

Analisis Laju Erosi dan Distribusi Sedimen Pada Waduk Rongkong di Kabupaten Luwu Utara

Laily A. Putri^{*1}, Dyah A. Wulandari², Suseno Darsono³

^{1,2,3} *Magister Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro*
Jl. Prof. Sudarto, SH., Tembalang, Semarang.

Submitted : 17, Februari, 2023;

Accepted: 30, Oktober, 2023

Abstrak

Jumlah sedimen yang mengendap di waduk merupakan satu dari bermacam faktor yang berperan penentuan kapasitas tampungan mati serta usia guna waduk. Supaya waduk bisa melakukan operasi tepat dengan usia guna yang sudah direncanakan maka dari itu laju sedimentasi serta distribusi sedimen perlu diprediksi untuk menentukan pola operasi waduk. Banyaknya laju erosi di DAS Rongkong bisa menjadi sumber sedimentasi di Waduk Rongkong dan untuk mengetahui distribusi sedimen pada waduk merupakan tujuan dalam studi ini. Penentuan laju erosi dilakukan dengan mengenakan metode *USLE* dan analisis distribusi sedimen pada waduk dilaksanakan dengan mengenakan metode pengurangan luas (*Area Reduction Method*). Besarnya laju erosi yang didapatkan dari hasil analisa pada DAS Rongkong sebesar 242.393,64 m³/tahun. Sedangkan volume sedimen yang mengendap pada Waduk Rongkong dengan usia guna waduk yang direncanakan selama 50 tahun diperkirakan mencapai 11,53 juta m³ yang dimana total kapasitas waduk yang awalnya 48,25 juta m³ berkurang 23,39% menjadi 36,72 juta m³. Dari kapasitas tampungan mati yang disediakan tidak terisi 100% yaitu hanya 98,21%, maka dari itu operasional waduk selama usia guna relatif tidak terhambat dengan sedimentasi dan bisa sesuai dengan waktu yang telah direncanakan.

Kata Kunci : kapasitas waduk; laju erosi; usia guna; waduk rongkong

Abstract

The amount of settled sediment in the reservoir is one of the factors that play a role in determining the dead storage capacity and the usage life of the reservoir. In order for the reservoir to operate in accordance with the planned usage life, the sedimentation rate and sediment distribution need to be predicted to decide the reservoir operating pattern. The amount of the erosion rate in Rongkong watershed is the source of sedimentation in the reservoir, and the goal of this study is to determine the distribution of sediment in the reservoir. The erosion rate was determined using the USLE method and the sediment distribution analysis in the reservoir was carried out using the Area Reduction Method. The erosion rate obtained from the analysis of Rongkong watershed is 242.393,64 m³/year. Meanwhile, the volume of settled sediment in Rongkong Reservoir

with planned reservoir usage life of 50 years is estimated to reach around 11,53 million m³. The total reservoir capacity of 48,25 million m³ was reduced by 23,39% to 36,72 million m³. Based on the dead storage capacity provided, it is not 100% filled, but only 98,21% instead, therefore the reservoir operation during its usage life is relatively not hampered by sedimentation and could operate according to the plan.

Keywords : *reservoir capacity; erosion rate; usage life; rongkong reservoir*

A. PENDAHULUAN

Dibangunnya Bendungan Rongkong oleh pemerintah dirancang untuk bertujuan sebagai upaya dalam pemenuhan kebutuhan air, pengendalian banjir dan swasembada pangan di Provinsi Sulawesi Selatan khususnya Kabupaten Luwu Utara. Dengan adanya bendungan tersebut mengakibatkan terbentuk tampungan yang direncanakan dapat memadamkan air dengan volume total mencapai 48,246 juta m³, dengan volume tampungan mati mencapai 12,148 juta m³. Waduk Rongkong direncanakan bisa memenuhi kebutuhan air baku Kabupaten Luwu Utara dengan kapasitas 1.233 liter/detik, mengairi wilayah irigasi dengan luas 37.696 Ha, serta dapat mengurangi banjir di wilayah hilir Sungai Rongkong. Bendungan Rongkong merupakan bendungan yang baru akan dibangun di Kabupaten Luwu Utara Provinsi Sulawesi Selatan.

Sedimentasi yang dikarenakan erosi di daerah tangkapan air merupakan salah satu masalah umum yang timbul pada waduk. Macam-macam faktor yang bisa berdampak pada erosi yaitu kemiringan serta panjang lereng, kemampuan tanah dalam melakukan penyerapan air ke dalam lapisan tanah yang dangkal, vegetasi penutup, serta karakteristik (Prasetyo et al., 2015). Erosi bisa mengakibatkan terjadinya kehancuran tanah dimana tempat adanya erosi ataupun di tempat dimana akhir dari diendapkan nya pengangkutan tanah itu. Daya dukung dapat mengalami penurunan akibat dari sedimentasi yang

terjadi di waduk dan sungai. Keamanan bendungan dapat terancam akibat adanya peningkatan jumlah dari sedimentasi yang terjadi di waduk dan erosi di DAS. (Krisnayanti et al., 2018). Waduk merupakan tempat menyimpan air dan berfungsi sebagai penyalur air. Penggunaan lahan yang kurang tepat pada DTA akan mempengaruhi besarnya erosi lahan dan sedimen yang masuk ke waduk akan mempengaruhi usia guna waduk itu sendiri (Juldah et al., 2023). Waktu yang dibutuhkan sedimen dalam pengisian volume tampungan mati (*dead storage*) dapat mempengaruhi terhadap usia waduk (Mukti, 2019).

Kajian tersebut dilaksanakan guna memprediksi banyaknya laju sedimentasi serta erosi yang terjun menuju Waduk Rongkong serta memperkirakan distribusi pengendapan di waduk. Hal ini perlu diketahui untuk menentukan langkah-langkah antisipasi dalam operasi dan pemeliharaan sehingga waduk bisa beroperasi dengan efektif dan efisien tepat rencana usia guna. Analisis pendugaan laju erosi dilakukan dengan menggunakan Metode USLE (*Universal Soil Loss Equation*). Selanjutnya metode yang digunakan untuk memperkirakan besarnya hasil sedimen (*sediment yield*) adalah dengan menghitung besarnya *Sediment Delivery Ratio* (SDR). Dalam analisis distribusi sedimen pada Waduk Rongkong, digunakan *Area Reduction Method* karena metode ini dianggap memiliki tingkat kesalahan kecil (Aribowo et al., 2020).

B. TINJAUAN PUSTAKA

1. Erosi Lahan dan Sedimentasi Waduk

Sedimentasi adalah mekanisme selanjutan dari adanya erosi, bisa berbentuk erosi parit, erosi permukaan maupun macam erosi tanah yang lain (Khaerul et al., 2017; Setyono, 2011). Sedangkan kejadian berpindahnya atau timbulnya tanah maupun belahan yang lain dari tanah wilayah satu ke wilayah yang lain disebut dengan erosi (Ma'wa et al., 2014).

Bermacam faktor yang bisa berdampak munculnya sedimentasi di waduk yaitu kegiatan pemanfaatan lahan di daerah tangkapan, kondisi hidroklimatologi serta fisiografi daerah tangkapan, sifat sedimen, pola operasi waduk, maupun kondisi hidrolika (Departemen Pekerjaan Umum, 2004). Beberapa faktor tersebut menjadi penyebab terbentuknya pergerakan sedimen layang (*suspended load*) serta sedimen dasar (*bedload*), proses sedimen kasar mengendap (pembentukan delta), *resuspension*, *density current* pengendapan sedimen halus, serta pemadatan endapan sedimen.

Pengukuran sedimen layang, data pengukuran bathimetri waduk, serta erosi lahan yang terjadi merupakan macam cara yang dapat digunakan dalam memperkirakan banyaknya sedimentasi yang ada pada waduk.

2. Pendugaan Laju Erosi Lahan

Metode rancangan dalam melakukan prediksi rerata erosi tanah dalam kurun waktu panjang dari wilayah pertanian dengan sistem tanam serta manajemen tertentu disebut metode *universal soil loss equation* (USLE) (Morris & Fan, 2010). Model tersebut memakai persamaan seperti pada persamaan (1).

$$Ea = R \cdot K \cdot L \cdot S \cdot CP \quad (1)$$

Keterangan :

- Ea = Total tanah yang hilang rerata tiap tahun (ton/ha/tahun)
- R = Erosivitas hujan atau indeks daya erosi curah hujan
- K = Erodibilitas tanah atau indeks kepekaan tanah pada erosi
- LS = Faktor panjang (L) serta kemiringan lereng (S)
- CP = Faktor konservasi dan pengelolaan tanaman

3. *Sediment Delivery Ratio* (SDR)

Besarnya laju erosi lahan yang telah dihitung kemudian dipergunakan sebagai lanjutan perhitungan banyaknya sedimen yang terjun ke dalam waduk (*sediment yield*). *Sediment yield* atau disebut hasil sedimen yaitu banyaknya sedimen dihasilkan oleh erosi dan berlangsung di wilayah yang menangkap air dimana pengukurannya dilakukan pada tempat serta periode waktu tertentu. *Sediment yield* diukur berdasarkan banyaknya total erosi di wilayah yang menangkap air serta berdasarkan transport dari partikel tanah yang mengalami erosi dan telah keluar dari wilayah penangkapan itu. Kondisi fisiografi DAS dapat mempengaruhi variasi banyaknya *sediment yield* (Banuwa, 2013).

Nisbah pelepasan sedimen (*sediment delivery ratio*) atau SDR merupakan metode hitung yang bisa memperkirakan banyaknya *sediment yield* dari wilayah yang menangkap air. Pentingnya penggunaan metode SDR yang didasari dengan menghitung total erosi yang terjadi di wilayah tangkapan air supaya dapat memprediksi secara logis banyaknya jumlah *sediment yield* (Yoppi, 2018). Persamaan (2) adalah metode SDR yang bisa dipergunakan dalam menghitung *sediment yield*.

$$SY = (Ea \times SDR) \cdot A \quad (2)$$

Keterangan :

- SY = Besar sedimen per satuan luas (ton/tahun)
 SDR = *Sediment delivery ratio*
 Ea = Erosi total (ton/ha/tahun)
 A = Luas DAS (ha)

Menentukan SDR pada daerah studi dilakukan dengan penggunaan tabel hubungan luas DAS dengan rasio penghantar sedimen yang terlihat pada tabel 1.

Tabel 1. Hubungan antara luas DAS dan rasio penghantar sedimen

No.	Luas DAS (ha)	SDR (%)
1	10	53,0
2	50	39,0
3	100	35,0
4	500	27,0
5	1.000	24,0
6	5.000	15,0
7	10.000	13,0

4. Distribusi Sedimen Waduk

Metode penambahan luas (*area increment method*) serta metode pengurangan luas (*area reduction method*) merupakan macam metode yang bisa dipergunakan dalam memprediksi distribusi sedimen di waduk. Metode yang akan dipergunakan dalam studi ini yaitu metode yang memiliki taraf

kesalahan yang tidak banyak yaitu *area reduction method* (Tukaram et al., 2016). Metode tersebut adalah metode yang biasa dipergunakan sebagai alat untuk memperkirakan akibat dari pengendapan sedimen di reservoir.

C. METODE PENELITIAN

1. Lokasi Penelitian

Bendungan Rongkong bertempat di Sungai Rongkong, Desa Tandung Kecamatan Sabbang Kabupaten Luwu Utara, Provinsi Sulawesi Selatan dengan koordinat 120°4'2,68" BT dan 2°36'22,92" LS. Bendungan Rongkong dapat dicapai melalui darat dalam waktu sekitar 11 jam, dengan jarak ± 400 km dari Kota Makassar, ke utara melalui jalan utama menuju Kota Pare-Pare, belok kanan (ke timur) ke Kota Pangkajene Sidenreng (ibu kota distrik Sidenreng Rappang).

Berdasarkan posisi geografisnya, Luwu Utara memiliki batasan:

- Utara : Sulawesi Tengah
 Sisi Barat : Sulawesi Barat dan Tana Toraja
 Sisi Selatan : Kabupaten Luwu dan Teluk Bone
 Timur : Kabupaten Luwu Timur



Gambar 1. Peta lokasi Bendungan Rongkong

2. Pengumpulan Data

Data pendukung yang dipergunakan pada studi ini yaitu data sekunder, yang terdiri dari :

- Data kurva lengkung kapasitas awal Waduk Rongkong.
- Data kemiringan dan tutupan lahan, serta jenis tanah di DAS Bendungan Rongkong.
- Data curah hujan di DAS Bendungan Rongkong

3. Tahapan Penelitian

Langkah-langkah yang dapat diikuti dalam pelaksanaan analisis pada studi ini yaitu:

- Melakukan perkiraan *inflow* sedimen yang didapatkan dari hasil perhitungan erosi lahan dengan penggunaan metode USLE.
- Melakukan pemilihan kurva digunakan untuk melakukan plot titik hubungan nilai F dan kedalaman relatif (p).
- Melakukan penentuan kedalaman nol baru di waduk dengan melakukan penentuan fungsi tidak berdimensi (F) setiap elevasi digunakan persamaan (3).

$$F = \frac{S - V_h}{H A_h} \quad (3)$$

Keterangan :

S = Jumlah sedimen yang mengalami pengendapan (m³)

H = Kedalaman waduk awal (m)

V_h = Jumlah volume waduk di kedalaman elevasi H (m³)

A_h = Jumlah luas waduk pada kedalaman elevasi H (m²)

Nilai kedalaman relatif (p) dapat dihitung menggunakan persamaan (4).

$$p = \frac{h}{H} \quad (4)$$

Keterangan :

h = Kedalaman pada elevasi H (m)

H = Kedalaman total awal (m)

- Melakukan distribusi sedimen di tiap kedalaman waduk didasarkan pada kurva tipe waduk yang penentuannya dengan melakukan perhitungan luas relatif (a) berdasarkan kedalaman relatif (p) menggunakan persamaan (5) hingga (8) sesuai tipe kurvanya.

Tipe I :

$$a = 5,047p^{1,85}(1 - p)^{0,36} \quad (5)$$

Tipe II :

$$a = 2,487p^{0,57}(1 - p)^{0,41} \quad (6)$$

Tipe III :

$$a = 16,967p^{1,15}(1 - p)^{2,32} \quad (7)$$

Tipe IV :

$$a = 1,486p^{-0,25}(1 - p)^{1,34} \quad (8)$$

- Melakukan perhitungan luas terkoreksi yaitu dengan melakukan pembagian antara luas tampungan awal pada elevasi nol baru dengan luas relatifnya.
- Melakukan perhitungan luas yang terdistribusi setiap elevasi dengan melakukan perkalian luas tampungan awal dengan luas terkoreksi pada point (e).
- Melakukan perhitungan distribusi sedimen setiap elevasi menggunakan persamaan (9).

$$V_{sh} = \frac{a_h + a_{h-1}}{2} \times \Delta h \quad (9)$$

Keterangan :

V_{sh} = Volume sedimen di kedalaman h (m³)

a_h = Luas terdistribusi di kedalaman h (m^2)
 a_{h-1} = Luas terdistribusi di kedalaman $h-1$ (m^2)
 Δh = Selisih kedalaman (m)

- h. Melakukan perhitungan luas waduk sesungguhnya sesuai T tahun dengan melakukan pengurangan luas mula-mula dengan luas terdistribusi pada setiap elevasi pada point (f).
- i. Melakukan perhitungan tampungan waduk sesungguhnya sesuai T Tahun dengan melakukan pengurangan tampungan mula-mula dengan

distribusi sedimen setiap elevasi pada point (g).

D. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Pendugaan Erosi pada Waduk

Data curah hujan dari 2 stasiun hujan yang terletak beriringan dengan wilayah studi, yaitu Stasiun Sabbang dan Stasiun DAS Rongkong mulai tahun 2010 hingga tahun 2020 yaitu selama 11 tahun digunakan dalam studi ini untuk menganalisis komponen dari erosivitas hujan. Tabel 2 menyajikan hasil dari analisa erosivitas hujan di DAS Rongkong.

Tabel 2. Perhitungan erosivitas hujan (R)

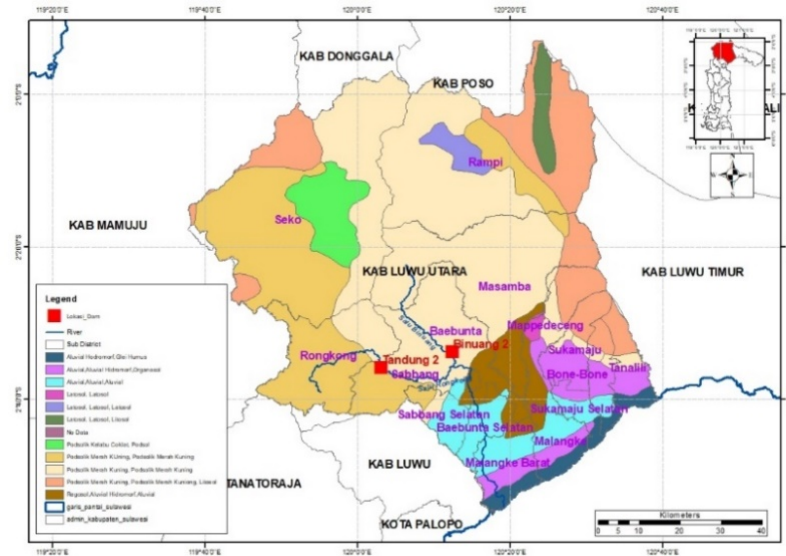
Bulan	Curah Hujan Rata-Rata Bulanan (mm)	E	I ₃₀	El ₃₀ (KJ/ton)
Januari	351,80	7.849,64	0,81	63,85
Februari	354,76	7.920,47	0,81	64,52
Maret	438,45	9.945,77	0,84	83,86
April	457,09	10.401,21	0,85	88,23
Mei	376,77	8.449,97	0,82	69,56
Juni	315,66	6.986,13	0,80	55,69
Juli	234,07	5.065,49	0,75	37,81
Agustus	196,03	4.186,16	0,71	29,82
September	194,51	4.151,30	0,71	29,51
Oktober	244,86	5.317,01	0,75	40,12
November	328,26	7.286,43	0,80	58,52
Desember	375,87	8.428,30	0,82	69,35
Erosivitas Hujan Tahunan, R (KJ/ton/tahun)				690,84

Penentuan faktor erodibilitas dari tanah didasarkan pada tipe tanah dari peta format *shape file* yang diperoleh dari Bappeda Luwu Utara, jenis tanah di daerah rencana area di sekitar bendungan adalah area yang memiliki jenis tanah podsolic merah kekuningan, yang ditunjukkan pada gambar 2. Ditunjukkan nilai dari faktor erodibilitas tanah (K) pada area bendungan yaitu 0,32 (Arsyad, 2010).

Dua unsur topografi yang sangat memiliki pengaruh pada erosi serta aliran permukaan adalah kemiringan serta panjang lereng. DAS Rongkong memiliki rerata kemiringan lereng (slope) $\geq 15\%$.

Tabel 3 memperlihatkan hasil perhitungan faktor panjang serta kemiringan lereng (LS) di DAS Rongkong.

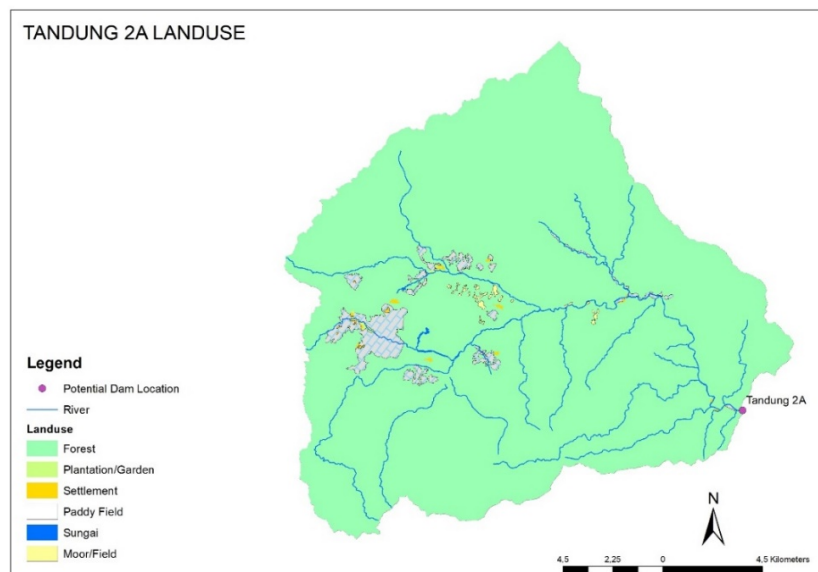
Penggunaan lahan daerah didominasi dengan hutan dan sisanya terdiri dari ladang, pemukiman, sawah dan perkebunan. Gambar 3 memperlihatkan bagaimana tata guna lahan di DAS Rongkong. Untuk hasil perhitungan nilai faktor tanaman (C) serta nilai faktor konservasi P pada DAS Rongkong ditentukan berdasarkan peta tata guna lahan pada gambar 3, hasilnya ditunjukkan pada tabel 4.



Gambar 2. Peta jenis tanah pada DAS Rongkong

Tabel 3. Perhitungan faktor panjang dan kemiringan lereng (LS)

Elevasi	Slope (%)	LS	Luas (A) (Ha)	LS,A
0 - 400	20,83	3,36	114,39	383,79
400 - 800	25,13	3,07	2.905,75	8.934,68
800 - 1200	26,14	3,53	8.166,40	28.789,80
1200 - 1600	25,80	3,37	9.934,63	33.456,93
1600 - 2000	23,72	3,23	7.143,21	23.087,86
2000 - 2400	23,56	3,30	3.045,24	10.044,30
2400 - 2800	19,77	3,56	2.433,35	856,18
Total			31.552,97	105.562,55
LS = Σ LS,A/ Σ A				3,35



Gambar 3. Peta tata guna lahan pada DAS Rongkong

Tabel 4. Nilai faktor CP

Elevasi (m)	CP
0-400	0,3441
400-800	0,1797
800-1200	0,2447
1200-1600	0,3454
1600-2000	0,0209
2000-2400	0,0010
2400-2800	0,0010

Persamaan (1) dapat dipergunakan untuk menghitung laju erosi setelah keseluruhan nilai variabel yang dibutuhkan untuk menghitung laju erosi dengan metode USLE di Sungai Rongkong ditemukan. Tabel 5 memperlihatkan nilai hasil hitung laju erosi yang dilakukan menggunakan metode USLE. Laju erosi total di DAS Rongkong sebesar 4.605.327,43 ton/tahun yang dapat dilihat berdasarkan perhitungan pada tabel 5.

Tabel 5. Perhitungan laju erosi (Ea) pada DAS Rongkong

Elevasi (m)	Slope (%)	R (KJ/ha/th)	K (Ton/kj)	LS	CP	Area (ha)	Erosi Aktual (ton/ha/th)	(ton/th)
0-400	20,83			3,36	0,3441	114,39	255,20	29.191,89
400-800	25,13			3,07	0,1797	2.905,75	122,15	354.925,06
800-1200	26,14			3,53	0,2447	8.166,40	190,70	1.557.325,97
1200-1600	25,8	690,842	0,32	3,37	0,3454	9.934,63	257,15	2.554.652,06
1600-2000	25,72			3,23	0,0209	7.143,21	14,95	106.819,87
2000-2400	23,56			3,30	0,0010	3.045,24	0,73	2.220,49
2400-2800	19,77			3,56	0,0010	243,35	0,79	191,26
Total							841,66	4.605.326,60

2. Perhitungan Sedimen dengan Nisbah Pelepasan Sedimen (SDR)

Tabel hubungan antara luas DAS dan rasio penghantar sedimen dapat menentukan SDR pada wilayah daerah studi yang ditunjukkan tabel 1 dan nilai SDR ditunjukkan pada tabel 6.

Perolehan SY (hasil sedimen atau *sediment yield*) sebanyak 642.343,13 ton/tahun dan berat jenis sedimen *inflow* sebesar 2,65 ton/m³ diperoleh SY sebesar 242.393,64 m³/tahun, dapat dilihat pada tabel 7.

3. Prediksi Sedimen

Nilai dari SY dikali dengan umur layan waduk untuk dapat memperkirakan

banyaknya sedimentasi. Rencananya, Waduk Rongkong akan berumur layan sepanjang 50 tahun, kemudian dapat diperkirakan banyaknya volume sedimen yang dapat terendap di waduk yaitu sebanyak :

$$V_{\text{Sedimen}} = 242.393,64 \text{ m}^3/\text{thn} \times 50 \text{ tahun} \\ = 12.141.894,87 \text{ m}^3$$

Tabel 6. Nilai SDR

Elevasi (m)	Area (km ²)	(ha)	SDR
0-400	1,14	114,39	0,347
400-800	29,06	2.905,75	0,197
800-1200	81,66	8.166,40	0,137
1200-1600	99,35	9.934,63	0,130
1600-2000	71,43	7.143,21	0,141
2000-2400	30,45	3.045,24	0,194
2400-2800	2,43	243,35	0,321

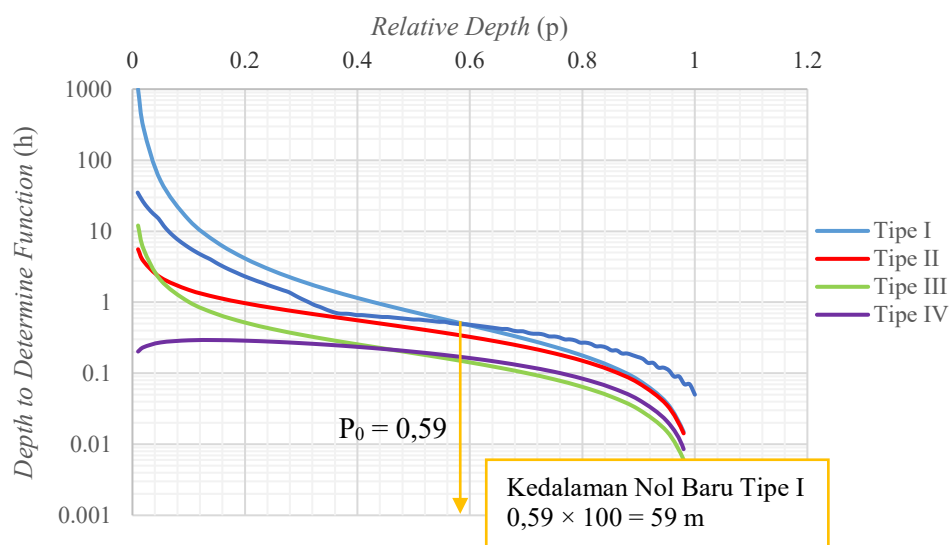
Tabel 7. Perhitungan *sediment yield*

Elevasi	Erosi Aktual		SDR	Sedimentasi Potensial
(m)	(ton/ha/th)	(ton/th)		(ton/th)
0-400	255,20	29.192,91	0,347	10.133,48
400-800	122,15	354.925,37	0,197	69.963,09
800-1200	190,70	1.557.326,05	0,137	213.874,44
1200-1600	257,15	2.554.651,54	0,13	332.772,71
1600-2000	14,95	106.819,82	0,141	15.107,23
2000-2400	0,73	2.220,49	0,194	430,73
2400-2800	0,79	191,26	0,321	61,46
Berat Jenis Tanah (ton/m ³)	2,65	Total Potensial sedimentasi (ton/th)		642.343,13
Total Potensial sedimentasi (m ³ /th)				242.393,64

4. Distribusi Sedimen Waduk

Menentukan tipe kurva dari waduk guna mendistribusikan sedimen lebih dulu diperlukan sebelum menghitung distribusi sedimen. Tabel 8 menunjukkan tipe kurva didasarkan pada ukuran dari sedimen atau bentuk dan sistem operasi waduk. Menurut tabel 8, dalam menghitung kurva tipe I karena berdasarkan bentuk waduk dan operasi waduk didapat tipe kurva yang berbeda maka sebagai pertimbangan dicari tipe kurva berdasarkan ukuran butiran sedimennya. Lalu menghitung untuk melakukan penentuan kedalaman nol

baru di waduk dengan melakukan penentuan fungsi tidak berdimensi (F) setiap elevasi digunakan persamaan (3) dan melakukan penentuan nilai kedalaman relatif (p) menggunakan persamaan (4). Nilai F serta p di plot ke dalam grafik terlihat di gambar 4 untuk dicari perpotongannya dengan kurva Tipe I yang penentuannya telah dilakukan sebelumnya untuk dasar dalam menentukan elevasi nol baru seusai T tahun. Tabel 9 memperlihatkan luas genangan serta perkiraan dari volume tampungan Waduk Rongkong seusai berjalan sepanjang 50 tahun (T50).



Gambar 4. Penentuan p_0 berdasarkan hubungan F dan p

Tabel 8. Rekapitulasi pemilihan tipe kurva

No	Deskripsi	Tipe Kurva	Keterangan
1	Berdasarkan bentuk waduk	II	Bentuk waduk dataran – kaki bukit
2	Berdasarkan sistem operasi waduk	I atau II	Sedimen terendam di waduk
3	Berdasarkan ukuran butiran sedimen	I	Pasir atau material kasar

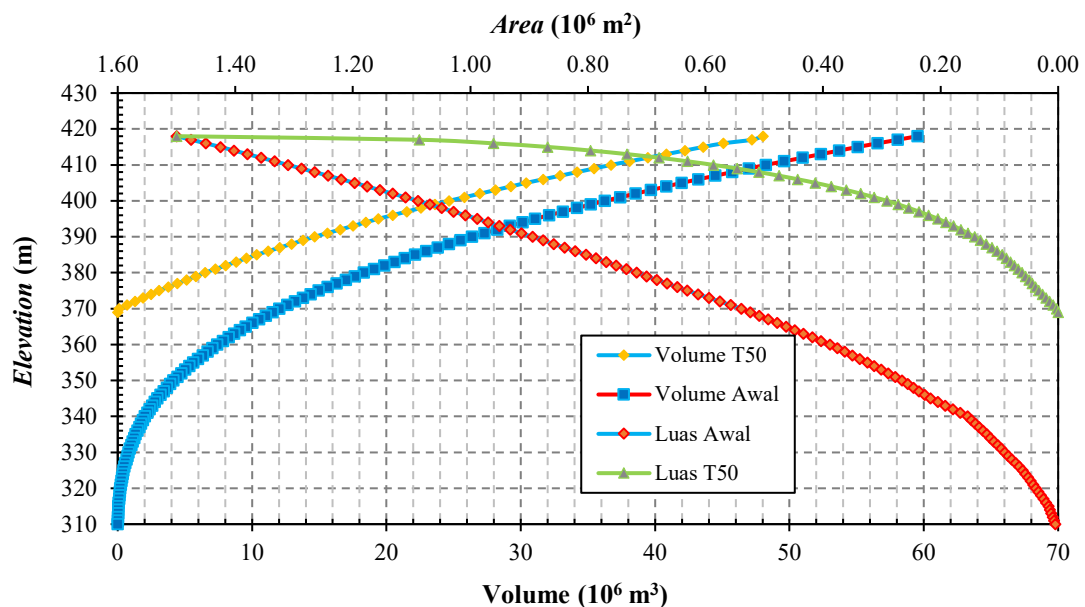
(Sumber : Morris, G. L., & Fan, J, 2010)

Tabel 9. Prediksi volume dan luas genangan Waduk Rongkong setelah 50

Elevasi (m)	Kedalam (m)	Awal Operasi (T0)		50 Tahun (T50)		Elevasi (m)	Kedalam (m)	Awal Operasi (T0)		50 Tahun (T50)	
		Vol (juta m ³)	Luas (juta m ²)	Vol (juta m ³)	Luas (juta m ²)			Vol (juta m ³)	Luas (juta m ²)	Vol (juta m ³)	Luas (juta m ²)
418,00	108,00	59,544	1,500	48,040	1,500	363,00	53,00	8,684	0,433	0,000	0,000
417,00	107,00	58,057	1,475	47,196	1,087	362,00	52,00	8,258	0,418	0,000	0,000
416,00	106,00	56,570	1,450	45,072	0,961	361,00	51,00	7,833	0,403	0,000	0,000
415,00	105,00	55,083	1,425	43,583	0,869	360,00	50,00	7,408	0,388	0,000	0,000
414,00	104,00	53,715	1,402	42,212	0,796	359,00	49,00	7,052	0,376	0,000	0,000
413,00	103,00	52,348	1,379	40,841	0,734	358,00	48,00	6,696	0,363	0,000	0,000
412,00	102,00	50,981	1,356	39,468	0,679	357,00	47,00	6,340	0,350	0,000	0,000
411,00	101,00	49,613	1,333	38,095	0,630	356,00	46,00	5,983	0,337	0,000	0,000
410,00	100,00	48,246	1,310	36,721	0,586	355,00	45,00	5,627	0,325	0,000	0,000
409,00	99,00	46,993	1,288	35,460	0,546	354,00	44,00	5,333	0,313	0,000	0,000
408,00	98,00	45,740	1,265	34,199	0,509	353,00	43,00	5,038	0,301	0,000	0,000
407,00	97,00	44,486	1,242	32,938	0,475	352,00	42,00	4,743	0,289	0,000	0,000
406,00	96,00	43,233	1,220	31,676	0,443	351,00	41,00	4,449	0,277	0,000	0,000
405,00	95,00	41,980	1,197	30,414	0,413	350,00	40,00	4,154	0,266	0,000	0,000
404,00	94,00	40,837	1,176	29,262	0,386	349,00	39,00	3,913	0,256	0,000	0,000
403,00	93,00	39,694	1,154	28,110	0,360	348,00	38,00	3,672	0,246	0,000	0,000
402,00	92,00	38,552	1,132	26,957	0,336	347,00	37,00	3,431	0,237	0,000	0,000
401,00	91,00	37,409	1,111	25,805	0,313	346,00	36,00	3,190	0,227	0,000	0,000
400,00	90,00	36,266	1,089	24,652	0,291	345,00	35,00	2,949	0,217	0,000	0,000
399,00	89,00	35,228	1,069	23,603	0,272	344,00	34,00	2,764	0,205	0,000	0,000
398,00	88,00	34,190	1,049	22,555	0,254	343,00	33,00	2,579	0,192	0,000	0,000
397,00	87,00	33,151	1,029	21,506	0,237	342,00	32,00	2,394	0,179	0,000	0,000
396,00	86,00	32,113	1,009	20,456	0,220	341,00	31,00	2,210	0,167	0,000	0,000
395,00	85,00	31,075	0,988	19,407	0,205	340,00	30,00	2,025	0,154	0,000	0,000
394,00	84,00	30,134	0,970	18,455	0,191	339,00	29,00	1,888	0,147	0,000	0,000
393,00	83,00	29,193	0,951	17,503	0,178	338,00	28,00	1,750	0,141	0,000	0,000
392,00	82,00	28,252	0,932	16,551	0,166	337,00	27,00	1,613	0,134	0,000	0,000
391,00	81,00	27,310	0,913	15,599	0,154	336,00	26,00	1,475	0,128	0,000	0,000
390,00	80,00	26,369	0,894	14,647	0,142	335,00	25,00	1,338	0,122	0,000	0,000
389,00	79,00	25,521	0,876	13,787	0,132	334,00	24,00	1,232	0,115	0,000	0,000
388,00	78,00	24,672	0,858	12,928	0,122	333,00	23,00	1,126	0,109	0,000	0,000
387,00	77,00	23,824	0,840	12,068	0,113	332,00	22,00	1,021	0,103	0,000	0,000
386,00	76,00	22,975	0,822	11,208	0,104	331,00	21,00	0,915	0,097	0,000	0,000
385,00	75,00	22,127	0,803	10,349	0,095	330,00	20,00	0,809	0,091	0,000	0,000
384,00	74,00	21,367	0,786	9,578	0,088	329,00	19,00	0,734	0,085	0,000	0,000
383,00	73,00	20,607	0,769	8,807	0,081	328,00	18,00	0,659	0,079	0,000	0,000
382,00	72,00	19,847	0,752	8,036	0,074	327,00	17,00	0,584	0,073	0,000	0,000

Tabel 9. Prediksi volume dan luas genangan Waduk Rongkong setelah 50 (Lanjutan)

Elevasi (m)	Kedalam (m)	Awal Operasi (T0)		50 Tahun (T50)		Elevasi (m)	Kedalam (m)	Awal Operasi (T0)		50 Tahun (T50)	
		Vol (juta m ³)	Luas (juta m ²)	Vol (juta m ³)	Luas (juta m ²)			Vol (juta m ³)	Luas (juta m ²)	Vol (juta m ³)	Luas (juta m ²)
381,00	71,00	19,087	0,735	7,265	0,068	326,00	16,00	0,509	0,066	0,000	0,000
380,00	70,00	18,327	0,717	6,494	0,062	325,00	15,00	0,434	0,060	0,000	0,000
379,00	69,00	17,653	0,700	5,810	0,056	324,00	14,00	0,385	0,056	0,000	0,000
378,00	68,00	16,979	0,683	5,126	0,050	323,00	13,00	0,336	0,051	0,000	0,000
377,00	67,00	16,306	0,666	4,442	0,044	322,00	12,00	0,287	0,047	0,000	0,000
376,00	66,00	15,632	0,648	3,758	0,039	321,00	11,00	0,239	0,042	0,000	0,000
375,00	65,00	14,958	0,631	3,074	0,033	320,00	10,00	0,190	0,038	0,000	0,000
374,00	64,00	14,374	0,613	2,480	0,027	319,00	9,00	0,164	0,034	0,000	0,000
373,00	63,00	13,790	0,594	1,886	0,021	318,00	8,00	0,137	0,029	0,000	0,000
372,00	62,00	13,205	0,576	1,292	0,015	317,00	7,00	0,111	0,025	0,000	0,000
371,00	61,00	12,621	0,557	0,698	0,009	316,00	6,00	0,084	0,021	0,000	0,000
370,00	60,00	12,037	0,539	0,104	0,003	315,00	5,00	0,058	0,016	0,000	0,000
369,00	59,00	11,536	0,524	0,000	0,000	314,00	4,00	0,048	0,014	0,000	0,000
368,00	58,00	11,036	0,509	0,000	0,000	313,00	3,00	0,038	0,012	0,000	0,000
367,00	57,00	10,535	0,493	0,000	0,000	312,00	2,00	0,028	0,009	0,000	0,000
366,00	56,00	10,035	0,478	0,000	0,000	311,00	1,00	0,018	0,007	0,000	0,000
365,00	55,00	9,534	0,463	0,000	0,000	310,00	0,00	0,008	0,005	0,000	0,000
364,00	54,00	9,109	0,448	0,000	0,000						



Gambar 5. Perbandingan lengkung kapasitas - luas Waduk Rongkong kondisi T0 dan T50

Gambar 5 menentukan bandingan dari volume dan luas genangan Waduk Rongkong di keadaan mula-mula dan seusai 50 tahun untuk tiap-tiap elevasi. Dari tabel 10, dapat diketahui terjadi pengurangan kapasitas menampung

waduk di elevasi muka air normal sebanyak 23,89% seusai 50 tahun dampak sedimentasi, namun di elevasi muka air minimum, terjadi perubahan kapasitas tampungan sebesar 98,21%. Memiliki arti yaitu setelah 50 tahun,

kapasitas tampungan mati belum 100% terisi dan memiliki sisa 1,79%, sejumlah 0,22 juta m³.

E. KESIMPULAN

Kesimpulan dari hasil analisis yang telah dilaksanakan, yaitu laju erosi total yang ada di DAS Rongkong berjumlah 4.605.327,43 ton/tahun. Sedimentasi yang terjadi pada Waduk Rongkong dengan laju sebesar 242.393,64 m³/tahun disebabkan oleh laju erosi total. Setelah usia rencana waduk (50 tahun) tercapai, dapat

diperkirakan volume sedimen yang terendap di Waduk Rongkong berjumlah 11,53 juta m³, dimana kapasitas total waduk di kondisi normal mengalami penurunan sebanyak 23,89% dan menyisakan 36,72 juta m³ dari 48,25 juta m³, dari total kapasitas tampungan mati waduk yang telah tersedia hanya terisi sebanyak 98,21%. Setelah 50 tahun, kapasitas tampungan mati tidak terisi 100%, maka operasional waduk relatif tidak terdapat gangguan sedimentasi selama usia guna serta usia guna waduk bisa melakukan pertahanan sesuai dengan waktu yang telah terencana.

Tabel 10. Pengurangan kapasitas tampung Waduk Rongkong setelah 50 tahun

Elevasi (m)	Volume (Juta m ³)		Besarnya Sedimen (Juta m ³)	Pengurangan Kapasitas (%)
	T ₀ (Awal)	T ₅₀		
NWL (+410 m)	48,25	36,72	11,53	23,89
LWL (+370,19 m)	12,15	0,22	11,93	98,21

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih penulis ucapkan kepada individu atau lembaga yang telah ikut serta bersama penulis dalam penyusunan serta penulisan artikel. Terimakasih kami sampaikan kepada:

- Associated Consulting Engineers* ACE (PTV) LTD. – Pakistan
- Universitas Diponegoro
- Teman – teman di Magister Rekayasa Bendungan Universitas Diponegoro

DAFTAR PUSTAKA

- Aribowo, T., Sangkawati, S., & Atmodjo, P. S. (2020). Analisis Distribusi Sedimen dan Laju Erosi Pada Waduk Temef. *Siklus: Jurnal Teknik Sipil*, 6(1), 26–37.
<http://dx.doi.org/10.31849/siklus.v6i1.3699>
- Banuwa, I. S. (2013). *Erosi*. Kencana.

Departemen Pekerjaan Umum. (2004). *Pedoman Pengelolaan Sedimentasi Waduk*. Jakarta.

Juldah, H., Asmaranto, R., & Sholichin, M. (2023). Analisa Pengaruh Perubahan Tata Guna Lahan Terhadap Usia Guna Waduk Ngancar. *Jurnal Teknologi Dan Rekayasa Sumber Daya Air*, 3(2), 1–14.
<https://doi.org/10.21776/ub.jtresda.2023.003.02.01>

Khaerul, A. M., Maricar, F., & Mustari, S. (2017). Analisis Laju Sedimentasi di Bendungan Ponre-Ponre dan Estimasi Umur Layanan Waduk. *Jurnal Penelitian Enjiniring*, 21(1), 59-70.

Krisnayanti, D. S., Udiana, I. M., & Muskanan, M.J. (2018). Pendugaan Erosi dan Sedimentasi Menggunakan Metode *Usle* dan *Musle* Pada Das Noel-Puames. *Jurnal Teknik Sipil*, 7(2), 143–154.

<https://doi.org/10.35508/jts.7.2.143-154>

- Ma'wa, J., Andawayanti, U., & Juwono, P. T. (2014). *Studi Pendugaan Sisa Usia Guna Waduk Sengguruh dengan Pendekatan Erosi dan Sedimentasi*. Tesis, Teknik Pengairan, Universitas Brawijaya.
- Morris, G. L., & Fan, J. (2010). *Reservoir Sedimentation Handbook*. New McGraw-Hill.
- Mukti, H. A. (2019). Erosion Analysis In Efforts To Sustain The Age Of Use Of The Kedungombo Reservoir. *International Journal Of Scientific & Technology Research*, 8(10), 1931–1940.
- Nifen, S. Y., & Kironoto, B. A. (2015). *Kajian Sediment Delivery Ratio untuk Daerah Tangkapan Hujan Waduk Sermo Kabupaten Kulon Progo, Daerah Istimewa Yogyakarta*. Tesis, Universitas Gadjah Mada.
- Prasetyo, D., & Dermawan, V. (2015). *Kajian Penanganan Sedimentasi Sungai Banjir Kanal Barat Kota Semarang (Study of Sedimentation Mitigation West Floodway Semarang City)*. *Jurnal Teknik Pengairan: Journal of Water Resources Engineering*, 6(1), 76–87.
- Tukaram, S. S., Pt, N., & Gidde, M. R. (2016). Comparison of Area Reduction Method and Area Increment Method For Reservoir Sedimentation Distribution - Case Study Ujjani Dam. *International Journal of Research in Advanced Engineering and Technology*, 2, 108–111.
<https://api.semanticscholar.org/CorpusID:133256288>
- Yoppi, E. (2018). *Prediksi Erosi dan Pengukuran Sedimentasi di Sub DAS Gayo DAS Arau Kota Padang*. Tesis, Universitas Andalas.



© 2023 Siklus Jurnal Teknik Sipil All rights reserved. This is an open access article distributed under the terms of the CC BY Licens (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)