/m ³)	Laju Erosi (m ³ /tahun)
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]
12002,48	2298,42	0.025	57,66	2.41	287178,20

Sumber: Hasil Perhitungan Excel.

Jadi sedimentasi yang akan masuk ke waduk dari perhitungan erosi dengan metode *USLE* yang berasal dari Kedungdung sebesar 2.298,42ton/ha/thn atau 287.178,20 m³/thn.

Usia Guna Bangunan Penampung Sedimen

Untuk menghitung usia guna bangunan penampung sedimen bisa dilakukan dengan hasil pengukuran *echosounding* atau erosi pada hal ini akan dihitung menggunakan perhitungan erosi (*USLE*) karena data pengukuran *echosounding* tidak tersedia. Adapun perhitungan usia bangunan penampung sedimen sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Laju sedimentasi (USLE).} &= 287178,20 \text{ m}^3/\text{tahun.} \\
 \text{Waduk beroperasi.} &= 45 \text{ tahun sejak tahun 2021.} \\
 \text{Total sedimen selama operasi.} &= 287.178,20 \text{ m}^3 \times 45 \text{ tahun.} \\
 &= 12.923.019,06 \text{ m}^3. \\
 \text{Sedimen total Sub DAS} &= 4,370,296.83 \text{ m}^3 \text{ (Dinas PUPR 2010)} \\
 &= 12.923.019,06 - 4,370,296.83 \\
 &= 8,258,077.40 \text{ m}^3 \\
 \text{Tampungan Mati.} &= 3.000.000 \text{ m}^3 \\
 \text{Inflow tahunan Waduk Klampis.} &= 4.643.000 \text{ m}^3 \text{ (Randy, 2017).} \\
 \text{Besarnya C/I.} &= 3.000.000/4.643.000. \\
 &= 0.6461. \\
 \text{Trap efficiency.} &= 100\left(1 - \frac{1}{1+100 \times 0.6461}\right)^{1.5} \\
 &= 97,72 \% \\
 &= 0,9772. \\
 \text{Sedimen mengendap di waduk.} &= 8,258,077.40 \times 97,72\% \\
 &= 8.069.793,23 \text{ m}^3 \\
 \text{Sisa usia umur layanan waduk.} &= 3.000.000/ 8.069.793,23 \\
 &= 0.37\text{Tahun.}
 \end{aligned}$$

Sehingga dapat dihitung usia guna bangunan penampung sedimen Waduk Klampis yaitu 0.37 tahun. Selengkapnya disajikan pada tabel 11 sebagai berikut:

Tabel 11 Perhitungan Usia guna Waduk Klampis Kecamatan Kedungdung.

Kapasitas (juta/m ³)	Inflow Tahunan (juta/m ³)	C/I	Te (%)	Laju Sedimen (USLE) (m ³)	Sedimen Terendap (/m ³)	Usia Guna Waduk (tahun)
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]
3	4.643	0.6461	97.72	287.178,20	8,258,077.40	0.37

Sumber: Hasil Perhitungan *Excel*.

Jadi dari perhitungan di atas dapat disimpulkan bahwa umur layanan Waduk Klampis Kecamatan Kedungdung Kabupaten Sampang diperoleh sisa umur Waduk 0.37 tahun dari tahun 2021.

Kesimpulan.

Besar laju erosi yang menyebabkan sedimentasi pada Waduk Klampis sebesar 287.178,20 m³/thn berdasarkan jumlah sedimen yang masuk ke waduk utama sebesar 8,258,077.40 m³/tahun.

Sedimentasi yang tertampung pada waduk Klampis sebesar 8,258,077.40m³/tahun,Sisa usia guna umur layanan waduk sebesar 0.37 tahun dari tahun 2021.

Saran.

Dari perhitungan selanjutnya bisa menggunakan metode *MUSLE (Modify Universal Soil Loss Equation)*.

Perhitungan sedimentasi bisa menggunakan software yang lainnya seperti *HEC-RAS, SWMS* dan lainnya.

Perhitungan hidrologi selanjutnya bisa menggunakan metode *Log Pearson Type III, HSS Nakayasu*.

Perlu diadakan normalisasi seperti pengerukan sedimentasi pada volume tampungan mati Waduk Klampis di Kecamatan Kedungdung Kabupaten Sampang.

DAFTAR PUSTAKA.

- Bagaskoro, Q. M., Wahyuni, S., & Andawayanti, U. (2021). Analisis Laju Infiltrasi Dengan Metode Penggenangan (Fooding) dan Karakteristik Tanah di Kabupaten Sampang, Madura. *Jurnal Teknologi Dan Rekayasa Sumber Daya Air*, 1(2), 477–488.<https://doi.org/10.21776/ub.jtresda.2021.001.02.12>
- Brune, G. N. (1953). Trap Efficiency For Reservoir. *Transaction of the American Geophysical Union*, Vol. 34, no. 3.
- Hasibuan, M. N. (2017). Analisa Erosi dan Sedimentasi dengan Menggunakan Metode USLE dan MUSLE pada Kawasan Daerah Aliran Sungai Deli.
- Kurniawan, A., Noerhayati, E., & Suprpto, B. (2019). Analisa Sedimentasi Daerah Aliran Sungai (Das) Lesti Dalam Mem- Perkiraan Umur Waduk Sengguruh (Vol. 23, Nomor 4). <https://doi.org/10.3176/chem.geol.1974.4.04>
- Pangestu, H., & Haki, H. (2013). Analisis Angkutan Sedimen Total Pada Sungai Dawas Kabupaten Musi Banyuasin. *Universitas Sriwijaya*, 1(1), 23.
- Rachmawati, A. (2010). Aplikasi Sig (Sistem Informasi Geografis) Untuk Evaluasi Sistem Jaringan Drainase Di Sub Das Lowokwaru Kota Malang (Application of Geographical Information System for Evaluating Drainage System at Sub Basin Lowokwaru in Malang City). In *Rekayasa Sipil (Vol. 4, Nomor 2, hal. 111–123)*.
- Randy, Y. (2017). Studi Optimasi Lepas Berdasarkan Tampungan Operasi Waduk Klampis Di Kab. Sampang Untuk Irigasi Dengan Algoritma Genetik".<http://repository.ub.ac.id/3151/>
- Ubaidah, M. I., Noerhayati, E., & Suprpto, B. (2020). Studi Perencanaan Pola Operasi Waduk
- Varadilla, S. R., Noerhayati, E., & Rahmawati, A. (2020). Studi Pendugaan Sisa Usia Guna Waduk Selorejo Dengan Pendekatan Erosi Dan Sedimentasi. 12.