

Prediksi Pola Distribusi Sedimentasi Waduk Sepaku Semoi

* Lina Dwi Damayanti¹, Dyah Ari Wulandari¹, Sutarto Edhisono¹

¹Magister Teknik Sipil, Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, Semarang,

^{*)}linadwid@students.undip.ac.id

Abstract

Sedimentation process caused by erosion of watershed and cliff slides around the reservoir area is always be a major problem for reservoir because it can interfere the operation and reduce the reservoir life time. Construction of Sepaku Semoi Dam in Penajam Paser Utara Kalimantan Timur provides 10,06 million m³ at normal elevation that planned as a raw water for Balikpapan and Penajam Paser Utara and also as Sepaku watershed flood control. The Sepaku Semoi Reservoir is planned to have a life time for 50 years with 1.06 million m³ dead storage, naturally inseparable from sedimentation problems. An analysis is needed to predict the volume of sediment using an erosion approach and sediment distribution patterns across the surface of the reservoir using the empirical area reduction method over 50 year period. Based on the analysis during the 50 year period, the total volume of sediment entering the reservoir is 7.69 million m³, the new zero elevation at elevation +15,78 m with the normal storage capacity reduced to 2,71 million m³. This indicates a significant reduction in volume until the end of the reservoir's life time so sedimentation problems in the Sepaku Semoi Reservoir needs to be a concern.

Keywords: Sepaku Semoi, Sediment Distribution, Empirical Reduction Area Method, Reservoir Sedimentation.

Abstrak

Proses sedimentasi waduk yang diakibatkan erosi lahan Daerah Tangkapan Air (DTA) waduk maupun longsoran tebing di sekeliling area genangan merupakan permasalahan utama waduk karena dapat mengganggu pengoperasian waduk dan mengurangi usia rencana waduk. Pembangunan Bendungan Sepaku Semoi di Kabupaten Penajam Paser Utara menghasilkan efek tampungan normal waduk dengan volume 10,06 juta m³ yang direncanakan sebagai sumber air baku untuk memenuhi kebutuhan Kota Balikpapan dan Kabupaten Penajam Paser Utara serta pengendalian banjir di DAS Sepaku. Waduk Sepaku Semoi yang direncanakan memiliki usia guna 50 tahun dengan tampungan mati 1,06 juta m³ tentu tidak terlepas dari permasalahan sedimentasi. Penelitian ini ditujukan untuk memprediksi besarnya volume sedimentasi menggunakan pendekatan erosi dan pola distribusi sedimen di seluruh permukaan waduk menggunakan metode empiris pengurangan luas (*empirical area reduction method*) dalam periode 50 tahun. Berdasarkan hasil analisis, selama periode 50 tahun diperoleh volume total sedimen yang masuk waduk adalah 7,69 juta m³, elevasi nol baru pada +15,78 m dan kapasitas tampungan normal berkurang menjadi 3,77 juta m³. Hal ini mengindikasikan pengurangan volume yang signifikan sampai akhir usia guna waduk sehingga penanganan permasalahan sedimentasi di Waduk Sepaku Semoi perlu menjadi perhatian.

Kata Kunci: Sepaku Semoi, Distribusi Sedimen, Metode Empiris Pengurangan Luas, Sedimentasi Waduk.

PENDAHULUAN

Air merupakan kebutuhan dasar manusia untuk melangsungkan kehidupan. Manfaat air utamanya untuk memenuhi berbagai kebutuhan rumah tangga, industri, pertanian hingga sebagai sumber energi listrik. Pemanfaatan sumber daya air terus dioptimalkan salah satunya adalah rekayasa untuk mengubah distribusi air yang alami dengan pembangunan waduk. Tampungan pada sebuah waduk digunakan untuk menyimpan air selama musim hujan dan memanfaatkannya selama musim kemarau. (Sudjarwadi, 1987). Bendungan merupakan suatu proyek infrastruktur jangka panjang yang tidak hanya selesai pada saat pembangunannya selesai, namun berlanjut sampai ke proses pengoperasian dan pemeliharaan sehingga memberikan manfaat sesuai dengan tujuan rencana.

Perencanaan sebuah waduk dalam memberikan manfaat tujuan berkaitan erat dengan rencana usia guna waduk yang didasarkan pada lamanya waktu sejumlah sedimen mengisi penuh tampungan mati (Mukti, 2019; Achsan et al, 2015). Sedimen waduk umumnya berasal dari material hasil erosi lahan yang terbawa aliran air pada suatu Daerah Aliran Sungai (DAS) kemudian mengendap di lokasi tertentu yang kecepatan alirannya melambat atau berhenti seperti pada kaki bukit, daerah cekungan, sungai dan waduk (Arsyad, 2006). Proses sedimentasi akan

menjadi sebuah permasalahan serius jika terjadi terus menerus di sebuah waduk.

Jumlah sedimen di waduk akan selalu bertambah dan mengurangi kapasitas tampungan waduk pada periode tertentu (Mahmud et al, 2020). Pengurangan kapasitas waduk akan berdampak pada berkurangnya kemampuan reduksi banjir, kapasitas manfaat waduk dan umur layanan. Sebagian material sedimen akan diendapkan ke seluruh permukaan waduk membentuk suatu pola yang dipengaruhi oleh bentuk waduk, jenis operasi dan jenis sedimen (Morris et al, 2009). Pola distribusi sedimen pada tampungan waduk ini dapat digunakan untuk memperkirakan volume tampungan efektif sepanjang umur rencana waduk karena pengendapan sedimen yang terjadi terus menerus akan mengurangi volume tampungan efektif dan berdampak pada umur rencana waduk (Setyono, 2011).

Bendungan Sepaku Semoi yang terletak di Kecamatan Sepaku, Kabupaten Penajam Paser Utara merupakan salah satu infrastruktur jangka panjang dengan umur rencana 50 tahun yang dipersiapkan untuk memenuhi kebutuhan air baku di Kabupaten Penajam Paser Utara dan Kota Balikpapan Provinsi Kalimantan Timur, dimana Kabupaten Penajam Paser Utara direncanakan sebagai lokasi pemindahan Ibu Kota Negara (IKN). Volume tampungan waduk sebesar 10,3 juta m³ dengan kapasitas penyediaan air baku sebesar 2,5 m³/detik yang akan dialirkan ke Kabupaten Penajam Paser Utara sebesar 2

m³/detik dan sisanya ke Kota Balikpapan sebesar 0,5 m³/detik (BWS Kalimantan IV, 2019).

Permasalahan sedimentasi waduk tentu akan menjadi tantangan dalam pengelolaan dan pengoperasian Bendungan Sepaku Semoi di masa mendatang mengingat bendungan tersebut juga dipersiapkan sebagai sumber air baku rencana pemindahan IKN tahap awal ke Kabupaten Penajam Paser Utara. Mempertimbangkan proses penyebaran sedimen pada tampungan waduk di masa mendatang yang dapat mengurangi kapasitas tampungan efektif maka perlu dilakukan prediksi dan analisis terkait pola distribusi pengendapan sedimen di Waduk Sepaku Semoi. Sehingga tujuan dari penelitian ini adalah untuk memprediksi besarnya volume dan pola pengendapan material sedimen di seluruh permukaan dasar waduk dalam periode umur rencana waduk yaitu 50 tahun sehingga dapat diketahui akumulasi sedimen pada tiap-tiap elevasi waduk menggunakan metode *empiris area reduction method* (metode pengurangan luas). Prediksi pola sebaran sedimen di waduk diharapkan dapat menjadi acuan dan saran bagi pengelola waduk dalam pelaksanaan kegiatan operasi dan pemeliharaan.

METODE

Dalam penyelesaian penelitian ini, terdapat 2 analisis utama yang dilakukan yaitu analisis sedimen yang mengendap di waduk dihitung berdasarkan pendekatan erosi lahan dan analisis distribusi sedimen di waduk menggunakan metode empiris pengurangan luas (*empirical area reduce method*). Langkah penyelesaian penelitian digambarkan dalam sebuah diagram alir yang disajikan pada Gambar 1. Adapun data yang diperlukan untuk dasar analisis adalah data sekunder sebagai berikut:

1. Data karakteristik DTA Waduk Sepaku Semoi
2. Data teknis Bendungan Sepaku Semoi
3. Data kurva lengkung kapasitas Waduk Sepaku Semoi

Prediksi jumlah sedimen waduk

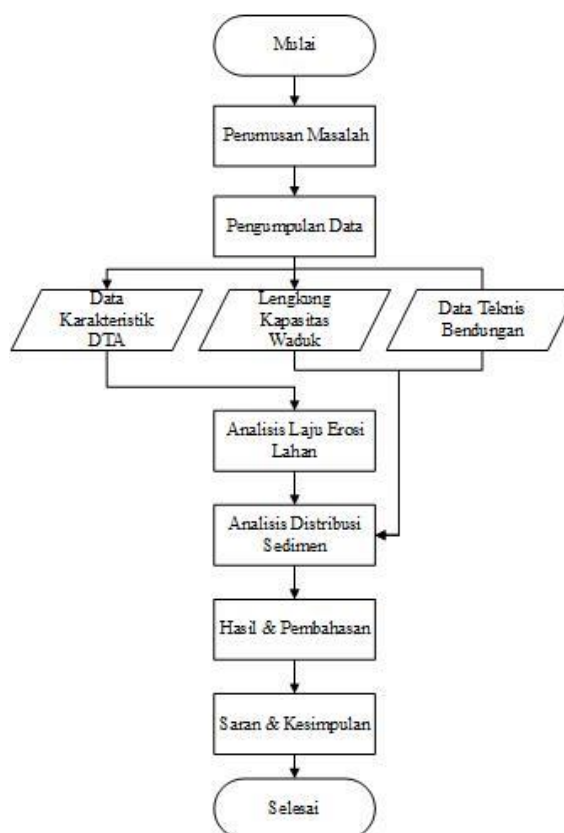
Prediksi sedimen *inflow* untuk waduk yang masih dalam tahap desain, konstruksi maupun yang telah beroperasi dapat dilakukan dengan pendekatan erosi dan pendekatan hidrologi. Pendekatan erosi dilakukan dengan analisis erosi lahan (USLE, MUSLE, RUSLE, SWAT dan lainnya), memperkirakan *Sediment Delivery Ratio* (SDR) dan sedimen dasar. Pendekatan erosi dilakukan apabila terbatasnya data pengukuran sedimen layang maupun sedimen dasar. Metode SWAT dapat diselesaikan menggunakan Persamaan 1 berikut.

$$Sed = 11,8 (Q_{surf} \times Q_{peak} \times Area_{hru})^{0,56} \times K_{usle} \times C_{usle} \times P_{usle} \times L_{usle} \times CFRG \quad (1)$$

Dimana

Sed = hasil sedimen (ton/tahun)
Q_{surf} = volume aliran limpasan permukaan (mm/hari)
Q_{peak} = debit puncak limpasan (m³/detik)
Area_{hru} = luas hidrological response unit
K = faktor erodibilitas tanah, satuan (ton/KJ)

LS = faktor panjang dan kemiringan lereng
C = faktor penutup lahan dan manajemen tanaman
P = faktor tindakan konservasi praktis.
CFRG = faktor pecahan batuan kasar (exp(-0.053rock),
rock = persentase kerikil, kerakal, pada tanah.)



Gambar 1. Diagram alir penelitian

Prediksi distribusi sedimen di waduk

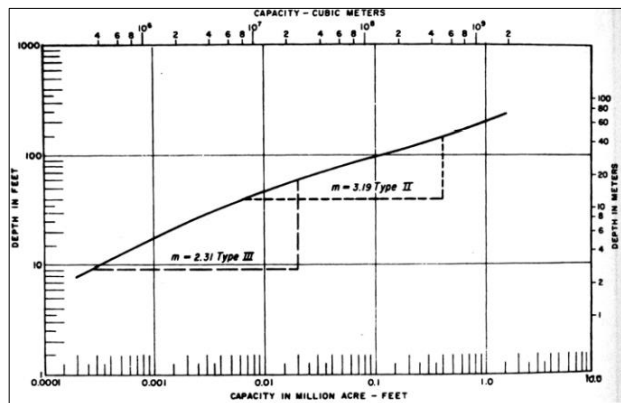
Prediksi distribusi sedimen di waduk dapat dilakukan dengan berbagai metode antara lain metode empiris, metode numerik dan pengukuran bathimetri waduk. Metode empiris sendiri terdiri dari metode penambahan luas dan metode pengurangan luas dimana metode pengurangan luas lebih banyak digunakan karena kemudahan dan tingkat kesalahan yang relatif lebih rendah (Tukaram et al, 2016).

Distribusi sedimen di waduk menurut metode pengurangan luas akan dipengaruhi oleh faktor bentuk waduk, sistem operasi waduk, ukuran butir sedimen dan volume sedimen yang mengendap di waduk (Yang, 2003). Langkah analisa distribusi sedimen menggunakan metode empiris pengurangan luas (*empirical area reduced method*) dilakukan dengan beberapa tahapan sebagai berikut (Morris et al, 1997).

- 1) Menentukan besarnya volume sedimen yang mengendap di waduk.
- 2) Memilih salah satu tipe kurva yang ditentukan berdasarkan :
 - a. Bentuk waduk, ditentukan dari nilai kemiringan (m) pada plotting kertas algoritma antara kapasitas dan kedalaman waduk seperti Gambar 2. Namun perlu diperhatikan bahwa plotting kapasitas dan

kedalaman waduk didasarkan pada genangan waduk mula-mula. Selanjutnya nilai m akan menentukan tipe kurva berdasarkan Tabel 1. Apabila nilai m bervariasi maka dapat diambil nilai m yang paling dominan.¹

- Sistem operasi waduk, ditentukan menurut Tabel 2.
- Apabila terdapat perbedaan berdasarkan bentuk waduk dan sistem operasi waduk maka sebagai bahan pertimbangan digunakan tipe kurva berdasarkan ukuran butiran sedimen sesuai dengan Tabel 3.



Gambar 2. Contoh penentuan nilai m pada kertas Algoritma

Sumber: Morris et al (1997)

Tabel 1. Hubungan Bentuk Waduk dan Tipe Kurva

Bentuk waduk	tipe kurva	m
Danau	I	3.5 - 4.5
Dataran - kaki bukit	II	2.5 - 3.5
Bukit - pegunungan	III	1.5 - 2.5
Pegunungan	IV	1.0 - 1.5

Sumber: Morris & Fan (1997)

Tabel 2. Hubungan sistem operasi waduk dengan tipe kurva

Bentuk Waduk	Tipe Kurva	M	Tipe	Tipe Kurva
Danau	I	Danau	I	I
		Dataran - kaki bukit	II	I atau II
		Bukit-pegunungan	III	II
Dataran - kaki bukit	II	Danau	I	I atau II
		Dataran-kaki bukit	II	II
		Bukit-pegunungan	III	II atau III
Bukit - pegunungan	III	Danau	I	II
		Dataran-kaki bukit	II	II atau III
		Bukit-pegunungan	III	III
Pegunungan	IV	Semua		IV

Sumber: Morris & Fan (1997)

Tabel 3. Hubungan ukuran butir sedimen dengan tipe kurva

Bentuk Waduk	Tipe Kurva
--------------	------------

XXX

Pasir / material kasar	I
Lanau	II
Lempung	III

Sumber: Morris & Fan (1997)

- Menentukan fungsi tak berdimensi (F) untuk mendapatkan kedalaman nol baru pada waduk di tiap-tiap elevasi dengan Persamaan 2 (Morris & Fan, 2010).

$$F = \frac{S - Vh}{H Ah} \quad (2)$$

Dimana :

S = total sedimen yang mengendap (juta m^3)

H = kedalaman waduk mula-mula (m)

Vh = volume total waduk pada elevasi H (juta m^3)

Ah = luas total waduk pada elevasi H (juta m^2)

Selanjutnya hitung nilai p (kedalaman relatif) dengan menggunakan Persamaan 3

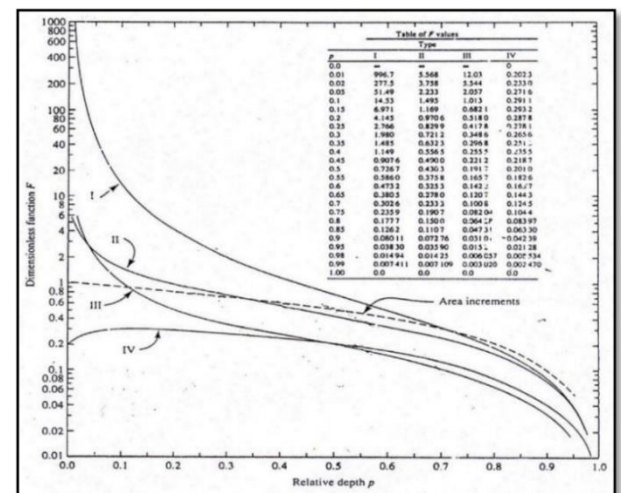
$$p = \frac{h}{H_{tot}} \quad (3)$$

Dimana :

h = kedalaman pada elevasi H (m)

H_{tot} = kedalaman total mula-mula (m)

Kedalaman nol baru (P_o) diperoleh dari perpotongan garis yang terbentuk dari hubungan titik nilai F & p pada grafik tipe kurva waduk menggunakan Gambar 3. berdasarkan titik potong sebagai dasar penentuan elevasi nol baru waduk setelah T -tahun.



Gambar 3. Hubungan Nilai F & p

Sumber: Morris et al (1997)

- Mendistribusikan sedimen pada setiap kedalaman waduk berdasarkan kurva tipe waduk yang ditentukan dengan menghitung nilai luas relatif (a) berdasarkan kedalaman relatif (p) menggunakan Persamaan 4 sampai Persamaan 7 (Lara, 1965).

$$\text{Type I} : a = 5,047 p^{1,85} (1 - p)^{0,36} \quad (4)$$

$$\text{Type II} : a = 2,487 p^{0,57} (1 - p)^{0,41} \quad (5)$$

$$\text{Type III} : a = 16,967 p^{1,15} (1 - p)^{2,32} \quad (6)$$

$$\text{Type IV} : a = 1,486 p^{-0,25} (1 - p)^{1,34} \quad (7)$$

Luas terkoreksi ($A_{koreksi}$) untuk perhitungan distribusi sedimen pada kedalaman waduk dilakukan dengan pembagian luas tampungan awal (A_h) pada elevasi nol baru dengan luas relatif (a) sesuai dengan Persamaan 8.

$$A_{koreksi} = \frac{A_h}{a} \quad (8)$$

- 5) Menghitung luas distribusi sedimen pada tiap elevasi dengan mengkalikan luas relatif (a) dengan luas terkoreksi ($A_{koreksi}$) pada point (4) untuk setiap elevasi di atas nol baru sesuai Persamaan 9

$$A_{distribusi} = A_{koreksi} \times a \quad (9)$$

- 6) Menghitung penambahan volume distribusi sedimen pada tiap elevasi dengan Persamaan 10

$$Vsh = \frac{A_{h_i} + A_{h_{i-1}}}{2} \Delta h \quad (10)$$

Dimana :

Vsh = volume sedimen pada kedalaman h (juta m^3)

A_{h_i} = luas terdistribusi pada kedalaman h (juta m^2)

$A_{h_{i-1}}$ = luas terdistribusi pada kedalaman $h-1$ (juta m^2)

Δh = selisih kedalaman (m)

- 7) Menghitung volume kumulatif sedimen pada tiap elevasi dimulai dari kedalaman nol baru, dimana kumulatif sedimen pada kedalaman nol baru adalah sama dengan vol kapasitas waduk pada kedalaman nol baru.

- 8) Menghitung volume dan luas tampungan aktual waduk setelah T - tahun dapat diketahui dengan mengurangi volume dan luas tampungan awal dengan distribusi sedimen pada tiap-tiap elevasi

HASIL DAN PEMBAHASAN

Prediksi sedimen yang masuk waduk

Prediksi besarnya potensi sedimen yang masuk Waduk Sepaku Semoi dilakukan dengan pendekatan erosi lahan. Material hasil erosi lahan akan terbawa aliran permukaan (*runoff*) karena adanya lereng dan vegetasi lahan sehingga sebagian erosi akan masuk ke sungai sebagai sedimen layang. Metode SWAT sebagaimana rumus pada Persamaan 1 digunakan untuk menghitung total erosi lahan Daerah Tangkapan Air (DTA) Waduk Sepaku Semoi yang terbagi menjadi 11 sub-DTA. Hasil rekapitulasi volume erosi total dan potensi suspended load yang masuk ke Waduk Sepaku Semoi dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Rekapitulasi Prediksi Laju Erosi & Sedimen Waduk Sepaku Semoi

Sub-DTA	Luas Sub-DTA	Erosi Total (ton/tahun)	Sedimen masuk waduk (ton/tahun)
Sepaku 1	5,11	42.584,74	11.693,56
Sepaku 2	7,76	70.105,38	17.839,34
Sepaku 3	5,86	42.240,84	11.113,32
Sepaku 4	9,96	42.584,74	21.456,27
Sepaku 5	11,35	87.584,91	20.435,67

Sepaku 6	7,40	50.214,96	12.136,97
Sepaku 7	8,11	53.386,07	12.972,31
Sepaku 8	3,06	20.767,07	5.931,25
Sepaku 9	6,05	47.515,87	12.166,84
Sepaku 10	1,44	9.746,50	3.216,13
Sepaku 11	4,10	27.854,82	7.524,41
Total	70,19	494.585,90	136.483,08

Sumber: Hasil Pengolahan Data (2022)

Selain berasal dari muatan sedimen melayang (*suspended load*), potensi sedimen yang masuk Waduk Sepaku Semoi juga dapat berasal dari muatan sedimen dasar (*bed load*). Perhitungan sedimen dasar Waduk Sepaku Semoi menggunakan Metode Formula Einstein dan diperoleh potensi bed load yang masuk waduk sebesar 86.505,48 ton/tahun

Berdasarkan hasil perhitungan sedimen layang dan sedimen dasar, diperoleh total sedimen potensial yang masuk ke waduk seperti pada Tabel 5. Dengan umur rencana layanan Waduk Sepaku Semoi selama 50 tahun maka prediksi total volume sedimen yang mengendap di waduk adalah 7,69 m^3 , dimana total volume sedimen yang mengendap selama 50 tahun tersebut selanjutnya dilakukan analisis prediksi distribusi pengendapan sedimen pada tiap-tiap elevasi tampungan Waduk Sepaku Semoi.

Tabel 5. Total Sedimen DTA Waduk Sepaku Semoi

Jenis Sedimen	Metode	Sedimen Potensial	
Sedimen Layang (<i>Suspended Load</i>)	MUSLE	136.483,08	ton/tahun
Sedimen Dasar (<i>Bed Load</i>)	Einstein	86.505,48	ton/tahun
Total Sedimen Potensial		222.988,56	ton/tahun
		610,92	ton/hari
Berat Jenis Tanah		1,45	ton/ m^3
Luas DTA		70,19	km^2
Laju Sedimen Potensial		153.785,21	m^3 /tahun

Sumber: Hasil Pengolahan Data (2022)

Distribusi sedimen di waduk

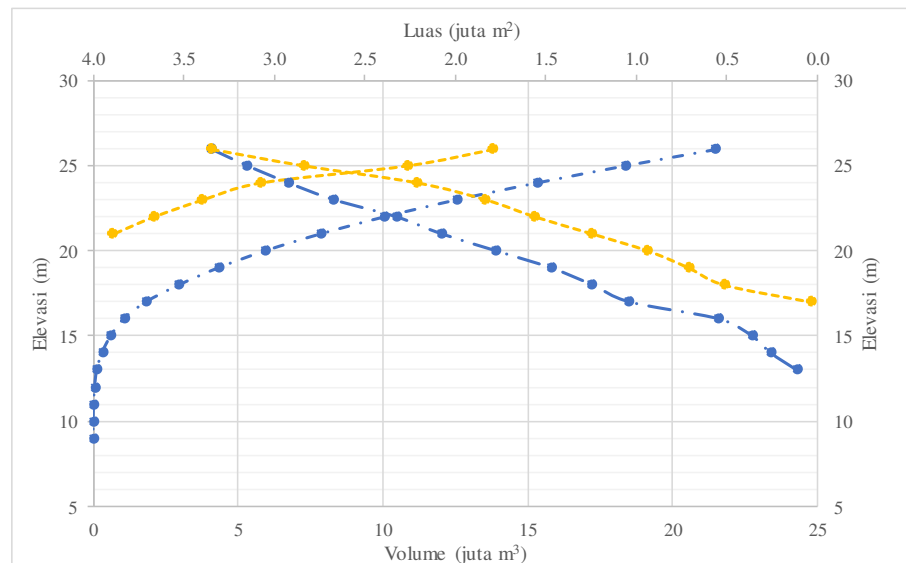
Prediksi distribusi pengendapan sedimen Waduk Sepaku Semoi dianalisis dengan menggunakan *metode empiric Area Reduction Method*. Kurva type II dipilih berdasarkan berdasarkan pertimbangan bentuk waduk dan sistem operasi sesuai Tabel 1 sampai Tabel 3. Penentuan elevasi nol baru (*new zero elevation*) selanjutnya dilakukan dengan menggunakan dengan plotting nilai F dan p tiap elevasi pada Gambar 2 sehingga diperoleh kedalaman nol baru (*new zero elevation*) ada pada elevasi 16,2 m. Akumulasi distribusi sedimen setelah 50 tahun di setiap elevasi waduk dianalisis berdasarkan Persamaan 2 sampai Persamaan 10 untuk perhitungan pola distribusi sedimen waduk disajikan pada Tabel 6.

Berdasarkan Tabel 6 dapat diketahui perubahan volume tampungan efektif dan tampungan banjir waduk pada akhir umur rencana 50 tahun menggunakan data dasar Waduk Sepaku Semoi berupa volume tampungan sedimen

Tabel 6. Distribusi Pengendapan Sedimen Waduk Sepaku Semoi selama 50 Tahun

No	Original Data					F	Relatif		Distribusi Sedimen			Revisi	
	Elevasi	Kedalaman (H)	Luas (Ah)	Volume Waduk (Vh)	Sedimen (S)		Kedalaman Relatif (p)	Luas Relatif (a)	Luas (Ah')	Penambahan Volume	Volume Kumulatif	Luas	Volume
	m	m	juta m ²	juta m ³	juta m ³		(h/Htot)	juta m ²	juta m ²	juta m ³	juta m ³	juta m ²	10 ⁶ m ³
1	25,96	16,96	3,35	21,51	7,69	-0,24	1,00	0,00	0,00	0,15	7,69	3,35	13,82
2	25,00	16,00	3,15	18,39		-0,20	0,94	0,74	0,31	0,77	7,54	2,84	10,85
4	23,00	14,00	2,67	12,56		-0,11	0,83	1,09	0,46	0,48	6,77	2,21	5,79
5	22,00	13,00	2,33	10,06		-0,06	0,77	1,18	0,49	0,51	6,30	1,83	3,77
6	21,00	12,00	2,08	7,86		0,00	0,71	1,23	0,52	0,52	5,79	1,56	2,07
7	20,00	11,00	1,77	5,94		0,06	0,65	1,27	0,53	0,53	5,27	1,24	0,67
8	19,00	10,00	1,47	4,32		0,14	0,59	1,28	0,54	0,53	4,73	0,93	0,00
9	18,00	9,00	1,24	2,97		0,22	0,53	1,27	0,53	0,53	4,20	0,71	0,00
10	17,00	8,00	1,04	1,83		0,33	0,47	1,25	0,52	0,51	3,67	0,51	0,00
11	16,00	7,00	0,54	1,06		0,72	0,41	1,21	0,51	0,11	3,16	0,03	0,00
Po50	15,78	6,78	0,50	0,96			0,40	1,20	0,50	0,96	0,96		
12	15,00	6,00	0,36	0,61		1,16	0,35	1,15	0,48	0,61	2,00		
13	14,00	5,00	0,26	0,30		1,71	0,29	1,07	0,45	0,30	1,39		
14	13,00	4,00	0,11	0,12		3,98	0,24	0,98	0,41	0,12	1,08		
15	12,00	3,00	0,04	0,05		10,98	0,18	0,86	0,36	0,05	0,05		
16	11,00	2,00	0,03	0,02		15,08	0,12	0,70	0,29	0,02	0,02		
17	10,00	1,00	0,00	0,00		226,6	0,06	0,48	0,20	0,00	0,00		
18	9,00	0,00	0,00	0,00		453,3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		

Sumber: Hasil Pengolahan Data (2022)



Gambar 4. Perbandingan Kurva Lengkung Kapasitas 0 & 50 tahun

sebesar 3,75 juta m³, volume MAB (elevasi +25,96 mdpl) sebesar 21,50 juta m³ dan volume MAN (elevasi +22,00 mdpl) sebesar 10,06 juta m³. Dengan mempertimbangkan pola distribusi pengendapan sedimen di Waduk setelah umur rencana 50 tahun maka volume efektif waduk berkurang dari 9,00 juta m³ menjadi 3,77 juta m³ dan volume tampungan banjir waduk berkurang dari 11,90 juta m³ menjadi 10,05 juta m³ seperti disajikan pada Tabel 7. Sementara itu perbandingan kurva lengkung kapasitas

waduk pada tahun awal (*original data*) dengan revisi luas dan volume waduk setelah terjadi distribusi pengendapan sedimen waduk selama 50 tahun disajikan pada Gambar 4.

Tabel 7. Perubahan Kapasitas Tampungan Waduk

Kondisi	Vol MAB + 25,96	Vol MAN +22,00	Vol tamp Sedimen +16,00	Tamp Efektif	Tamp Banjir
---------	-----------------	----------------	-------------------------	--------------	-------------

	(juta m ³)	(juta m ³)	(juta m ³)	(juta m ³)	(juta m ³)
Eksisting (perencanaan)	21,51	10,06	1,06	9,00	11,90
50 tahun (dengan pengendapan sedimen)	13,82	3,77	0,00	3,77	10,05

Sumber: Hasil Pengolahan Data (2022)

Secara teoritis volume tampungan efektif dan volume tampungan banjir Waduk Sepaku Semoi akan berkurang pada akhir umur rencana waduk akibat distribusi pengendapan sedimen yang dikhawatirkan dapat mengganggu operasional waduk. Sehingga diperlukan upaya untuk mengurangi besarnya *sedimen inflow* waduk serta diperlukan studi lebih lanjut terkait dinamika perubahan tata guna lahan DTA Waduk Sepaku Semoi yang dapat menyebabkan peningkatan laju erosi lahan dan sedimentasi. Sebagai upaya pencegahan peningkatan laju erosi dan sedimentasi, empat jenis kegiatan usaha dapat dilakukan untuk mengurangi sedimentasi waduk antara lain 1) menahan laju erosi di kawasan hulu 2) meminimalkan muatan sedimen yang masuk ke waduk 3) meminimalkan muatan sedimen yang mengendap di dasar waduk 4) mengeluarkan endapan sedimen ke luar waduk (Marhendi, 2013).

KESIMPULAN

Prediksi besarnya volume dan pola penyebaran partikel sedimen Waduk Sepaku Semoi dimaksudkan untuk mengetahui akumulasi sedimen di seluruh permukaan dasar waduk pada tiap-tiap elevasi dalam periode umur rencana yaitu 50 tahun. Mengacu pada hasil dan pembahasan diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Analisis pola distribusi pengendapan sedimen waduk menggunakan metode empiris pengurangan luas (*empirical area reduction method*) dengan potensi sedimen sebesar 153.785,21 m³/tahun atau 7.689.261 m³ selama umur rencana waduk (50 tahun) dihasilkan elevasi nol baru pada +15,78 m pada akhir umur rencana waduk.
2. Kapasitas tampungan efektif waduk sebesar 9,00 juta m³ akan berkurang menjadi 3,77 juta m³ dan kapasitas tampungan banjir sebesar 11,90 juta m³ akan berkurang menjadi 10,05 juta m³ di akhir umur rencana waduk. Pengurangan volume efektif dan volume banjir waduk yang signifikan sampai dengan akhir umur rencana waduk dapat menyebabkan pola dan pengoperasian waduk terganggu.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih kepada seluruh pihak yang telah membantu selama penyusunan penelitian ini, terutama kepada Balai Wilayah Sungai Kalimantan IV Samarinda Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat yang telah menyediakan data penelitian yang diperlukan.

DAFTAR PUSTAKA

- Achsan., Bisri, M., & Suharyanto, E. (2015). "Analisis Kecenderungan Sedimentasi Waduk Bili- Bili dalam Upaya Keberlanjutan Usia Guna Waduk". Jurnal Teknik Pengairan, Vol.6, No.1, Hal 30–36, Jurusan Teknik Pengairan Universitas Brawijaya, Malang.
- Arsyad, S., (2006). Konservasi Tanah dan Air. IPB Press, Bogor.
- Balai Wilayah Sungai Kalimantan IV Samarinda (2019) "Laporan Akhir Review dan Sertifikasi Desain Bendungan Sepaku Semoi". BWS Kalimantan IV Kementerian PUPR, Samarinda
- Mahmud, Ghazali., Darsono, S., Triadi P, Thomas. (2020). "Analisis Sedimentasi Dan Prediksi Distribusi Sedimen Di Waduk Tilong Kabupaten Kupang". Rang Teknik Jurnal, Vol.3, No. 2, Hal 227-233, Fakultas Teknik UMSB, Padang.
- Marhendi, T (2013). Strategi Pengolahan Sedimentasi Waduk. Techno: Jurnal Penelitian. Vol. 14, No. 2, Hal 29-41, Universitas Khairun, Ternate Mukti, H. A. (2019). "Erosion Analysis in Efforts to Sustain The Age of Use of The Kedungombo Reservoir". International Journal of Scientific and Technology Research, Vol.8, No.10, Hal 1931–1940
- Morris, G. L., Fan, J. (2009). Reservoir Sedimentation Handbook, Design and Management of Dams, Reservoirs, and Watersheds for Sustainable Use. McGrawHill. Co, New York, USA.
- Setyono, E. (2011). "Kajian Distribusi Sedimentasi Waduk Wonorejo, Tulungagung Jawa Timur". Media Teknik Sipil, Vol.9, No. 2, Hal 132–141, Universitas Muhammadiyah Malang, Malang.
- Sudjarwadi. (1987). Teknik Sumber Daya Air. Keluarga Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.
- Tukaram, S., PT, N., MR, G. (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, Vol. 2, No.3, Hal 108–111.
- Wulandari, D. A. (2007). "Penanganan Sedimentasi Waduk Mrica". Berkala Ilmiah Teknik Keairan, Vol.13, No.4, Hal 264–271.
- Yang, C. T. (2003). "Sediment transport :theory and practice". Krieger Pub.