

ANALISIS ANGKUTAN SEDIMEN DASAR (*BED LOAD*) DENGAN PEMODELAN HEC-RAS 6.0 (Studi Kasus Sungai Cimulu Kota Tasikmalaya)

Iwan Ridwan¹, Wahyu Sumarno², Yanti Defiana³

¹Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Galuh

Email: ridwaniwan.230200@gmail.com, wahyu180587@gmail.com, yanti.defiana@gmail.com

ABSTRACT

Tasikmalaya City has several rivers, one of which is the Cimulu river, which flows from the Cibunigeulis area and empties into the Ciloseh river. Along the Cimulu river there are several problems including silting and reduced flow speed caused by sedimentation. The purpose of this study was to determine the amount of bed load transportation that occurred in the Cimulu river using the Yang method and the Engelund and Hansen method and to determine the modeling of HEC-RAS applications in the analysis of bed load transportation of the Cimulu river. This study uses quantitative methods by making direct measurements in the field and taking sediment samples from three points, then tested in the laboratory to determine the d_{50} and specific gravity of sediment used for data analysis. Calculation of sediment transport using the Yang method and the Engelund and Hansen method. The calculation of sediment transportation in the Cimulu river using the Yang method is $58.86 \text{ m}^3/\text{day}$ and using the Engelund and Hansen method is $30.383 \text{ m}^3/\text{day}$. So the percentage difference with the two methods is $28,477 \text{ m}^3/\text{day}$. Meanwhile, based on the simulation results using HEC-RAS 6.0 in the period of July 1 – August 1, 2023, it can be known that the bed load discharge is 16.31 tons. Based on the sediment data output of the running results, it can be seen that changes in riverbed rivers occur at sta 0 + 4651.96 and sediment deposition occurs as high as 0.0431 meters, then degradation occurs downstream as deep as 0.0031 meters.

Keywords: Sediment, Yang, Engelund and Hansen methods, HEC-RAS 6.0

I. PENDAHULUAN

sungai adalah aliran air yang besar dan memanjang mengalir secara terus-menerus dari hulu (sumber) ke hilir (muara), berfungsi sebagai sarana transportasi, sumber bahan baku tenaga listrik dan sebagai tempat pencaharian. Sedangkan menurut Agustina et al (2022) sungai didefinisikan sebagai aliran terbuka dengan ukuran geometrik yaitu penampang melintang, profil memanjang, dan kemiringan lembah berubah seiring waktu, tergantung pada debit, material dasar dan tebing. Dimana air dalam sungai umumnya terkumpul air hujan, embun, mata air, limpasan bawah tanah dan di beberapa negara berasal dari lelehan es/salju. Selain air sungai juga mengalirkan polutan atau sedimen. Sedimen adalah proses pengendapan material dari hasil erosi dari tempat tertentu. Pengendapan tersebut bisa diakibatkan oleh terbawanya air, angin, es dan gletser. Dimana hasil dari endapan tersebut terbentuk batuan yang disebut batuan sedimen.

Kota Tasikmalaya memiliki beberapa aliran sungai, salah satunya adalah sungai Cimulu yang terletak di daerah Tawang Kota Tasikmalaya, yang mengalir dari daerah Cibunigeulis atau hulu dari sungai Cimulu kota Tasikmalaya dan bermuara di sungai Ciloseh. Namun pada sungai Cimulu terdapat beberapa permasalahan diantaranya mengalami pendangkalan yang mengakibatkan sering terjadinya banjir pada musim hujan dan berkurangnya kecepatan aliran sungai Cimulu yang disebabkan oleh adanya sedimentasi. Melihat dampaknya, maka perlu dilakukan suatu analisis mengenai angkutan sedimen dasar (*Bed Load*) di sepanjang aliran sungai Cimulu, sehingga hasil penelitian ini dapat dijadikan salah satu referensi untuk mengatasi pendangkalan di sungai Cimulu. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui jumlah angkutan sedimen dasar (*bed load*) yang terjadi pada sungai Cimulu dengan menggunakan metode Yang dan Engelund and Hansen serta untuk mengetahui permodelan aplikasi HEC-RAS

pada analisa angkutan sedimen dasar (*bed load*) sungai Cimulu. Hasil dari penelitian ini diharapkan memiliki manfaat yaitu menambah sumber pengetahuan bagi penulis pada khususnya dan bagi pembaca pada umumnya dan dapat dijadikan sebagai acuan dan masukan bagi pembaca untuk mengembangkan pengetahuan mengenai sedimentasi di sungai Cimulu Kota Tasikmalaya.

II. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Daerah Aliran Sungai (DAS) di Kecamatan Tawang Kota Tasikmalaya tepatnya dialiran sungai Cimulu. Hulu dari sungai Cimulu terletak didaerah Cibunigeulis, hilir terletak didaerah Cikukuh dan untuk hilir bermuara di sungai Ciloseh.



Sumber: Google Earth
Gambar 1. Lokasi Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dimana penelitian ini menggambarkan secara sistematis mengenai fenomena dengan maksud mendeskripsikan fakta dan data yang ada dilapangan. Adapun data yang diperoleh

1. Data primer
 - a. Kedalaman sungai
 - b. Lebar sungai
 - c. Kecepatan aliran
 - d. Kemiringan sungai
 - e. Sampel sedimen
2. Data sekunder
 - a. Data curah hujan
 - b. Data peta sungai
 - c. Luas area DAS
 - d. *Digital Elevation Modeling* (DEM)

Tahapan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:



Sumber : Rencana Penelitian Pribadi
Gambar 2. Bagan Alir Penelitian

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Analisis Hidrologi

Dalam penelitian ini, stasiun yang berpengaruh ada tiga yaitu stasiun curah hujan Tejakalapa, stasiun curah hujan Cigede, dan stasiun curah hujan Cimulu, data curah hujan yang digunakan selama 15 tahun dimulai dari tahun 2008 sampai tahun 2022. Selanjutnya dilakukan perhitungan analisis curah hujan harian maksimum yaitu dengan menggunakan metode aljabar.

Tabel 1. Data Curah Hujan Harian Maksimum

No	Tahun	Stasiun			CHMax Rata-Rata
		CHMax Stasiun Tejakalapa	CHMax Stasiun Cigede	CHMax Stasiun Cimulu	
1	2008	195	95	138	142,67
2	2009	145	85	132	120,67
3	2010	100	125	160	128,33
4	2011	121	120	127	122,67
5	2012	104	128	211	147,67
6	2013	146	118	231	165,00
7	2014	154	154	213	173,67
8	2015	123	92	185	133,33
9	2016	146	102	111	119,67
10	2017	130	97	116	114,33
11	2018	176	134	111	140,33
12	2019	130	118	116	121,33
13	2020	183	141	108	144,00

14	2021	153	197	82	144,00
15	2022	252	191	113	185,33

Sumber : Hasil Perhitungan Data 2023

a. Distribusi Normal

Tabel 2. Curah Hujan Rencana Dengan Distribusi Normal

PUH	$\bar{X}$	S	KT	XT
2	140.20	21.02	0	140.20
5	140.20	21.02	0.84	157.86
10	140.20	21.02	1.28	167.11
15	140.20	21.02	1.46	170.89
25	140.20	21.02	1.71	176.11
50	140.20	21.02	2.05	183.29
100	140.20	21.02	2.33	189.18

Sumber : Hasil Perhitungan Data 2023

b. Distribusi Log Normal

Tabel 3. Curah Hujan Rencana Dengan Distribusi Log Normal

PUH	$\log \bar{X}$	KT	S	$\log \bar{X} + KT \cdot S$	YT (mm/hari)
2	2.142	0	0.06	2.142	138.811
5	2.142	0.84	0.06	2.195	156.697
10	2.142	1.28	0.06	2.223	166.967
15	2.142	1.46	0.06	2.234	171.360
25	2.142	1.7083	0.06	2.249	177.611
50	2.142	2.05	0.06	2.271	186.587
100	2.142	2.33	0.06	2.288	194.279

Sumber : Hasil Perhitungan Data 2023

c. Distribusi Log Person III

Tabel 4. Curah Hujan Rencana Dengan Distribusi Log Person III

PUH	$\log \bar{X}$	KT	S	Cs	$\log XT$	XT
2	2.142	-0.099	0.06	0.709	2.136221	136.842
5	2.142	0.800	0.06	0.709	2.192554	155.795
10	2.142	1.328	0.06	0.709	2.225639	168.128
15	2.142	1.46	0.06	0.623	2.233910	171.360
25	2.142	1.939	0.06	0.709	2.263925	183.622
50	2.142	2.359	0.06	0.709	2.290243	195.094
100	2.142	2.755	0.06	0.709	2.315057	206.565

Sumber : Hasil Perhitungan Data 2023

d. Distribusi Gumbel

Tabel 5. Curah Hujan Rencana Dengan Distribusi Gumbel

PUH	$\bar{X}$	Yt	Yn	Sn	S	XT
2	140.20	0.3668	0.5035	0.9833	21.021	137.278
5	140.20	1.5004	0.5128	1.0206	21.021	160.541
10	140.20	2.2510	0.4952	0.9496	21.021	179.068
15	140.20	2.61	0.5128	1.0206	21.021	183.396
25	140.20	3.1993	0.5309	1.0915	21.021	191.590
50	140.20	3.9028	0.5485	1.1607	21.021	200.949
100	140.20	4.6012	0.5600	1.2065	21.021	210.611

Sumber : Hasil Perhitungan Data 2023

e. Pemilihan Distribusi

Setelah melakukan perhitungan distribusi normal, log normal, log person III, dan distribusi gumbel, maka di dapat pemilihan distribusi yang memenuhi syarat adalah distribusi log person III.

Tabel 6. Persyaratan Pemilihan Distribusi

No	Distribusi	Syarat	Hasil	Keterangan
----	------------	--------	-------	------------

1	Normal	Cs $\approx$ 0	0	0,87	Tidak Memenuhi
		Ck $\approx$ 3	3	2,49	Tidak Memenuhi
2	Gumbel	Cs = 1.14	1.14	0,87	Tidak Memenuhi
		Ck = 5.4	5.4	2,49	Tidak Memenuhi
3	Log Normal	Cs = Cv ³ + 3Cv	0.119	0,709	Tidak Memenuhi
		Ck = Cv ⁸ + 6Cv ⁶ + 15Cv ⁴ + 16Cv ² + 3	3.027	2,417	Tidak Memenuhi
4	Log Person Type III	Selain nilai diatas			Memenuhi

Sumber : Hasil Perhitungan Data 2023

f. Uji Chi Square

Pengujian chi-square untuk menentukan apakah persamaan distribusi peluang yang telah dipilih dapat mewakili statistik sampel data yang dianalisis, dengan derajat kepercayaan 5%. Pengambilan keputusan uji ini menggunakan parameter χ^2 , maka dari itu distribusi dapat diterima bila $\chi h^2 \geq \chi^2$

Jumlah data $n = 15$

Banyak kelas

$$K = 1 + 3,322 \log(n)$$

$$K = 1 + 3,322 \log(15)$$

$$K = 4,092 = 5$$

Peluang batas kelas

$$P = \frac{1}{\text{kelas}} = \frac{1}{5} = 0,2 = 20\%$$

Derajat kebebasan

$$Dk = K - (p + 1)$$

$$Dk = 5 - (2 + 1) = 2$$

Frekuensi yang diharapkan

$$Ef = \frac{n}{k} = \frac{15}{5} = 3$$

Tabel 7. Perhitungan Uji Chi-Square Distribusi Log Person III dengan aljabar

Mencari Nilai χ^2							
No.	Nilai Batas		Jumlah Data		(OF-EF) ²	(OF-EF) ² /EF	
	Subkelas		OF	EF			
1	X	<	129,978	6	3	9	3,000
2	129,978	<X	140,498	2	3	1	0,333
3	140,498	<X	152,310	4	3	1	0,333
4	152,310	<X	170,774	1	3	4	1,333
5	X	>	170,774	2	3	1	0,333
JUMLAH				15	15	χ^2	5,333

Sumber : Hasil Perhitungan Data 2023

Kesimpulan dari tabel 7 diketahui bahwa nilai χh^2 dengan derajat kebebasan (Dk) = 2 dan

derajat kepercayaan 5% adalah 5,991 (tabel 2.8) sehingga sebaran dapat diterima.

g. Uji Smirnov Kolmogorov

Pengujian Smirnov Kolmogorov menggunakan rumus distribusi log person III sebagai berikut;

Jumlah data (n) = 15

Deviasi standar (s) = 0,06

Nilai rata-rata = 2,142

Derajat kepercayaan = 5%

D maks = -0,0089

Do Kritis = 0,34

Dilihat dari perbandingan diatas bahwa D maks < Do kritis, maka metode sebaran yang diuji dengan distribusi log person III

a. Uji Sebaran

Distribusi yang terpilih adalah Log Person III karena syarat dari uji Smirnov Kolmogorov dan uji Chi Square telah memenuhi

b. Curah Hujan Rencana Distribusi Log Person III

Tabel 8. Curah Hujan Rencana dengan Distribusi Log Person III

Periode Ulang (Tahun)	log $\bar{X}$	KT	S	Cs	log XT	XT
2	2.142	-0.099	0.06	0.709	2.136221	136.842
5	2.142	0.800	0.06	0.709	2.192554	155.795
10	2.142	1.328	0.06	0.709	2.225639	168.128
15	2.142	1.46	0.06	0.623	2.233910	171.360
25	2.142	1.939	0.06	0.709	2.263925	183.622
50	2.142	2.359	0.06	0.709	2.290243	195.094
100	2.142	2.755	0.06	0.709	2.315057	206.565

Sumber : Hasil Perhitungan Data 2023

c. Analisis Debit Rencana Metode Rasional

Nilai koefisien limpasan (C) diperoleh dari tabel yaitu 0,45

Waktu konsentrasi (tc) dihitung dengan kemiringan saluran 0,00851 sebagai berikut :

$$Tc = 0,0195L^{0,77}S^{-0,385}$$

$$Tc = 0,0195 \times 7000^{0,77} \times 0,00851^{-0,385}$$

$$Tc = 111,619 \text{ menit} = 1,86 \text{ jam}$$

Intensitas hujan dihitung sebagai berikut

$$I = \frac{R24}{24} = \left(\frac{24}{tc}\right)^{2/3}$$

$$I = \frac{171,360}{24} = \left(\frac{24}{1,86}\right)^{2/3}$$

$$I = 39,277 \text{ mm/jam}$$

$$I = 0,000012 \text{ m/s}$$

$$\text{Luas DAS Cimulu } 32690,291 \text{ Ha} = 326,902912 \text{ km}^2 = 326902910 \text{ m}^2$$

$$Q = 0,278 C I A$$

$$Q = 0,278 \times 0,40 \times 0,000012 \times 326902910$$

$$Q = 436,219 \text{ m}^3/\text{s}$$

3.2 Analisis Sedimentasia

a. Metode Yang

Konsentrasi sedimen total dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\log C_t = 5,435 - 0,248 \log \frac{d}{\gamma} - 0,457 \log \frac{d}{\gamma} + (3,799 - 0,409 \log \frac{d}{\gamma}) \log C_s$$

$$C_t = \log C_t$$

Volume air berat dihitung menggunakan sebagai berikut

$$Gw = \gamma \times B \times D \times V$$

Muatan sedimen dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$Qs = Ct \times Gw$$

Angkutan sedimen total dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$Qt = \frac{Qa \times Ct}{10^6} \gamma$$

Dimana:

Ct = Konsentrasi sedimen total (ppm)

ω = Kecepatan jatuh sedimen (m/s)

d=d50 =Diameter sedimen 50% dari material dasar (m)

ν = Viskositas kinematik (m²/s)

V = Kecepatan aliran (m/s)

S = Kemiringan saluran

Vcr = Kecepatan kritis

U* = Kecepatan geser (m/s)

B = Lebar saluran (m)

D = Kedalaman saluran (m)

Re = Angka Reynold

Qa = Debit aliran (m³/s)

Q_t = Debit sedimen total (kg/s)

S = Kemiringan saluran

γ = Massa jenis air (kg/m³)

G_w = Volume air berat (kg/s)

- Sungai Cimulu Hulu

Tabel 9. Data-data hasil Penelitian Hulu

No	Data	Keterangan
1	Ukuran diameter sedimen (D_{50})	= 0,001282mm Laboratorium
2	Kemiringan dasar saluran (S)	= 0,00851 Perhitungan
3	Temperatur air sungai (t)	= 24°C Lapangan
4	Lebar saluran (B)	= 4,6 m Lapangan
5	Kecepatan jatuh (ω)	= 1,603 m/s Perhitungan
6	Debit aliran (Q)	= 436,219 m ³ /s Perhitungan
7	Masa jenis sedimen (γ_s)	= 2634 kg/s Laboratorium
8	Masa jenis air (γ)	= 1000 kg/m ³ Asumsi
9	Percepatan gravitasi (g)	= 9,81m/s ² Ketentuan
10	Kecepatan aliran sungai (V)	= 0,346 m/s Lapangan
11	Kecepatan geser (U_*)	= 0,156 m/s Perhitungan
12	Viskositas kinematik (ν)	= 0,913x10 ⁻⁶ m ² /s Perhitungan
13	Kedalam sungai (D)	= 0,293m Lapangan

Sumber : Hasil Perhitungan Data 2023

$$Q_t = \frac{Q_a \times C_t}{10^6} \gamma$$

$$Q_t = \frac{436,219 \times \frac{872,971}{1000000}}{10^6} \times 1000$$

$$Q_t = 0,000381 \text{ kg/s} \times 31536$$

$$Q_t = 12,015 \text{ ton/tahun}$$

- Sungai Cimulu Tengah

Tabel 10. Data-data Hasil Penelitian Tengah

No	Data	Keterangan
1	Ukuran diameter sedimen (D_{50})	= 0,001681mm Laboratorium
2	Kemiringan dasar saluran (S)	= 0,00851 Perhitungan
3	Temperatur air sungai (t)	= 25°C Lapangan
4	Lebar saluran (B)	= 6,3 m Lapangan
5	Kecepatan jatuh (ω)	= 2,811 m/s Perhitungan
6	Debit aliran (Q)	= 436,219 m ³ /s Perhitungan
7	Masa jenis sedimen (γ_s)	= 2630 kg/s Laboratorium
8	Masa jenis air (γ)	= 1000 kg/m ³ Asumsi
9	Percepatan gravitasi (g)	= 9,81m/s ² Ketentuan
10	Kecepatan aliran sungai (V)	= 0,635 m/s Lapangan
11	Kecepatan geser (U_*)	= 0,141 m/s Perhitungan
12	Viskositas kinematik (ν)	= 0,893 x 10 ⁻⁶ m ² /s Perhitungan
13	Kedalam sungai (D)	= 0,237m Lapangan

Sumber : Hasil Perhitungan Data 2023

$$Q_t = \frac{Q_a \times C_t}{10^6} \gamma$$

$$Q_t = \frac{436,219 \times \frac{1428,894}{1000000}}{10^6} \times 1000$$

$$Q_t = 0,000623 \text{ kg/s} \times 31536$$

$$Q_t = 19,647 \text{ ton/tahun}$$

- Sungai Cimulu Hilir

Tabel 11. Data-data Hasil Penelitian Hilir

No	Data	Keterangan
1	Ukuran diameter sedimen (D_{50})	= 0,001173mm Laboratorium
2	Kemiringan dasar saluran (S)	= 0,00851 Perhitungan
3	Temperatur air sungai (t)	= 25°C Lapangan
4	Lebar saluran (B)	= 7,7 m Lapangan
5	Kecepatan jatuh (ω)	= 1,478 m/s Perhitungan

6	Debit aliran (Q)	= 436,219 m ³ /s Perhitungan
7	Masa jenis sedimen (γ_s)	= 2760 kg/s Laboratorium
8	Masa jenis air (γ)	= 1000 kg/m ³ Asumsi
9	Percepatan gravitasi (g)	= 9,81m/s ² Ketentuan
10	Kecepatan aliran sungai (V)	= 0,411 m/s Lapangan
11	Kecepatan geser (U_*)	= 0,155 m/s Perhitungan
12	Viskositas kinematik (ν)	= 0,893 x 10 ⁻⁶ m ² /s Perhitungan
13	Kedalam sungai (D)	= 0,38m Lapangan

Sumber : Hasil Perhitungan Data 2023

$$Q_t = \frac{Q_a \times C_t}{10^6} \gamma$$

$$Q_t = \frac{436,219 \times \frac{2387,811}{1000000}}{10^6} \times 1000$$

$$Q_t = 0,00104 \text{ kg/s} \times 31536$$

$$Q_t = 32,797 \text{ ton/tahun}$$

b. Metode *Engelund and Hansen*

Nilai q_s dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$q_s = 0,05 \cdot \gamma_s \cdot V^2 \times \left(\frac{d_{50}}{g \frac{\gamma_s}{\gamma} - 1} \right)^{\frac{1}{2}} \times \left(\frac{\gamma \times D \times S}{(\gamma_s - \gamma) d_{50}} \right)^{\frac{3}{2}}$$

Muatan sedimen dihitung dengan

$$Q_s = B \times q_s$$

Volume air berat dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$G_w = \gamma \times B \times D \times V$$

Konsentrasi sedimen total dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$C_t = \frac{Q_s}{G_w} 10^6$$

Angkutan sedimen total dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$Q_a = \frac{Q_a \times C_t}{10^6} \gamma$$

Dimana :

γ = berat jenis air kg/m³

γ_s = berat jenis sedimen (kg/m³)

$d=d_{50}$ =Diameter sedimen 50% dari material dasar (m)

V = Kecepatan aliran (m/s)

τ_o = tegangan geser (kg/m)

Q_s = muatan sedimen (kg/s)

B = Lebar Saluran (m)

D = Kedalaman saluran (m)

S = Kemiringan saluran

g = Percepatan gravitasi

Ct = Konsentrasi sedimen total (ppm)

Gw = Volume air berat (kg/s)

Qa = Debit aliran (m^3/s)

- Sungai Cimulu Hulu

Tabel 12. Data-data Hasil Penelitian Hulu

No	Data	Keterangan
1	Ukuran diameter sedimen (D_{50})	= 0,001282mm Laboratorium
2	Kemiringan dasar saluran (S)	= 0,00851 Perhitungan
3	Kedalaman sungai (D)	= 0,293m Lapangan
4	Lebar saluran (B)	= 4,6m Lapangan
5	Kecepatan jatuh (ω)	= 1,603m/s Perhitungan
6	Debit aliran (Q)	= 436,219 m^3/s Perhitungan
7	Masa jenis sedimen (γ_s)	= 2634kg/s Laboratorium
8	Masa jenis air (γ)	= 1000kg/ m^3 Asumsi
9	Percepatan gravitasi (g)	= 9,81m/s ² Ketentuan
10	Kecepatan aliran sungai (V)	= 0,345m/s Lapangan

Sumber : Hasil Perhitungan Data 2023

$$Qa = \frac{Qa \times Ct}{10^6} \gamma$$

$$Qa = \frac{436,129 \times \frac{679,763}{1000000}}{10^6} \times 1000$$

$$Qa = 0,000297 \text{ kg/s} \times 31536$$

$$Qa = 9,366 \text{ ton/tahun}$$

- Sungai Cimulu Tengah

Tabel 13. Data-data Hasil PenelitianTengah

No	Data	Keterangan
1	Ukuran diameter sedimen (D_{50})	= 0,001681mm Laboratorium
2	Kemiringan dasar saluran (S)	= 0,00851 Perhitungan
3	Kedalaman sungai (D)	= 0,237m Lapangan
4	Lebar saluran (B)	= 6,3m Lapangan
5	Kecepatan jatuh (ω)	= 2,811m/s Perhitungan
6	Debit aliran (Q)	= 436,219 m^3/s Perhitungan
7	Masa jenis sedimen (γ_s)	= 2630kg/s Laboratorium
8	Masa jenis air (γ)	= 1000kg/ m^3 Asumsi
9	Percepatan gravitasi (g)	= 9,81m/s ² Ketentuan
10	Kecepatan aliran sungai (V)	= 0,635m/s Lapangan

Sumber : Hasil Perhitungan Data 2023

$$Qa = \frac{Qa \times Ct}{10^6} \gamma$$

$$Qa = \frac{436,219 \times \frac{870,144}{1000000}}{10^6} \times 1000$$

$$Qa = 0,000379 \text{ kg/s} \times 31536$$

$$Qa = 11,95 \text{ ton/tahun}$$

- Sungai Cimulu Hilir

Tabel 14 Data-data Hasil Penelitian Hilir

No	Data	Keterangan
1	Ukuran diameter sedimen (D_{50})	= 0,001173mm Laboratorium
2	Kemiringan dasar saluran (S)	= 0,00851 Perhitungan
3	Kedalaman sungai (D)	= 0,287m Lapangan
4	Lebar saluran (B)	= 4,6m Lapangan
5	Kecepatan jatuh (ω)	= 1,478m/s Perhitungan

6	Debit aliran (Q)	= 436,219 m^3/s	Perhitungan
7	Masa jenis sedimen (γ_s)	= 2760kg/s	Laboratorium
8	Masa jenis air (γ)	= 1000kg/ m^3	Asumsi
9	Percepatan gravitasi (g)	= 9,81m/s ²	Ketentuan
10	Kecepatan aliran sungai (V)	= 0,411m/s	Lapangan

Sumber : Hasil Perhitungan Data 2023

$$Qa = \frac{Qa \times Ct}{10^6} \gamma$$

$$Qa = \frac{436,219 \times \frac{870,625}{1000000}}{10^6} \times 1000$$

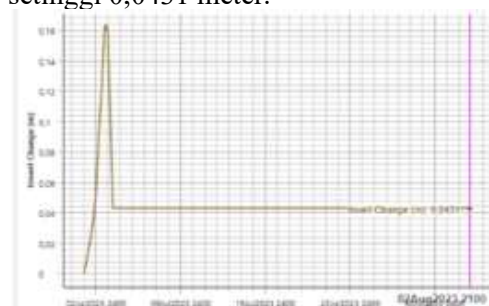
$$Qa = 0,000379 \text{ kg/s} \times 31536$$

$$Qa = 11,952 \text{ ton/tahun}$$

Berdasarkan hasil perhitungan yang dilakukan untuk metode Yang besar sedimen total dari hulu sampai hilir sebesar 21,486 ton/tahun. Kemudian untuk metode Engelund and Hansen sedimen total dari hulu sampai ke hilir sebesar 11,089 ton/tahun. Hasil perhitungan besarnya sedimentasi dasar (*bed load*) di sungai Cimulu dari dua metode yaitu Yang dan Engelund and Hansen perbedaan hasilnya mencapai 48,4% yaitu sebesar 10,397 ton/tahun.

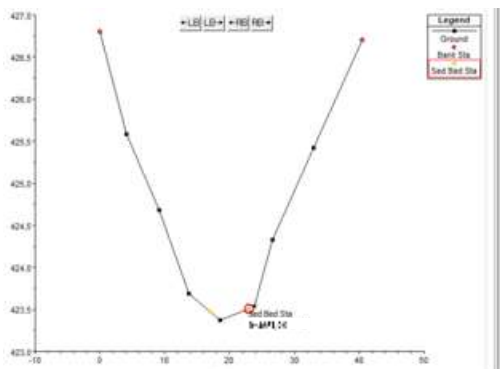
3.3 Pemodelan HEC-RAS

Berdasarkan hasil pemodelan menunjukan besaran Mass in cum yaitu 16,31 ton. profile memanjang sungai menunjukan bentuk perubahan dasar sungai dari hulu sampai ke hilir dimana relative terjadinya erosi karena besarnya debit aliran serta sedimen yang terangkut dari hulu ke hilir dan terjadi degradasi yang paling besar pada sta 0+4651,96 dan terjadi pengendapan sedimen setinggi 0,0431 meter.



Sumber : HEC-RAS 6.0

Gambar 3. Profile Transport Sediment



Sumber : HEC-RAS 6.0

Gambar 3. Endapan Sedimen dasar (Bed Load)

IV. SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis, diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Angkutan sedimen dasar (*Bed load*), dengan menggunakan metode Yang untuk daerah hulu sampai ke hilir didapat jumlah rata-rata sebesar 58,86 m³/hari. Untuk perhitungan angkutan sedimen menggunakan metode Engelund and Hansen dari hulu sampai ke hilir 30,383 m³/hari. Presentase perbedaan dengan dua metode tersebut sebesar 28,477 m³/hari
2. Berdasarkan hasil simulasi dengan menggunakan HEC-RAS 6.0 dalam rentang waktu 1 Juli 2023 samapai 1 Agustus 2023 dapat diketahui debit *bed load* 16,31 ton. Berdasarkan data sedimen output hasil running dapat diketahui perubahan dasar sungai terjadi pada sta 0+4651,96 dan terjadi pengendapan sedimen setinggi 0,0431 meter, kemudian terjadi degradasi sampai dengan hilir sedalam 0,0031 meter.

V. DAFTAR PUSTAKA

Andriani, A. (2022). Studi Perbandingan Metode Yang Dengan Metode Engelund and Hansen Pada Angkutan Sedimen Total (Qt) Sungai Cimuntur Kabupaten Ciamis. *Jurnal Media Teknologi*, 7(1), 1–10. <https://doi.org/10.25157/jmt.v7i1.2630>

Bunganaen, W. (2011). Perubahan Kondisi

Tataguna Lahan Terhadap Volume Sedimentasi Pada Embung Bimoku di Lasiana Kota Kupang. *Jurnal Teknik Sipil*, 1(2), 43-56.

Chang, H., & Indriaty, D. F. (2017). *Sistem Pengukur Kecepatan Arus Air Menggunakan Current Meter Tipe "1210 AA."* 19(1), 81–95.

Doddy Y. (2016). *Modul Praktikum Hibernate Modul Praktikum*. Jurnal Gunadharma 2-40.

Hariati, F., Taqwa, F. M. L., Salman, N., & Sulaeman, N. H. F. (2022). Simulasi Perubahan Tata Guna Lahan terhadap Laju Erosi Lahan Menggunakan Metode Universal Soil Loss Equation (USLE) pada Daerah Aliran Sungai (DAS) Ciseel. *Tameh: Journal of Civil Engineering*, 11(1), 52–61.

Hidayati, A. M., Yekti, M. I., Eka, G. F., & Sujana, A. (2021). Analisis Besaran Sedimentasi dan Penanggulangannya di Hilir Tukad Unda Klungkung dengan Aplikasi Hec-GeoRAS. *Media Komunikasi Teknik Sipil*, 27(2), 161–169.

IB, G. P., W, W., Y, Y., IW, Y., & Y, S. (2022). Analisis Angkutan Sedimen Bed Load dan Sedimen Suspended Load pada Sungai Ngolang dan Sungai Tebelo di Kawasan Ekonomi Khusus (KEK) Mandalika. *Jurnal Ilmiah Rekayasa Sipil*, 19(2), 182–190. <https://doi.org/10.30630/jirs.v19i2.887>

Pratama, M. I., Legono, D., & Rahardjo, A. P. (2019). Analisis Transpor Sedimen Serta Pengaruh Aktivitas Penambangan Pada Sungai Sombe, Kota Palu, Sulawesi Tengah. *Jurnal Teknik Pengairan*, 10(2), 84–96. <https://doi.org/10.21776/ub.pengairan.2019.010.02.02>

Sudira, I. W., Mananoma, T., & Manalip, H. (2013). Analisis angkutan sedimen pada Sungai Mansahan. *Media Engineering*, 3(1), 54–57.

- Sumarno, W. (2020). *MODUL SISTEM DRAINASE*.
- Sumarno, W., Defiana, Y., & Pratiwi, F (2022, November). EVALUASI SKALA PRIORITAS KINERJA JARINGAN DRAINASE. In SEMINAR TEKNOLOGI MAJALENGKA (STIM) (Vol. 6, pp. 102-107).
- Sumarno, W. (2019). Evaluasi Bangunan Pengendali Sedimen Pada Sungai Ciliung Dengan Dua Alternatif Debit Banjir
- Sumarno, W. (2019). EVALUASI SALURAN DRAINASE PADA SEBAGIAN RUAS JALAN DI KOTA TASIKMALAYA.
- Sumarno, W. (2019). ANALISIS MODEL UJI FISIK PELIMPAH BENDUNGAN PATARUMAN DI KOTA BANJAR JAWA BARAT : Array. Jurnal Ilmu Sipil (JALUSI), 1(1), 45-54
- Yang, A., & White, B. B. Analisa Angkutan Sedimen Pada Sungai Bah Bolon Kabupaten Simalungun Sumatera Utara.

