

ANALISIS LAJU EROSI DAN SEDIMENTASI WADUK WADASLINTANG PROVINSI JAWA TENGAH

Dr. Ir. Mochammad Amron, M.Sc, Dra. Daryati, MT, Inayah Rohmaniyah

ABSTRAK

INAYAH ROHMANIYAH. **Analisis Laju Erosi Dan Sedimentasi Waduk Wadaslintang Provinsi Jawa Tengah**. Skripsi. Jakarta: Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta, Januari 2016.

Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis laju erosi dan sedimentasi yang terjadi di Waduk Wadaslintang. Metode analisis laju erosi menggunakan rumus USLE dengan aplikasi Sistem Informasi Geografis (ArcGis dan MapInfo) untuk analisis spasial. Hasil dari analisis erosi dapat diketahui besarnya SDR (*Sediment Delivery Ratio*) dan laju sedimen yang masuk. Setelah itu membandingkan hasilnya dengan pengukuran *echo sounding*.

Parameter yang diukur yaitu peta curah hujan dari delapan stasiun, peta jenis tanah, peta kelas lereng dan peta penggunaan lahan serta konservasi lahan. Pada setiap peta dilakukan proses overlay untuk mendapatkan hasil akhir berupa sebaran erosi yang diklasifikasikan menjadi enam kelas yaitu sangat ringan, ringan, sedang, agak berat, berat dan sangat berat.

Hasil penelitian adalah besarnya laju erosi pada DAS Medono yaitu sebesar 331,65 ton/ha/thn, dengan laju erosi yang bervariasi berdasarkan persentase luas lahan yaitu 9.381 ha (50%); 1.697 ha (9%); 4.751 ha (25%); 1048 ha (6%); 519 ha (3%); 1.373 ha (7%). Sedimen berdasarkan pengukuran *echo sounding* sebesar 830.769 m³/thn dan sedimen berdasarkan perhitungan laju erosi sebesar 796.086 m³/thn. Sisa umur layan Waduk Wadaslintang berdasarkan hasil pengukuran *echo sounding* yaitu 30 tahun 6 bulan sedangkan berdasarkan perhitungan laju erosi yaitu 33 tahun.

Kata Kunci: Laju Erosi, Sedimentasi, Waduk.

ABSTRACT

INAYAH ROHMANIYAH. *Erosion Rate Analysis And Sedimentation Wadaslintang Reservoir Province Of Central Java*. Askripsi. Jakarta: Civil Engineering, faculty of Engineering, State University of jakarta, January 2016.

The objective this study was to analyze erosion rate and sedimentation in Wadaslintang Reservoir. Erosion analysis methode using USLE formula, using Geograpihc Information System (ArcGis and MapInfo) for spatial analysis. Results of the analysis erosion can generate the value of SDR (Sediment Delivery Ratio) and the rate on incoming sediment. Afterwards, the results then were compare with echo sounding measurements.

Rainfall data were collected from eight weather stations, soil, slope categories, and land cover maps. On each map, overlay process was done get the final result, is equal distribution erosion. The level was classified into six categories those were very light, light, medium, little heavy, heavy, and very heavy.

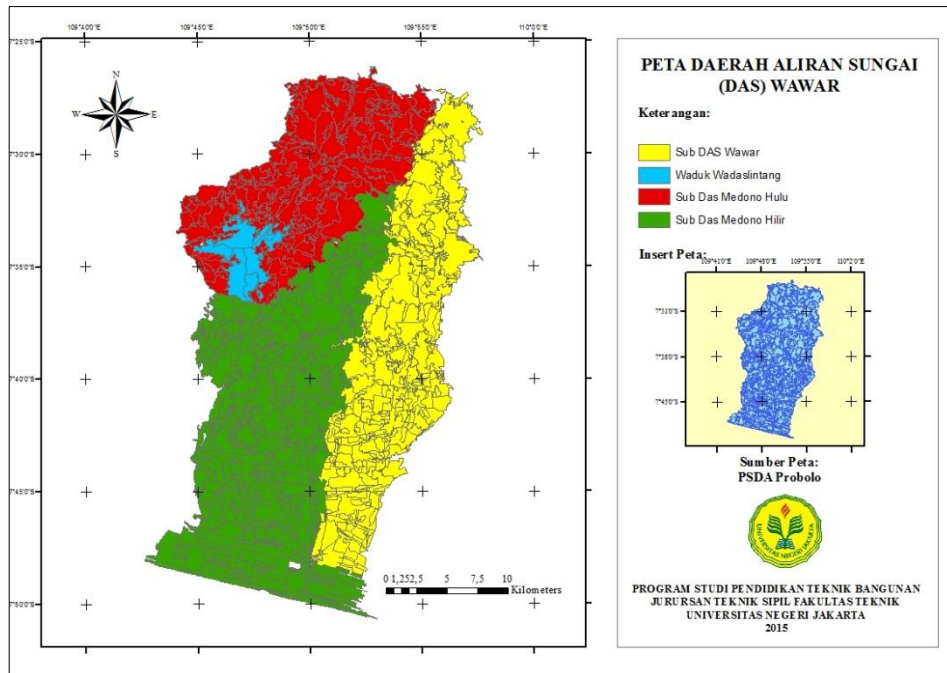
The result of this research is amount of erosion rate in Medono watershed is equal to 331,65 tons/ha/yr, with erosion rate varies, based on percentage area is 9.381 ha (50%); 1.697 ha (9%); 4.751 ha (25%); 1048 ha (6%); 519 ha (3%); 1.373 ha (7%). Sediment based on the measurement results of echo sounding is equal 830.769 m³/yr and sediment by erosion rate calculation is equal 796.086 m³/yr. The remaining live time for Wadaslintang Reservoir by measurement results of echo sounding is 30 years 6 mounth, while based on the erosion rate calculation is 33 years.

Key Word: *Erosion Rate, Sedimentation, Reservoir.*

A. Pendahuluan

Air merupakan sumber daya alam yang vital dan sangat diperlukan bagi kehidupan manusia untuk keperluan rumah tangga, keperluan industri, keperluan pertanian dan peternakan. Kebutuhan air saat ini semakin meningkat sejalan dengan laju pertumbuhan penduduk dan perkembangan ekonomi. Salah satu kebijakan untuk pembangunan bidang sumber daya air adalah dengan membangunnya waduk. Waduk pada umumnya dibangun untuk melestarikan sumber daya air dengan cara menyimpan air di saat kelebihan yang biasanya terjadi di saat musim hujan. Air yang datang melimpah pada musim hujan tersebut, ditampung dan disimpan serta dipergunakan secara tepat guna sepanjang tahun. Diharapkan pula banjir dapat dicegah serta kekurangan air pada saat musim kemarau tiba dapat diatasi.

Berdasarkan data dari Dinas Sumber Daya Air Energi Sumber Daya Mineral (SDA ESDM), Waduk Wadaslintang terletak di Desa Sumberejo Kecamatan Wadaslintang, Kabupaten Wonosobo, Provinsi Jawa Tengah. Waduk Wadaslintang terletak pada koordinat $7^{\circ} 26' 32''$ LS – $7^{\circ} 37' 23''$ LS dan $109^{\circ} 44' 16,92''$ BT – $109^{\circ} 55' 54''$ BT, berada sekitar 17 km sebelah utara Kota Prembun. Waduk ini dikelilingi oleh Bukit Kembanglangit, Bukit Tanggulasih, Bukit Wadas, Bukit siparuk, Gunung Medasih, Gunung Siwindu, Gunung Kedungbarung. Lokasi waduk berada pada Daerah Aliran Sungai (DAS) Wawar tepatnya di DAS Medono. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 1.1.



Gambar 1.1 Peta DAS Wawar

Sumber: PSDA Progo-Bogowonto-Luk Ulo (Probolo)

Berdasarkan data dari Pos Penjagaan Pintu Klep Otomatis (PPKO) dan Pengelolaan Sumber Daya Air III (PSDA III), erosi yang terjadi di Daerah Tangkapan Hujan (DTH) Waduk Wadaslintang disebabkan oleh beberapa faktor seperti intensitas curah berkisar antara 1.800 mm/tahun – 5.800 mm/tahun dengan rata-rata 3.656 mm/tahun. Kondisi lereng yang relatif curam dengan puncak-puncak yang sempit berpotensi menimbulkan erosi. Hilangnya vegetasi penutup tanah yang timbul akibat kegiatan penebangan hutan, praktek pertanian, lahan pemukiman dan semak belukar mengakibatkan tingginya laju erosi di DTH Waduk Wadaslintang.

Proses terjadinya laju erosi yang diakibatkan aktivitas di bagian hulu waduk seperti perubahan tataguna lahan atau cara bercocok tanam yang tidak mengikuti kaidah-kaidah konservasi tanah dan air. Aktivitas tersebut akan mengakibatkan terkelupasnya lapisan tanah bagian atas dan terangkut ke tempat yang lebih rendah, pengangkutan sedimen disebut sebagai transport sedimen.

Transport sedimen yang terjadi dari tempat yang lebih tinggi ke tempat yang lebih rendah dapat menyebabkan pendangkalan waduk, sungai, saluran irigasi, dan terbentuknya tanah-tanah baru (*morfologi*). Berdasarkan data dari PPKO dan PSDA III, diperkirakan nilai sedimen sebesar 0,83 juta m³/tahun.

Mengingat pentingnya peranan daerah tangkapan hujan dan waduk Wadaslintang bagi masyarakat, upaya konservasi lahan di sekitar daerah rawan erosi harus segera dilakukan. Proses penanggulangan erosi diperlukan adanya data dasar berupa informasi tentang erosi di sekitar wilayah daerah tangkapan hujan. Untuk memperoleh data dasar dalam penetapan strategi penanggulangan erosi lahan di sekitar DTH waduk Wadaslintang, maka perlu adanya penelitian tentang prediksi erosi.

B. Kajian Teori

Laju menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) adalah cepat (tentang gerak, lari, terbang, dan sebagainya). Laju dalam fisika adalah nisbah perubahan jarak per satuan waktu. Satuan waktu dapat berupa detik, menit, jam, hari atau tahun. Menurut Hardiyatmo (2006: 385) erosi permukaan merupakan proses pengangkutan partikel tanah yang diakibatkan oleh hujan, angin atau es. Akibat tetesan air hujan secara terus menerus akan mengakibatkan permukaan tanah menjadi terlepas dari kesatuannya.

Proses terjadinya erosi melalui 3 tahap, yaitu:

- a. Pengelupasan (*detachment*)
- b. Pengangkutan (*transportation*)
- c. Pengendapan (*sedimentation*)

Menurut Asdak (2014: 351) berkurangnya lapisan tanah bagian atas bervariasi tergantung pada tipe erosi dan faktor-faktor yang terlibat dalam proses erosi adalah iklim, sifat tanah, topografi, dan vegetasi penutup lahan. Berdasarkan faktor-faktor erosi dapat dirangkum dalam rumus USLE untuk menentukan laju erosi. Persamaan USLE adalah sebagai berikut:

$$A = R.K.LS.C.P \quad (2.1)$$

Keterangan: A = Laju erosi aktual rata-rata tahunan (ton/ha/tahun)
 R = Indeks daya erosi curah hujan (erosivitas hujan)
 K = Indeks kepekaan tanah terhadap erosi (erodibilitas tanah)
 LS = Faktor panjang (L) dan curamnya (S) lereng
 C = Faktor tanaman (vegetasi)
 P = Faktor usaha-usaha pencegahan erosi

Untuk menentukan angka R dihitung dari data curah hujan sebanyak mungkin dengan menggunakan persamaan:

$$R = \frac{EI}{100} \times X \quad (2.2)$$

Keterangan: R = Erosivitas hujan
 EI = Energi kinetik dan intensitas hujan
 X = Jumlah tahun atau musim hujan yang digunakan sebagai dasar perhitungan

Cara menentukan EI dengan menggunakan rumus Bols (1978) dengan menggunakan data curah hujan dari beberapa tempat di Jawa.

$$EI = 6,12(Pm)^{1,21}(HH)^{-0,47}(Pmax)^{0,53} \quad (2.3)$$

Keterangan: EI = Energi kinetik dan intensitas hujan

P_m = Curah hujan bulanan (cm)

HH = Hari hujan dalam satu bulan

P_{max} = Hujan harian maksimum pada bulan yang bersangkutan (cm)

Nilai K untuk beberapa jenis tanah di Indonesia yang disarankan oleh Departemen Kehutanan RI ditunjukkan dalam Tabel 2.1.

Tabel 2.1. Faktor Erodibilitas K

No	Jenis Tanah	Faktor erodibilitas (K)
1	Latasol merah	0,12
2	Latasol merah kuning	0,26
3	Latasol	0,31
4	Latasol coklat	0,23
5	Regosol	0,11
6	Lithosol	0,29
7	Grumusol	0,20
8	Alluvial	0,47

Sumber: Asdak (2014: 365)

Faktor indeks topografi L dan S , masing-masing mewakili pengaruh panjang dan kemiringan lereng terhadap besarnya erosi. Panjang lereng mengacu pada aliran air permukaan, yaitu lokasi berlangsungnya erosi dan kemungkinan terjadinya deposisi sedimen. Pada umumnya, kemiringan lereng diperlakukan sebagai faktor yang seragam (Asdak, 2014: 365).

Tabel 2.2. Kelas Kemiringan Lereng

Kelas Lereng	Lereng	Kemiringan (%)
I	Datar	0 – 3
II	Landai	3 – 8
III	Miring	8 – 15
IV	Agak curam	15 – 30
V	Curam	30 – 45
VI	Sangat curam	≥ 45

Sumber: Hardiyatmo, 2006.

Faktor panjang lereng (L) didefinisikan secara matematik sebagai berikut:

$$L = \left(\frac{l}{22,1}\right) m \quad (2.4)$$

Keterangan:

l = panjang kemiringan lereng (m)

m = angka eksponen yang dipengaruhi oleh interaksi antara panjang lereng dan kemiringan lereng dan dapat juga dipengaruhi oleh karakteristik tanah, tipe vegetasi. Nilai m dapat ditunjukkan dalam Tabel 2.5.

Tabel 2.3. Nilai m

Kemiringan Lereng (s)	m
< 1%	0,2
$1\% \leq s < 3\%$	0,3
$3\% \leq s < 5\%$	0,4
$s \geq 5\%$	0,5

Sumber: Hardiyatmo, 2006:410

Faktor kemiringan lereng S diidentifikasi secara sistematis sebagai berikut:

$$S = \frac{(0,43+0,30s+0,04s^2)}{6,61} \quad (2.5)$$

Keterangan: s = kemiringan lereng aktual (%)

Dalam studi ini faktor CP didekati dengan faktor penggunaan lahan dan pengolahan tanah kriteria penggunaan lahan dan besarnya nilai CP dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2.4. Faktor Penggunaan Lahan dan Pengolahan Tanah (CP)

No	Penggunaan Lahan	Faktor CP
1	Pemukiman	0,6
2	Kebun campuran	0,3
3	Sawah tadah hujan	0,20
4	Tegalan	0,75
5	Semak belukar	0,12
6	Hutan produksi	0,03

Sumber: RLKT (Rehabilitasi Lahan & Konservasi Tanah).

Perkiraan erosi rata-rata tahunan dan kedalaman tanah dipertimbangkan dalam penentuan Tingkat Bahaya Erosi (TBE) pada setiap satuan lahannya kelas TBE diberikan pada tiap satuan lahan dengan menggunakan informasi kedalaman tanah dan perkiraan erosi tahunan dari USLE. Kelas TBE ditentukan dengan menggunakan tabel berikut:

Tabel 2.5. Klasifikasi Erosi

Besarnya Erosi (ton/ha/thn)	Klasifikasi Erosi
< 14,4	Sangat Ringan
14,5-29,3	Ringan
29,4-46,9	Sedang
47,0-63,0	Agak Berat
63,1-80,6	Berat
>80,6	Sangat Berat

Sumber: www.gis.nuarsa.info (22 November 2015)

Sedimentasi adalah hasil proses erosi, baik berupa erosi permukaan, erosi parit, atau jenis erosi tanah lainnya. Sedimen umumnya mengendap dibagian bawah kaki bukit, di daerah genangan banjir, di saluran air, sungai dan waduk (Asdak, 2014: 392). Dari proses sedimentasi, hanya sebagian aliran sedimen di sungai yang diangkut keluar dari DAS, sedangkan yang lain mengendap dilokasi tertentu dari sungai.

Menurut Loebis (1993: 219) air yang memasuki waduk membawa angkutan sedimen hasil erosi pada DAS yang kemudian sebagian akan mengendap di dalam waduk berupa:

- a) *Wash load*
- b) *Suspended load*
- c) *Bed load*

Untuk menentukan besarnya sedimen dapat digunakan rumus SDR adalah dengan menggunakan persamaan dibawah ini:

$$D = \frac{S_y}{T} \quad (2.6)$$

Keterangan: D = nisbah pengangkutan sedimen atau SDR

S_y = hasil sedimen yang diperoleh di *outlet* DAS

T = erosi total yang berasal dari daerah tangkapan air yang berlangsung di bagian atas *outlet*.

Selain itu, besarnya SDR juga bisa didapat dengan menggunakan rumus

Boyce (1975) yaitu:

$$SDR = 0,14 A^{-1,3} \quad (2.7)$$

Keterangan: SDR = *Sediment Delivery Ratio* (SDR)

A = Luas DAS (ha)

Sistem Informasi Geografi (SIG) adalah sistem yang dirancang khusus untuk mengumpulkan, memeriksa, mengintegrasikan dan menganalisis informasi-informasi yang berhubungan dengan permukaan bumi dan didalamnya melibatkan teknologi komputer (Kusrini, 2007:7). SIG dalam penelitian ini adalah alat bantu untuk mengumpulkan, memeriksa, mengintegrasikan dan menganalisis data berupa peta-peta tematik sekaligus data citra satelit Landsat menjadi informasi yang akurat tentang kondisi biofisik DTH Waduk Wadaslintang.

Pada analisis menggunakan beberapa operasi dasar yang terdapat pada MapInfo maupun ArcGis, yaitu:

- a) *Thiessen Polygon*
- b) Digitasi Peta
- c) *Overlay*

Pemanfaatan SIG untuk menghitung besaran erosi USLE tidak hanya sebatas dalam penentuan faktor (LS) saja, dalam hal ini juga dilakukan untuk penentuan faktor-faktor nilai dalam parameter USLE seperti faktor penutup lahan

dan tindakan konservasi (CP), faktor tersebut umumnya dapat diperoleh dari data peta maupun data citra satelit yang juga di proses dan diolah dengan teknologi SIG, teknologi SIG merupakan wujud kemudahan dalam menentukan jenis tataguna lahan pada areal yang luas. SIG dengan data berupa foto udara dan citra satelit, maka penerapan metode gabungan untuk mengkaji erosi bentang lahan pada area yang luas dapat dilakukan dengan mudah dan efektif (Rahim, 2003:57). Dengan memanfaatkan SIG, hasil dari perhitungan nilai erosi dapat ditampilkan secara grafis dalam bentuk tampilan peta DTH.

Pengukuran perubahan dasar waduk ini biasanya dilakukan dengan menggunakan *echo sounding*. Prosedur pengukuran dilakukan dengan metode kontur dan metode jalur. Pemilihan metode tergantung pada kuantitas dan distribusi sedimen, ketersediaan peta dasar, tujuan survey dan ketelitian yang diharapkan. Metode kontur menggunakan prosedur pemetaan topografi, sedangkan metode jalur dilaksanakan dengan membuat profil melintang, alat duga sonik digunakan untuk pengukuran bagian daratnya. Metode kontur digunakan terutama sebelum waduk terisi air. Sedangkan metode jalur digunakan setelah waduk terisi air atau setelah penggenangan dan harus dilaksanakan secara teratur.

Bila jumlah sedimen yang masuk lebih besar dibanding kapasitas waduknya, maka usia guna waduk tersebut akan berkurang dari usia guna yang telah direncanakan. Pada umumnya penentuan umur waduk dilakukan dengan cara menghitung berapa lama tampungan mati terisi penuh sedimen. Adapun perhitungan umum waduk dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$T = \frac{\text{Volume tampungan mati}}{\text{Laju sedimen}} \quad (2.8)$$

Keterangan: T = umur waduk (tahun)

C. Metodologi Penelitian

Tujuan penelitian ini untuk menganalisis laju erosi dan sedimentasi Waduk Wadaslintang dan untuk mengetahui sebaran erosi yang terjadi di hulu bendungan dengan Sistem Informasi Geografis. Penelitian ini dilakukan pada Waduk Wadaslintang dikhususkan pada daerah tangkapan hujan waduk. Waktu penelitian terhitung satu semester sejak proposal skripsi disetujui pada semester genap 2015.

Metode yang akan dilakukan dalam penelitian ini menggunakan dua metode yaitu metode survei dan metode analisis. Metode survei adalah metode yang digunakan untuk suatu penelitian dengan cara pengamatan secara langsung ke lokasi yang akan diteliti. Sedangkan metode analisis menggunakan rumus *Universal Soil Loss Equation* (USLE) dengan Sistem Informasi Geografis, aplikasi yang digunakan MapInfo dan ArcGis.

Dalam pengumpulan data yang diperlukan data primer mengenai berat isi tanah hasil erosi di sekitar DTH Waduk Wadaslintang, sebagai acuan dalam melakukan konversi nilai satuan Ton kedalam m^3 . Untuk data sekunder sebagai input berupa peta topografi, peta jenis-jenis tanah, data *echo sounding*, dan data hidrologi berupa data curah hujan harian 10 tahun. Data-data tersebut terdapat dari berbagai instansi-instansi, yaitu dari PPKO dan PSDA, SDA ESDM, PSDA Progo-Bogowonto-Luk Ulo (Probolo).

Data yang sudah didapat maka dilakukan prosedur analisis sebagai berikut:

1. Melakukan perhitungan dengan menggunakan data dari hasil pengukuran *echo sounding*, dari pengukuran tersebut bisa diketahui besarnya sedimentasi.
2. Menghitung laju erosi dengan menggunakan rumus *Universal Soil Loss Equation* (USLE).

3. Menghitung faktor-faktor yang terdapat pada rumus USLE yaitu erosivitas hujan (R) berdasarkan data curah hujan selama 10 tahun, menentukan nilai erodibilita tanah (K) berdasarkan peta jenis-jenis tanah yang nilainya disesuaikan dengan tabel 2.2, menghitung nilai panjang dan kemiringan lereng (LS) berdasarkan peta kontur, penggunaan lahan dan pengelolaan tanah (CP) berdasarkan peta jenis penutup lahan nilainya disesuaikan dengan tabel 2.2 dan 2.8.
4. Digitasi peta dan menginput nilai R.K.LS.CP ke dalam perangkat lunak Sistem Informasi Geografis.
5. Overlay peta, yaitu metode tumpang susun dengan menggabungkan nilai R, nilai K, nilai LS dan nilai CP melalui aplikasi SIG.
6. Tahapan overlay akan menghasilkan peta sebaran erosi.
7. Analisis USLE digunakan untuk memperoleh nilai total erosi dengan cara mengalikan faktor R, K, LS dan CP.
8. Analisis SDR, dengan menggunakan analisis hasil laju erosi dan data luas DAS sehingga dapat menghitung rasio pengangkutan sedimen yang terjadi.
9. Konversi nilai satuan, karena hasil erosi dari rumus USLE dinyatakan dalam satuan (Ton/Ha/Th) sedangkan hasil pengukuran *echosounding* dinyatakan dalam satuan meter kubik (m^3/Th).
10. Perhitungan berkurangnya kapasitas waduk: perhitungan mengenai berkurangnya kapasitas tampungan waduk berdasarkan nilai akumulasi sedimen yang terjadi di waduk.

Selanjutnya menghitung sisa usia guna waduk, perhitungan sisa usia guna waduk hasil dari pengukuran *echo sounding* dan analisis hasil perhitungan erosi maka dilakukan perhitungan untuk memprediksi sisa usia guna waduk.

D. Hasil dan Pembahasan

Untuk mengetahui besarnya sedimentasi yang masuk ke waduk maka diadakan pengukuran *echo sounding*. Pengukuran *echo sounding* pada Waduk Wadaslintang dilakukan oleh Perum Jasa Tirta. Pertamakali pengukuran *echo sounding* pada tahun 1987 selanjutnya pada tahun 1993 semenjak tahun 2008 dan seterusnya pengukuran *echo sounding* dilakukan lima tahun sekali. Hasil pengukuran *echo sounding* dapat dilihat pada Tabel 4.1, dari tabel tersebut bisa diketahui penurunan kapasitas waduk dan besarnya volume sedimen yang masuk dapat dilihat pada Tabel 4.2 dan 4.3.

Tabel 4.1. Hasil Pengukuran *Echo Sounding*

TMA (m)	Volume Tahun (Juta m ³)			
	1987	1993	2008	2013
185	569	440	447	446
180	493	379	382	380
175	427	324	323	322
170	369	274	271	272
165	315	229	225	227
160	266	191	183	187
155	220	157	149	153
150	179	127	119	123
145	140	102	93	96,9
140	110	79,2	72,6	74,5
135	85,2	60	54,6	55,8
130	65,1	44,3	40,2	40,3
125	49,9	31,7	27,7	27,5
124	46,9	29,5	25,7	25,3

Sumber: PSDA

Tabel 4.2. Perubahan Kapasitas Tampungan Waduk Wadaslintang

Tahun	Volume Tampungannya		Volume Tampungannya	
	Efektif (Juta m ³)	%	Mati (Juta m ³)	%
1987	569	100	46,9	100
1993	440	77,33	29,5	62,90
2008	447	78,56	25,7	54,80
2013	446	78,38	25,3	53,94

Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel 4.3. Nilai Sedimen

Tahun	Volume (Juta m ³)		Volume Sedimen (m ³)	Volume Efektif (Juta m ³)
	El. 185 m	El. 124 m		
1987	569	46,9		522,1
1993	440	29,5	17.400.000	410,5
2008	447	25,7	3.800.000	421,3
2013	446	25,3	400.000	420,7
Pengurangan Vol.	22%	46%		
	Jumlah Sedimen		21.600.000	
	Rata-rata Sedimen		830.769	

Sumber: Hasil Perhitungan

Dilihat dari tabel 4.2 volume tampungan waduk mengalami perubahan dari 100% menjadi 78,38% pada volume tampungan efektif dan pada volume tampungan mati menjadi 53,94%. Berdasarkan tabel 4.3 jumlah sedimen yang berada di dalam waduk pada tahun 1987 sampai 2013 sebesar 21.600.000 m³ dan nilai sedimen rata-rata per tahun sebesar 830.769 m³/thn. Akibat adanya sedimentasi tersebut kapasitas tampungan waduk mengalami penyusutan pada elevasi 185 m sebesar 22% sedangkan pada elevasi 124 m sebesar 46%.

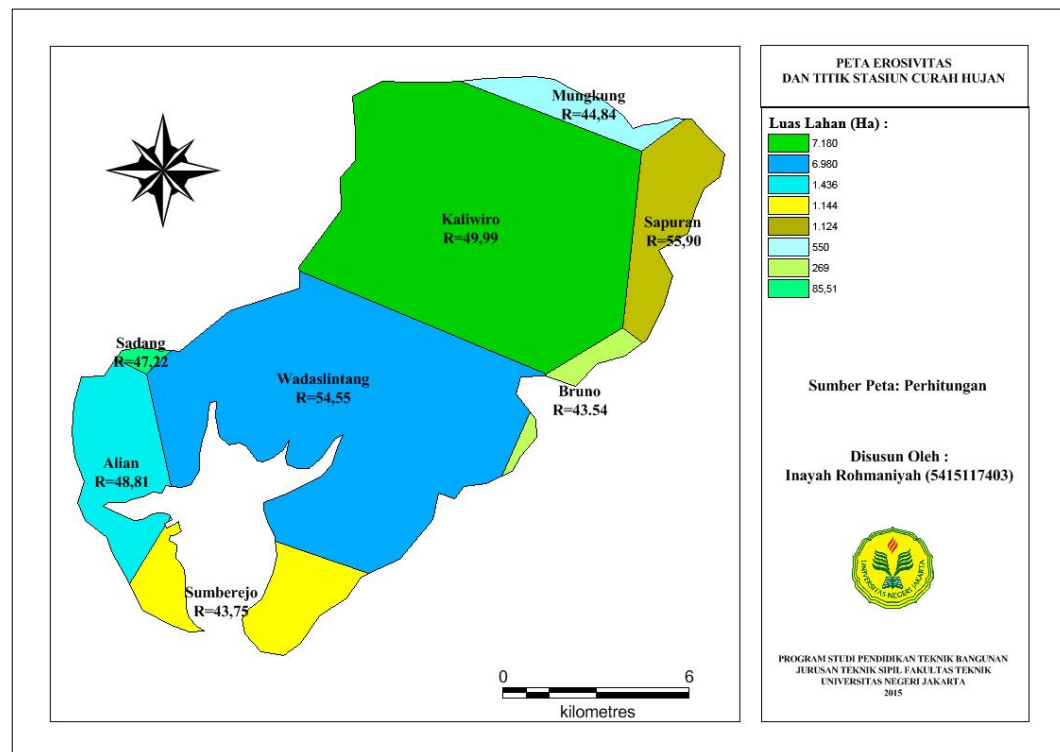
Menghitung erosivitas hujan dapat menggunakan persamaan 2.2 dan 2.3 hasil perhitungan dan peta dapat dilihat pada tabel 4.4 dan gambar 4.1.

Tabel 4.4. Nilai Erosivitas Per Area

Stasiun	Luas Area(Ha)	Koefisien Luas	Erosivitas Hujan (R)
Wadas	6980	37,19%	54,55
Kaliwiro	7180	38,26%	49,99
Mungkung	550	2,93%	44,84

Sapuran	1124	5,99%	55,90
Bruno	269	1,43%	43,54
Sumberejo	1144	6,10%	43,75
Alian	1436	7,65%	48,81
Sadang	85,51	0,46%	47,22
Jumlah	18769	100%	
		Rata-rata	48,58

Sumber: Hasil Perhitungan



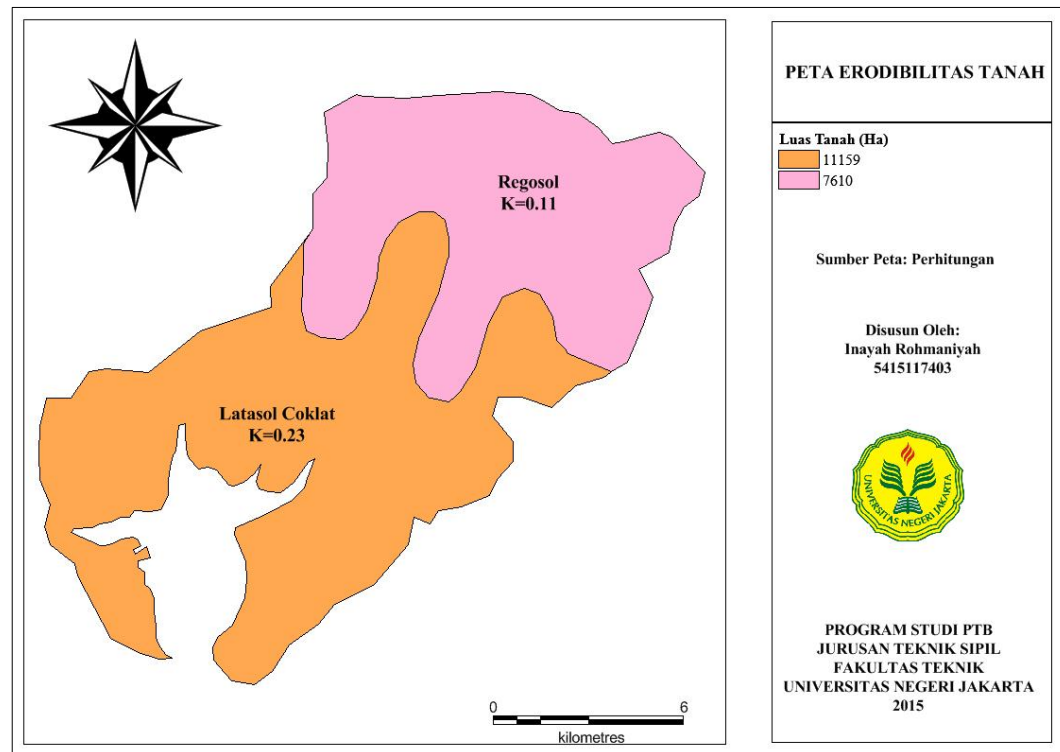
Gambar 4.1. Peta Erosivitas Hujan

Sumber: Hasil input data dengan MapInfo

Dapat dilihat pada tabel 4.4 area yang paling luas yaitu pada stasiun curah hujan Kaliwiro dengan luas area 7.180 ha atau 38,26% dan pada stasiun Sadang memiliki luas area yang paling kecil yaitu 85,51 ha atau 0,46% dari luas keseluruhan.

Peta erodibilitas tanah pada daerah penelitian dalam bentuk *image remote sensing (Soft Data)* atau data yang didapat dari pencitraan jarak jauh. Peta jenis tanah yang diperoleh dari pencitraan jarak jauh seluruh wilayah provinsi Jawa Tengah sedangkan dalam penelitian ini hanya fokus pada daerah DAS Medono

maka perlu adanya proses digitasi peta. Untuk menentukan nilai K disesuaikan dengan tabel 2.1. Peta hasil digitasi dan data tabular dapat dilihat pada gambar 4.3 dan tabel 4.5.



Gambar 4.3. Peta Erodibilitas Tanah

Sumber: Hasil Digitasi

Tabel 4.5. Erodibilitas Tanah

Jenis Tanah	Luas (Ha)	Koefisien Luas (%)	Nilai K
Regosol	7610	40,55	0,11
Latasol Coklat	11159	59,45	0,23
Jumlah	18769	100,00	
		Rata-rata	0,17

Sumber: Hasil Perhitungan

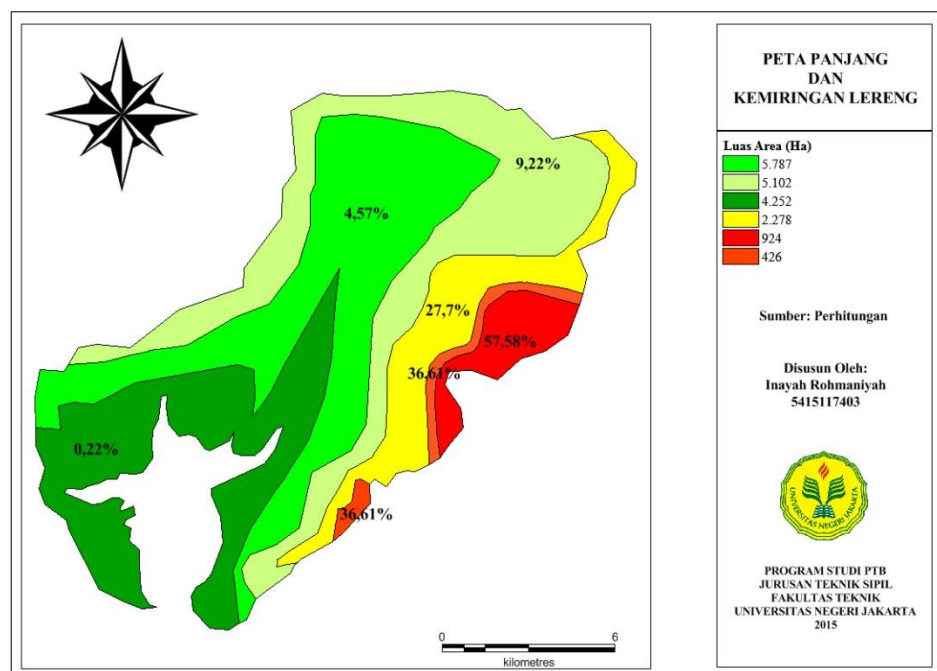
Sesuai dengan gambar 4.3 dan tabel 4.5 tentang penyebaran jenis tanah di wilayah DAS Medono. Pada DAS Medono memiliki dua jenis tanah yaitu Regosol dan Latasol Coklat kedua jenis tanah tersebut memiliki nilai faktor erodibilitas yang berbeda.

Untuk menghitung faktor LS dapat menggunakan persamaan 2.4 dan 2.5, hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6. Perhitungan Nilai Faktor LS

Kelas Kelerengan (%)	l (m)	s (%)	LS	Luas (Ha)	Koef. Luas
0-3%	937,5	0,8	0,22	4.252	23%
3-8%	1836,54	5,53	4,57	5.787	31%
8-15%	1100	11,06	9,22	5.102	27%
15-30%	965,48	22,63	27,70	2.278	12%
30-45%	256	38,45	36,61	426	2%
≥45%	250	49,47	57,58	924	5%
Jumlah	5345,52	127,94	135,91	18.769	100%
Rata-rata	1527,29	21,32	22,65		

Sumber: Hasil Perhitungan



Gambar 4.3. Peta Kemiringan Lereng DAS Medono

Sumber: Hasil Digitasi

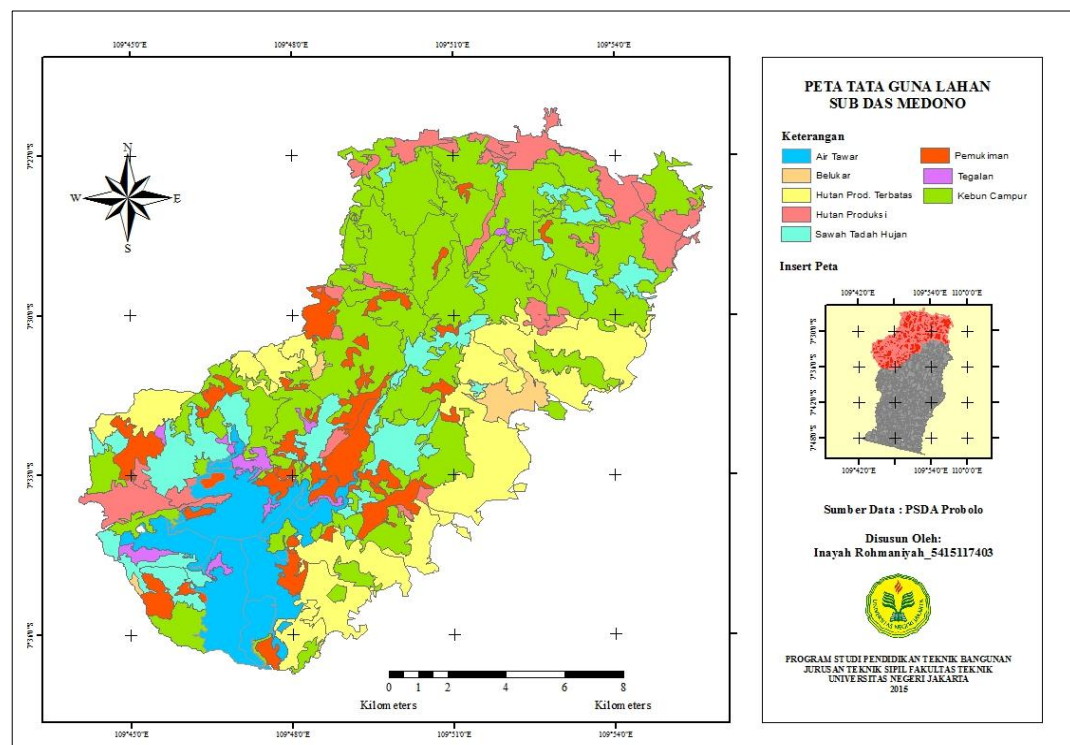
Faktor penggunaan lahan (C) ialah perbandingan antara besarnya erosi dari lahan yang ditanami suatu jenis tanaman terhadap besarnya erosi tanah yang ditanami. Faktor pengelolaan tanah (P), yaitu perbandingan antara besarnya erosi dari lahan dengan suatu tindakan konservasi tertentu terhadap besarnya erosi pada

lahan yang diolah tanpa tindakan konservasi. Data faktor penggunaan lahan dan pengelolaan tanah (CP) di wilayah DAS Medono diperoleh dari PSDA Progo-Bogowonto-Luk Ulo (Probolo) yang didalamnya sudah terdapat data jenis-jenis tanaman tetapi belum terdapat nilai CP. Untuk mendapatkan nilai CP dapat disesuaikan dengan tabel 2.4, hasilnya dapat dilihat pada Tabel 4.7. Peta tataguna lahan dapat dilihat pada Gambar 4.4. Peta sudah siap di Overlay.

Tabel 4.7. Penggunaan Lahan DAS Medono

Tataguna Lahan	Luas (Ha)	Koef. Luas	Nilai CP
Hutan prod terbatas	3760,93	20,04%	0,18
Sawah tadah hujan	2146,47	11,44%	0,20
Pemukiman	1902,31	10,14%	0,6
Kebun campur	8581,17	45,72%	0,3
Hutan produksi	1742,94	9,29%	0,25
Tegalan	305,5	1,63%	0,75
Semak Belukar	329,67	1,76%	0,12
Jumlah	18769	100%	2,40
		Rata-rata	0,34

Sumber: PSDA Probolo



Gambar 4.4. Peta Tata Guna Lahan

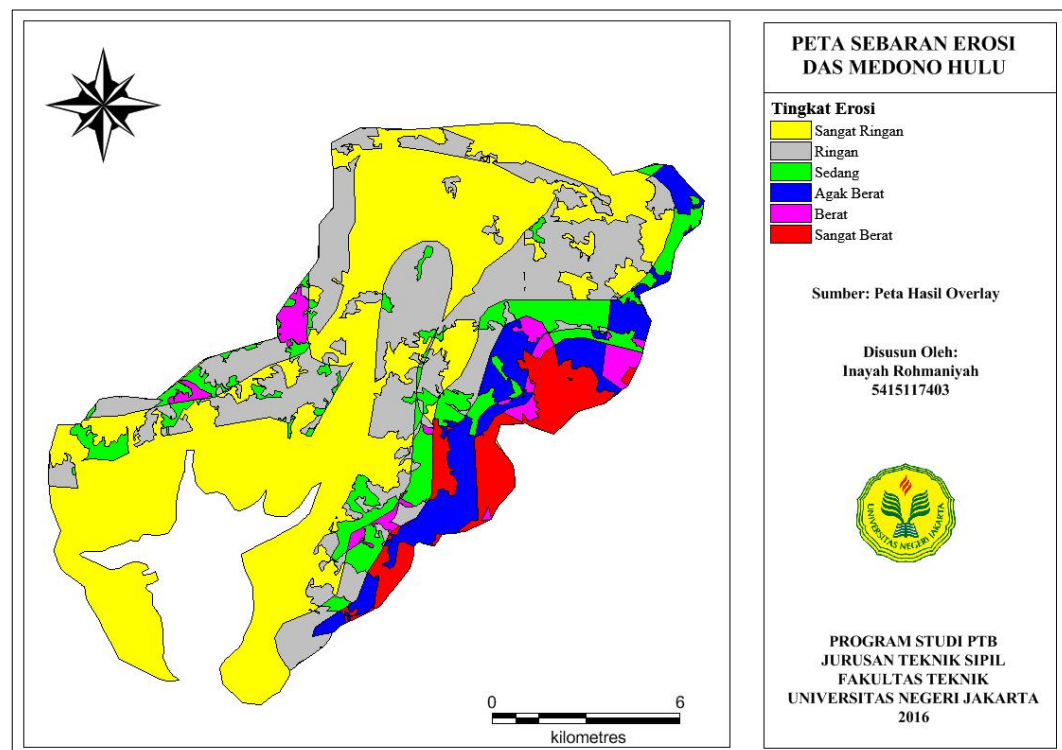
Sumber: PSDA Progo-Bogowonto-Luk Ulo (Probolo)

Setelah dilakukan perhitungan pada masing-masing faktor (R, K, LS dan CP) nilai laju erosi pada wilayah daerah tangkapan hujan Waduk Wadaslintang dapat dihitung. Hasil perhitungan dapat dilihat pada tabel 4.8, peta hasil *overlay* dengan perangkat lunak MapInfo dapat dilihat pada gambar 4.5 dan klasifikasi erosi dapat dilihat pada tabel 4.9.

Tabel 4.8. Perhitungan Laju Erosi

No	R	K	Nilai LS	Nilai CP	Laju Erosi (ton/ha/thn)
1	44,97	0,17	5,90	0,25	11,28
2	48,86	0,23	7,33	0,22	18,12
3	49,87	0,20	11,23	0,36	40,32
4	52,94	0,11	27,70	0,38	61,30
5	44,96	0,17	36,61	0,28	78,35
6	53,48	0,14	44,50	0,37	123,28
Jumlah					332,64

Sumber: Hasil Perhitungan



Gambar 4.6. Peta Sebaran Erosi

Sumber: Hasil Overlay Dengan Perangkat Lunak Map Info

Tabel 4.9. Klasifikasi Erosi

Klasifikasi	Luas (Ha)	Koef. Luas	Laju Erosi (ton/ha/thn)
Sangat Ringan	9.381	50%	11,28
Ringan	1.697	9%	18,12
Sedang	4.751	25%	40,32
Agak Berat	1.048	6%	61,30
Berat	519	3%	78,35
Sangat Berat	1.373	7%	123,28
Jumlah	18769	100%	332,64
		Rata-rata	55,44

Sumber: Hasil Perhitungan dari Program

Dilihat dari Tabel 4.8 laju erosi minimum 11,28 ton/ha/thn dan erosi maksimum 123,28 ton/ha/thn dengan total laju erosi pada seluruh DTH sebesar 332,64 ton/ha/thn. Pada tabel 4.9 jika dirata-rata laju erosi 55,44 ton/ha/thn berdasarkan tabel 2.9 laju erosi termasuk dalam klasifikasi agak berat.

Untuk menghitung besaran sedimen yang mengendap di dalam waduk dapat mengikuti langkah-langkah sebagai berikut:

1. Menghitung SDR dapat menggunakan persamaan 2.7, perhitungannya sebagai berikut:

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

Ket: A = Luas area DAS Medono yaitu 18.769 ha

$$SDR = 0,41 \times (18.769)^{-0,3}$$

$$SDR = 0,02142 = 2,14\%$$

2. Karena tidak semua erosi mengendap di dalam waduk maka perlu adanya perhitungan sedimen dasar yang diperoleh dari perhitungan erosi. Dapat menggunakan persamaan 2.6, berikut perhitungannya:

$$S_Y = SDR \times T$$

Ket: T = hasil analisis laju erosi dengan menggunakan rumus USLE sebesar 332,64 ton/ha/thn.

$$S_Y = 0,0214 \times 332,64 \text{ ton/ha/thn}$$

$$S_Y = 7,12 \text{ ton/ha/thn}$$

3. Mengubah satuan dari berat ke volume, untuk mengetahui volume sedimen tahunan, caranya sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Volume sedimen tahunan} &= \frac{S_Y}{\text{berat sedimen}} \\ &= \frac{7,12 \text{ ton/ha/thn}}{0,168 \text{ ton/m}^3} = 42,41 \text{ m}^3/\text{ha/thn} \\ &= 42,41 \times 18.769 = 795.908 \text{ m}^3/\text{thn} \end{aligned}$$

Dari ketiga tahapan perhitungan diatas dapat disimpulkan bahwa sedimen yang akan mengendap di dalam waduk berdasarkan luas DAS sebesar 2,14% dari total erosi sehingga sedimen yang akan mengendap didalam waduk sebesar 7,12 ton/ha/thn atau 795.908 m³/thn.

Tingkat sedimen yang terjadi sangat berpengaruh terhadap keberlangsungan waduk. Berdasarkan perhitungan dan data pada pembahasan sebelumnya kemudian dilakukan untuk memperkirakan kenaikan sedimen pada tampungan mati Waduk Wadslintang, kemudian diperkirakan berapa waktu yang diperlukan sedimen mampu memenuhi volume tampungan mati tersebut. Adapun data teknis yang dipergunakan dalam operasi Waduk Wadaslintang antara lain:

Data Teknis Waduk Wadaslintang:

Volume efektif waduk	: 569.000.000 m ³
Volume mati waduk	: 46.900.000 m ³
Elevasi muka air tinggi	: HWL Elev. 185 m
Elevasi muka air rendah	: LWL Elev. 124 m
Usia rencana waduk	: 100 tahun
Umur operasi waduk (tahun 2013)	: 26 Tahun

Untuk mengetahui sisa usia guna Waduk Wadaslintang maka dilakukan perhitungan dengan menggunakan:

a) Berdasarkan Pengukuran *echo sounding*

$$\begin{aligned}
 \text{Sedimen rata-rata per tahun} &= 830.769 \text{ m}^3/\text{thn} \\
 \text{Total sedimen selama operasi waduk} &= 830.769 \text{ m}^3/\text{thn} \times 26 \text{ thn} \\
 &= 21.599.994 \text{ m}^3 \\
 \text{Sisa volume tampungan mati} &= 46.900.000 \text{ m}^3 - 21.599.994 \text{ m}^3 \\
 &= 25.300.000 \text{ m}^3 \\
 \text{Sisa usia guna waduk} &= \frac{25.300.000}{830.769} = 30,5 \text{ Tahun}
 \end{aligned}$$

b) Berdasarkan Perhitungan Erosi

$$\begin{aligned}
 \text{Sedimen rata-rata per tahun} &= 795.908 \text{ m}^3/\text{thn} \\
 \text{Total sedimen selama operasi waduk} &= 795.908 \text{ m}^3/\text{thn} \times 26 \text{ thn} \\
 &= 20.693.615 \text{ m}^3 \\
 \text{Sisa volume tampungan mati} &= 46.900.000 \text{ m}^3 - 20.693.615 \text{ m}^3 \\
 &= 26.206.385 \text{ m}^3 \\
 \text{Sisa usia guna waduk} &= \frac{26.206.385}{795.908} = 33 \text{ Tahun}
 \end{aligned}$$

Dari kedua metode yang digunakan yaitu pengukuran berdasarkan *echo sounding* didapat umur layan waduk 30,5 tahun atau 30 tahun 6 bulan dan perhitungan laju erosi 33 tahun.

E. Kesimpulan

1. Dengan total laju erosi yang terjadi pada DTH waduk Wadaslintang sebesar 332,64 ton/ha/thn dengan klasifikasi sangat ringan sampai sangat berat dan nilai laju erosi berkisar antara 11,28-123,28 ton/ha/thn, maka kesimpulannya adalah perlu adanya konservasi lahan terutama di daerah yang memiliki laju erosi sangat berat.
2. Besarnya sedimentasi yang masuk ke Waduk Wadaslintang dari analisis laju erosi sebesar 7,12 ton/ha/thn atau jika dikonversikan kedalam satuan volume sebesar 795.908 m³/thn, sedimen dari pengukuran *echo sounding* sebesar 830.769 m³/thn, maka kesimpulannya adalah perlu adanya pengerukkan sedimen yang berada di waduk Wadaslintang.