

## ANALISIS ANGKUTAN SEDIMEN DASAR (*BED LOAD*) DENGAN PERMODELAN HEC-RAS 6.0 (Studi Kasus Sungai Ciloseh Kecamatan Tawang Kota Tasikmalaya)

Siti Nur Hasanah<sup>1</sup>, Wahyu Sumarno<sup>2</sup>, Gini Hartati<sup>3</sup>

<sup>123</sup>Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Galuh

Email : [sitiinurhasanah10@gmail.com](mailto:sitiinurhasanah10@gmail.com), [wahyu180587@gmail.com](mailto:wahyu180587@gmail.com), [ginihartati@gmail.com](mailto:ginihartati@gmail.com)

### ABSTRACT

*Ciloseh River is a river that stretches from the regency to the city of Tasikmalaya with a river length of 9000 m. Ciloseh River is silting as a result of sedimentation and erosion. In addition, the impact of these problems resulted in a decrease in the function of the weir as a flood barrier and harmed the surrounding community affected by the flood disaster. Seeing the impact of siltation in the Ciloseh River Basin, it is necessary to conduct research on sedimentation rates to determine the pattern of sedimentation distribution. The purpose of this study is to determine the amount of basic sediment transport and find out the application model of hec-ras in the analysis of basic sediment transport.*

*The method used in this study is a quantitative method with data sources from literature studies and observations. then continued by analyzing sediment transport using the Meyer Peter Muller and Englund-Hunsen methods and modeling sediment numbers with HEC-RAS applications.*

*The amount of sediment transportation in the Ciloseh River using the Peter Muller Meyer Method (MPM) is 1,941 m<sup>3</sup> / day Then the use of the Englund-hunsen method obtained sediment transportation results of 48 m<sup>3</sup> / day. The results of hec-ras modeling on the Ciloseh River using the Englund-hunsen method of sediment transport amounted to 43,547 m<sup>3</sup> / day. The highest degradation downstream at Sta 7 + 500 with the addition of elevation at Sta is 0.0016 m. while the decrease in elevation (degradation) occurs at Sta 0 + 000 by 0.0061 m.*

**Keywords :** Bed Load, M.P.M, Englund-Hunsen, HEC-RAS

### I. PENDAHULUAN

Fenomena sedimentasi sungai di daerah aliran sungai ciloseh telah menjadi perhatian utama karena perubahan yang terjadi dalam pola aliran sungai dan peningkatan sedimentasi. Factor factor seperti aktifitas manusia, perubahan penggunaan lahan dan perubahan iklim dapat mempengaruhi laju sedimentasi di daerah tersebut. Terdapat beberapa permasalahan yang terjadi pada aliran sungai ciloseh, diantaranya permasalahan pendangkalan sungai yang mengakibatkan sering terjadi banjir pada musim hujan dikarenakan telah mengalami pendangkalan sebagai akibat adanya sedimentasi dan erosi dari daerah hulu. selain itu, dampak dari permasalahan tersebut mengakibatkan penurunan fungsi bendung sebagai penghalang banjir dan merugikan masyarakat sekitar yang terkena bencana banjir. Melihat dampak dari terjadinya pendangkalan di daerah aliran sungai ciloseh, maka perlu dilakukan penelitian mengenai tingkat sedimentasi untuk mengetahui pola

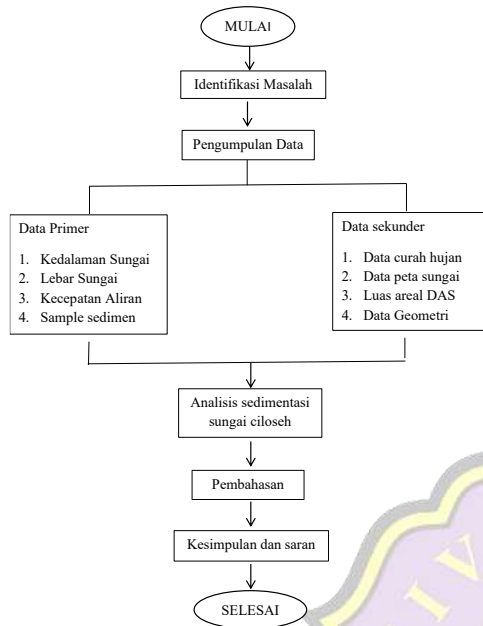
penyebaran sedimentasi , sehingga hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi salah satu referensi untuk mengatasi pendangkalan di sungai ciloseh.

### II. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April 2023 sampai dengan Juli 2023 dengan objek penelitian adalah DAS Ciloseh di sekitar Bendung Cimulu Kecamatan Tawang Kota Tasikmalaya Provinsi Jawa Barat.



Gambar 1 lokasi penelitian



Gambar 2 Bagan Alir Penelitian

**Analisis Data**

Analisis Data yang akan dilakukan dalam penelitian ini untuk menentukan laju sedimentasi pada aliran Sungai adalah sebagai berikut :

1. Menghitung data curah hujan menggunakan metode rata-rata Aljabar, menghitung curah hujan rencana dengan

**III. HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Analisis Hidrologi**

a. Curah hujan

Tabel 1 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

distribusi Normal, Log Normal, Log Pearson III dan Gumbel untuk mendapatkan periode ulang hujan (PUH) 15 tahun kemudian diuji Chi Kuadrat dan uji Smirnov Kolmogorov untuk mengetahui diterima atau tidaknya metode tersebut.

2. Menghitung debit rencana metode rasional menggunakan curah hujan rencana periode ulang hujan (PUH) 15 tahun.
3. Melakukan survei lapangan kemudian didokumentasikan, mengukur lebar sungai, elevasi sungai, kedalaman sungai, kemiringan saluran, kecepatan air dan mengambil sampel sedimen di tiga titik lokasi yang diamati di hulu, tengah, dan hilir Sungai.
4. Melakukan uji sampel sedimen di laboratorium untuk mendapatkan d50, d90 dan berat jenis sedimen.
5. Menghitung laju sedimentasi dengan menggunakan metode Meyer Peter Muller (MPM) dan Englund Hunsen.
6. Membuat permodelan dengan aplikasi HEC-RAS 6.0

b. Hujan rencana

Tabel 2 Perhitungan statistik untuk distribusi normal dan gumbel

No	Tahun	CH max	(x - x̄)	(x - x̄)²	(x - x̄)³	(x - x̄)⁴
1	2008	142.67	2.47	6.08	15.01	37.02
2	2009	120.67	-19.53	381.55	-7452.97	145581.25
3	2010	128.33	-11.87	140.82	-1671.04	19829.65
4	2011	122.67	-17.53	307.42	-5390.06	94505.69
5	2012	147.67	7.47	55.75	416.27	3108.19
6	2013	165.00	24.80	615.04	15252.99	378274.20
7	2014	173.67	33.47	1120.02	37483.26	1254439.82
8	2015	133.33	-6.87	47.15	-323.77	2223.23
9	2016	119.67	-20.53	421.62	-8657.22	177761.55
10	2017	114.33	-25.87	669.08	-17306.9	447673.99
11	2018	140.33	0.13	0.02	0.00	0.00
12	2019	121.33	-18.87	355.95	-6715.61	126701.19
13	2020	144.00	3.80	14.44	54.87	208.51
14	2021	144.00	3.80	14.44	54.87	208.51
15	2022	185.33	45.13	2037.02	91937.40	4149441.43
<b>Jumlah</b>		<b>2103.00</b>	<b>0.00</b>	<b>6186.40</b>	<b>97697.04</b>	<b>6799994.24</b>
<b>Rata-Rata</b>		<b>140.20</b>	<b>0.00</b>	<b>412.43</b>	<b>6513.14</b>	<b>453332.95</b>

Nilai Rata-Rata = 140.20

Simpangan Baku = 21,02

Tabel 3 perhitungan statistic untuk distribusi log normal dan log person III

No	Tahun	X	Log X	(logXi - logx̄)	(logXi - logx̄)²	(logXi - logx̄)³	(logXi - logx̄)⁴
1	2008	142.67	2.154	0.012	0.00014	0.00000	0.00000002
2	2009	120.67	2.082	-0.061	0.00370	-0.00023	0.0000137

3	2010	128.33	2.108	-0.034	0.00116	-0.00004	0.0000013
4	2011	122.67	2.089	-0.054	0.00288	-0.00015	0.0000083
5	2012	147.67	2.169	0.027	0.00072	0.00002	0.0000005
6	2013	165.00	2.217	0.075	0.00563	0.00042	0.0000317
7	2014	173.67	2.240	0.097	0.00947	0.00092	0.0000896
8	2015	135.33	2.125	-0.017	0.00031	-0.00001	0.0000001
9	2016	119.67	2.078	-0.064	0.00415	-0.00027	0.0000173
10	2017	114.33	2.058	-0.084	0.00710	-0.00060	0.0000504
11	2018	140.33	2.147	0.005	0.00002	0.00000	0.0000000
12	2019	121.33	2.084	-0.058	0.00342	-0.00020	0.0000117
13	2020	144.00	2.158	0.016	0.00025	0.00000	0.0000006
14	2021	144.00	2.158	0.016	0.00025	0.00000	0.0000006
15	2022	185.33	2.268	0.126	0.01576	0.00198	0.000248
<b>Jumlah</b>		<b>2103.0</b>	<b>32.14</b>	<b>0</b>	<b>0.05497</b>	<b>0.00186</b>	<b>0.00047308</b>
<b>Rata-Rata</b>		<b>140.20</b>	<b>2.142</b>	<b>0</b>	<b>0.004</b>	<b>0.00012</b>	<b>3.15E-05</b>

Nilai Rata-Rata = 2,142  
Simpangan Baku = 0,06

c. Pemilihan distribusi

Tabel 4 pemilihan distribusi

No	Distribusi	Syarat	Hasil	Keterangan	
1	Normal	Cs ≈ 0	0	0,87	Tidak Memenuhi
		Ck ≈ 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 <sup>3</sup> + 3Cv	0.119	0,709	Tidak Memenuhi
		Ck = Cv <sup>8</sup> + 6Cv <sup>6</sup> + 15Cv <sup>4</sup> + 16Cv <sup>2</sup> + 3	3.027	2,417	Tidak Memenuhi
4	Log Person Type III	Selain nilai diatas		Memenuhi	

d. Uji sebaran

distribusi yang terpilih adalah Log Person III karena syarat dari uji Smirnov Kolmogrov dan Uji Chi Square telah memenuhi

e. Analisis debit rencana metode rasional

Tabel 5 curah hujan rencana distribusi Log Person III

Periode ulang (Tahun)	log X̄	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

a. Koefisien limpasan diambil dari Tabel 2.11 Harga koefisien limpasan

b. Waktu konsentrasi (tc) dihitung dengan kemiringan saluran 0,0095 sebagai berikut :

$$Tc = 0,0195 L^{0,77} S^{-0,385} = 0,0195 \times 9000^{0,77} \times 0,0095^{-0,385} = 128,627 \text{ menit} = 2,143 \text{ jam}$$

c. Intensitas hujan dihitung menggunakan rumus sebagai berikut :

$$I = \frac{R24}{24} \left(\frac{24}{tc}\right)^{2/3} = \frac{R24}{24} \left(\frac{24}{2,143}\right)^{2/3} = \frac{171,360}{24} \left(\frac{24}{2,143}\right)^{2/3} = 7,14 \text{ mm (5,005 jam)} = 35,735 \text{ mm/jam} = 0,00000992 \text{ m/s}$$

d. Luas Sub DAS ciloseh 6763,273 hektar = 67,63 km<sup>2</sup> = 67630000 m<sup>2</sup>

$$Q = 0,278 C I A = 0,278 \times 0,75 \times 0,00000992 \times 67630000 = 139,880 \text{ m}^3/\text{s}$$

Analisis sedimen

a. Metode M.P.M

Tabel 6 data data hasil penelitian

Jenis data	Hulu	Tengah	Hilir
Debit (Q)	107,64 m <sup>3</sup> /s	107,64 m <sup>3</sup> /s	107,64 m <sup>3</sup> /s
Kecepatan rata-rata (V̄)	0,6238 m/s	0,5252 m/s	0,2591 m/s
Jari – jari hidrolis I	0,247 m	0,204 m	0,301 m
Keliling basah (P)	13,065 m	14,833 m	10,271 m
Kemiringan dasar saluran (I)	0,0095	0,0095	0,0095
Bj sedimen (γs)	2391,7 kg/m <sup>3</sup>	2853,9 kg/m <sup>3</sup>	2591,8 kg/m <sup>3</sup>
Bj air (γw)	1000 kg/m <sup>3</sup>	1000 kg/m <sup>3</sup>	1000 kg/m <sup>3</sup>
Δ = (γs – γw)/γw	1,3917	1,8539	1,591
Diameter butiran (D50)	0,000916 m	0,001203 m	0,0001546 m
Diameter butiran (D55)	0,0010116 m	0,0014086 m	0,0001956 m
Diameter butiran (D90)	0,0024096 m	0,003218 m	0,00375536 m

Analisis Angkutan sedimen dasar (bead load) pada bagian hulu sungai ciloseh

Menghitung friction factor angkutan

$$C = \frac{\bar{V}}{\sqrt{R \cdot I}} = \frac{0,6238}{\sqrt{0,247 \times 0,0095}} = 12,877$$

Menghitung friction factor intensifnya, yaitu :

$$C' = 18 \log \frac{12R}{D90} = 18 \log \frac{12 (0,247)}{0,0024096} = 55,618$$

dihitung ripple factor nya sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \mu &= \left(\frac{C}{C'}\right)^{3/2} &&= 18 \log \frac{12(0,204)}{0,001203} \\ &= \left(\frac{12,877}{55,618}\right)^{3/2} &&= 59,553 \\ &= 0,111 \end{aligned}$$

Menghitung nilai intensitas pengaliran efektif

$$\begin{aligned} \psi' &= \frac{\mu \cdot R \cdot I}{(\Delta \cdot D_{55})} \\ &= \frac{0,111 \times 0,247 \times 0,0095}{(1,3917 \times 0,0010116)} \\ &= 0,186 \end{aligned}$$

Menghitung intensitas angkutan sedimen ( $\phi$ ) yaitu :

$$\begin{aligned} \phi &= (4\psi' - 0,188)^{3/2} \\ &= (4(0,186) - 0,188)^{3/2} \\ &= 0,414 \end{aligned}$$

Jumlah sedimen yang terangkut permeter persatuan waktu dapat dihitung :

$$\begin{aligned} qb &= (\phi(g \cdot \Delta \cdot D_{55}^3)^{1/2}) \\ &= \\ (0,414(9,81 \times 1,3917 \times (0,0010116)^3)^{1/2}) \\ &= 4,921 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{dt} \end{aligned}$$

Menghitung jumlah angkutan sedimen dalam sehari yaitu :

$$\begin{aligned} Qb &= S \cdot 24 \cdot 3600 \\ &= 4,921 \times 10^{-5} \times 24 \times 3600 \\ &= 4,251 \text{ m}^3/\text{hari} = 4,251 \text{ kg}/\text{hari} \\ &= 0,004251 \text{ ton}/\text{hari} = 1,551 \text{ ton}/\text{tahun} \end{aligned}$$

**Analisis Angkutan sedimen dasar (bead load) pada bagian tengah sungai ciloseh**

Menghitung *friction factor* angkutan

$$\begin{aligned} C &= \frac{\bar{U}}{\sqrt{R \cdot I}} \\ C &= \frac{0,5252}{\sqrt{0,204 \times 0,0095}} \\ &= 12,049 \end{aligned}$$

Menghitung *friction factor* intensifnya, yaitu :

$$C' = 18 \log \frac{12R}{D90}$$

Dihitung ripple factor nya sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \mu &= \left(\frac{C}{C'}\right)^{3/2} \\ &= \left(\frac{12,049}{59,553}\right)^{3/2} \\ &= 0,091 \end{aligned}$$

Menghitung nilai intensitas pengaliran efektif yaitu :

$$\begin{aligned} \psi' &= \frac{\mu \cdot R \cdot I}{(\Delta \cdot D_{55})} \\ &= \frac{0,091 \times 0,204 \times 0,0095}{(1,8539 \times 0,001203)} \\ &= 0,079 \end{aligned}$$

Menghitung intensitas angkutan sedimen ( $\phi$ ) yaitu :

$$\begin{aligned} \phi &= (4\psi' - 0,188)^{3/2} \\ &= (4(0,186) - 0,188)^{3/2} \\ &= 0,046 \end{aligned}$$

Jumlah sedimen yang terangkut permeter persatuan waktu yaitu :

$$\begin{aligned} qb &= (\phi(g \cdot \Delta \cdot D_{55}^3)^{1/2}) \\ &= \\ (0,046(9,81 \times 1,8539 \times (0,0014086)^3)^{1/2}) \\ &= 1,038 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{dt} \end{aligned}$$

Menghitung jumlah angkutan sedimen dalam sehari yaitu :

$$\begin{aligned} Qb &= qb \cdot 24 \cdot 3600 = \\ 1,038 \times 10^{-5} \times 24 \times 3600 \\ &= 0,8968 \text{ m}^3/\text{hari} = 0,8968 \text{ kg}/\text{hari} \\ &= 0,0008968 \text{ ton}/\text{hari} \\ &= 0,327 \text{ ton}/\text{tahun} \end{aligned}$$

**Analisis Angkutan sedimen dasar (bead load) pada bagian hilir sungai ciloseh**

Menghitung *friction factor* angkutan

$$C = \frac{\bar{U}}{\sqrt{R \cdot I}}$$



$$C = \frac{0,2591}{\sqrt{0,301 \times 0,0095}}$$

$$= 4,846$$

Menghitung *friction factor* intensifnya, yaitu :

$$C' = 18 \log \frac{12R}{D90}$$

$$= 18 \log \frac{12 (0,301)}{0,00375536}$$

$$= 53,696$$

Dihitung ripple factor nya sebagai berikut :

$$\mu = \left(\frac{C}{C'}\right)^{3/2}$$

$$= \left(\frac{4,846}{53,696}\right)^{3/2}$$

$$= 0,027$$

Menghitung nilai intensitas pengaliran efektif yaitu :

$$\psi' = \frac{\mu \cdot R \cdot I}{(\Delta \cdot D_{55})}$$

$$= \frac{0,027 \times 0,301 \times 0,0095}{(1,591 \times 0,0001956)}$$

$$= 0,249$$

Menghitung intensitas angkutan sedimen ( $\phi$ ) yaitu :

$$\phi = (4\psi' - 0,188)^{3/2}$$

$$= (4(0,249) - 0,188)^{3/2}$$

$$= 0,727$$

Jumlah sedimen yang terangkut per meter persatuan waktu yaitu :

$$qb = \left(\phi (g \cdot \Delta \cdot D_{55}^3)^{1/2}\right)$$

$$= (0,727(9,81 \times 1,591 \times (0,0001956)^3)^{1/2})$$

$$= 7,857 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{dt}$$

Menghitung jumlah angkutan sedimen dalam sehari yaitu :

$$Qb = S \cdot 24 \cdot 3600$$

$$= 7,857 \times 10^{-6} \times 24 \times 3600$$

$$= 0,678 \text{ m}^3/\text{hari} = 0,678 \text{ kg}/\text{hari}$$

$$= 0,248 \text{ ton}/\text{tahun}$$

b. metode Englund-Hunsen

Tabel 7 data data hasil penelitian

Jenis data	Hulu	Tengah	Hilir
Debit (Q)	107,64 m <sup>3</sup> /s	107,64 m <sup>3</sup> /s	107,64 m <sup>3</sup> /s
Kecepatan rata-rata (V)	0,6238 m/s	0,5252 m/s	0,2591 m/s
Jari – jari hidrolis I	0,247 m	0,204 m	0,301 m
Keliling basah (P)	13,065 m	14,833 m	10,271 m
Kemiringan dasar saluran (I)	0,0095	0,0095	0,0095
Bj sedimen ( $\gamma_s$ )	2391,7 kg/m <sup>3</sup>	2853,9 kg/m <sup>3</sup>	2591,8 kg/m <sup>3</sup>
Bj air ( $\gamma_w$ )	1000 kg/m <sup>3</sup>	1000 kg/m <sup>3</sup>	1000 kg/m <sup>3</sup>
$\Delta = (\gamma_s - \gamma_w)/\gamma_w$	1,3917	1,8539	1,591
Diameter butiran (D90)	0,0024096 m	0,003218 m	0,00375536 m

Analisis angkutan sedimen dasar (bead load) pada bagian hulu sungai ciloseh

Sebelum menghitung angkutan sedimen maka perlu dihitung dulu nilai-nilai sebagai berikut :

Menghitung tegangan geser dasar dengan menggunakan persamaan berikut :

$$\tau_o = \gamma \times D \times I$$

$$= 1000 \times 0,312 \times 0,0095 = 2,964$$

Nilai diatas di substitusi ke persamaan Englund-hunsen sebagai berikut :

$$Qb = 0,05 \gamma_s V^2 x \left(\frac{d_{50}}{\frac{\gamma_s}{\gamma} - 1}\right)^{1/2} x \left(\frac{\tau_o}{(\gamma_s - \gamma)d_{50}}\right)^{3/2}$$

$$= 0,05 (2391,7)$$

$$(0,6238)^2 x \left(\frac{0,000916}{9,81 \frac{2391,7}{1000} - 1}\right)^{1/2} x \left(\frac{2,964}{(2391,7 - 1000)0,000916}\right)^{3/2}$$

$$= 0,05 \times 2391,7 \times 0,389 \times 0,00841 \times 3,545$$

$$= 1,386 \text{ kg/s}$$

Nilai muatan sedimen yang terjadi adalah sebagai berikut :

$$Qs = B \times qs$$

$$= 12,34 \times 1,386$$

$$= 17,103 \text{ kg/s}$$

Menghitung konsentrasi angkutan sedimen Sebelum Menghitung konsentrasi angkutan sedimen perlu dicari terlebih dahulu nilai-nilai berikut :

Debit air akibat beratnya adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} G_w &= \gamma \times b \times D \times V \\ &= 1000 \times 12,34 \times 0,312 \\ &\quad \times 0,6238 \\ &= 2401,67 \text{ kg/s} \end{aligned}$$

Sehingga konsentrasi angkutan sedimen dapat dihitung sebagai berikut :

$$\begin{aligned} C_t &= \frac{Q_s}{G_w} \times 10^6 \\ &= \frac{17,103}{2401,67} \times 100000 \\ &= 7121,294 \text{ ppm} \end{aligned}$$

Menghitung nilai angkutan sedimen total  
Angkutan sedimen total dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} Q_t &= \frac{Q \times C_t}{10^6} \gamma \\ &= \frac{139,880 \times \frac{7121,294}{1000000}}{1000000} 1000 \\ &= 0,000996 \text{ kg/s} = 86,054 \text{ m}^3/\text{hari} \\ &= 31,409 \text{ ton/tahun} \end{aligned}$$

**Analisis Angkutan sedimen dasar (bead load) pada bagian tengah sungai ciloseh**

Sebelum menghitung angkutan sedimen maka perlu dihitung dulu nilai-nilai sebagai berikut :  
Menghitung tegangan geser dasar dengan menggunakan persamaan berikut :

$$\begin{aligned} \tau_o &= \gamma \times D \times I \\ &= 1000 \times 0,222 \times 0,0095 \\ &= 2,109 \end{aligned}$$

Nilai diatas di substitusi ke persamaan Englund-hunsen sebagai berikut :

$$\begin{aligned} Q_b &= 0,05 \gamma_s V^2 \times \left( \frac{d50}{g \frac{\gamma_s}{\gamma} - 1} \right)^{\frac{1}{2}} \times \left( \frac{\tau_o}{(\gamma_s - \gamma) d50} \right)^{\frac{3}{2}} \\ &= 0,05 (2391,7) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &(0,5252)^2 \times \left( \frac{0,001203}{9,81 \frac{2853,9}{1000} - 1} \right)^{\frac{1}{2}} \times \left( \frac{2,109}{(2853,9 - 1000)0,001203} \right)^{\frac{3}{2}} \\ &= 0,05 \times 2853,9 \times 0,275 \times 0,0081 \times 0,919 \\ &= 0,292 \text{ kg/s} \end{aligned}$$

Nilai muatan sedimen yang terjadi adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} Q_s &= B \times q_s \\ &= 14,136 \times 0,292 \\ &= 4,127 \text{ kg/s} \end{aligned}$$

Menghitung konsentrasi angkutan sedimen  
Sebelum Menghitung konsentrasi angkutan sedimen perlu dicari terlebih dahulu nilai-nilai berikut :

Debit air akibat beratnya adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} G_w &= \gamma \times b \times D \times V \\ &= 1000 \times 14,136 \times 0,222 \times 0,5252 \\ &= 1648,178 \text{ kg/s} \end{aligned}$$

Sehingga konsentrasi angkutan sedimen dapat dihitung sebagai berikut :

$$\begin{aligned} C_t &= \frac{Q_s}{G_w} \times 10^6 \\ &= \frac{4,127}{1648,178} \times 100000 \\ &= 2503,977 \text{ ppm} \end{aligned}$$

Menghitung nilai angkutan sedimen total  
Angkutan sedimen total dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} Q_t &= \frac{Q \times C_t}{10^6} \gamma \\ &= \frac{139,880 \times \frac{2503,977}{1000000}}{1000000} 1000 \\ &= 0,000350 \text{ kg/s} = 30,24 \text{ m}^3/\text{hari} \\ &= 11,037 \text{ ton/tahun} \end{aligned}$$

**Analisis Angkutan sedimen dasar (bead load) pada bagian hilir sungai ciloseh**

Sebelum menghitung angkutan sedimen maka perlu dihitung dulu nilai-nilai sebagai berikut :  
Menghitung tegangan geser dasar dengan menggunakan persamaan berikut :

$$\begin{aligned} \tau_o &= \gamma \times D \times I \\ &= 1000 \times 0,801 \times 0,0095 \\ &= 7,6095 \end{aligned}$$

Nilai diatas di substitusi ke persamaan Englund-hunsen sebagai berikut :

$$\begin{aligned} Q_b &= 0,05 \gamma_s V^2 \times \left( \frac{d50}{g \frac{\gamma_s}{\gamma} - 1} \right)^{\frac{1}{2}} \times \left( \frac{\tau_o}{(\gamma_s - \gamma) d50} \right)^{\frac{3}{2}} \\ &= 0,05 (2591,8) (0,2591)^2 \times \left( \frac{0,00073}{9,81 \frac{2591,8}{1000} - 1} \right)^{\frac{1}{2}} \\ &\quad \times \left( \frac{7,6095}{(2591,8 - 1000)0,00073} \right)^{\frac{3}{2}} \end{aligned}$$

$$= 0,05 \times 2591,8 \times 0,067 \times 0,0068 \times 16,757$$

$$= 0,989 \text{ kg/s}$$

Nilai muatan sedimen yang terjadi adalah sebagai berikut :

$$Q_s = b \times q_s$$

$$= 9,2 \times 0,989$$

$$= 9,098 \text{ kg/s}$$

Menghitung konsentrasi angkutan sedimen

Sebelum Menghitung konsentrasi angkutan sedimen perlu dicari terlebih dahulu nilai-nilai berikut :

Debit air akibat beratnya adalah sebagai berikut :

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

$$= 1000 \times 9,2 \times 0,801 \times 0,2591$$

$$= 1909,359 \text{ kg/s}$$

Sehingga konsentrasi angkutan sedimen dapat dihitung sebagai berikut :

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

$$= \frac{9,098}{1909,359} \times 100000$$

$$= 4764,949 \text{ ppm}$$

Menghitung nilai angkutan sedimen total

Angkutan sedimen total dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

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

$$= \frac{139,880 \times \frac{2503,977}{1000000}}{1000000} \times 1000$$

$$= 0,000350 \text{ kg/s} = 30,24 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$= 11,037 \text{ ton/tahun}$$

**Permodelan hec-ras**

Permodelan sedimentasi menggunakan aplikasi HEC-RAS untuk memodelkan keadaan dasar Sungai berupa agradasi dan degradasi serta untuk memodelkan penyebaran sedimentasi dari hulu sampai hilir Sungai. permodelan ini digambarkan dengan objek seperti, geometri Sungai, quasy unsteady flow sedimen, dan sedimen data dengan inputan data-data dari hasil dari lapangan. berikut Langkah-langkah input data pada program hec-ras.

a. geometri data

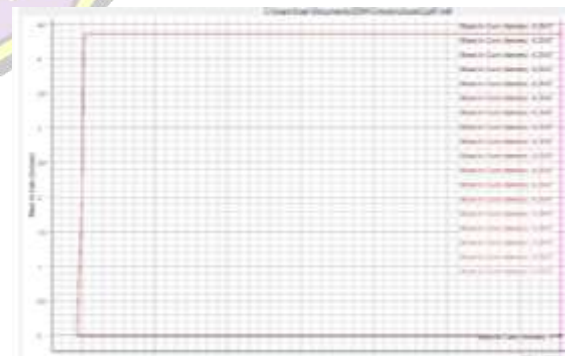


Gambar 3 Geometri Sungai

b. quasy unsteady flow

Pilih *Quasy Unsteady Flow* Sedimen pada menu edit. Akan keluar tampilan seperti pada gambar 4.17. Data debit yang digunakan adalah debit banjir rencana yang didapat dari hasil analisis hidrologi pada perhitungan sebelumnya. Hasil perhitungan yang dimasukkan ialah Q total pada setiap kala ulang tahun. Dan selanjutnya kita memilih *boundary condition type "flow series"* pada bagian hulu penampang dan *"normal depth"* pada bagian hilir penampang Sungai.

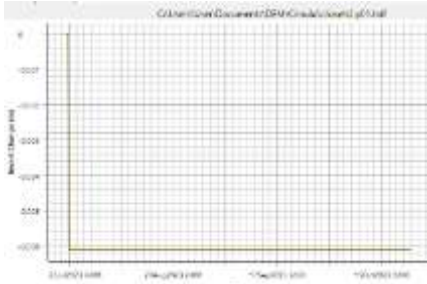
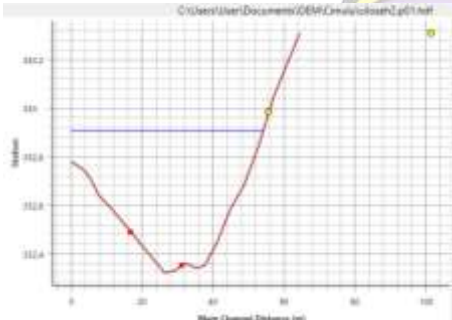
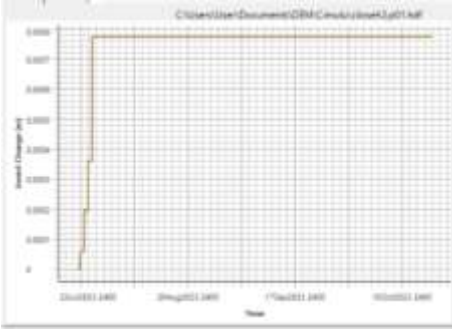
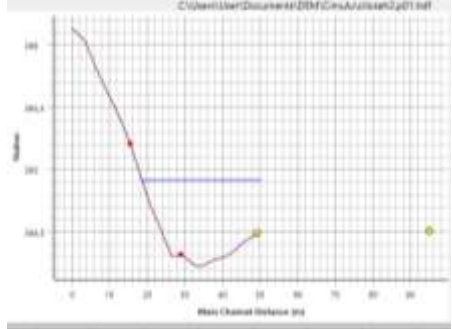
c. Running

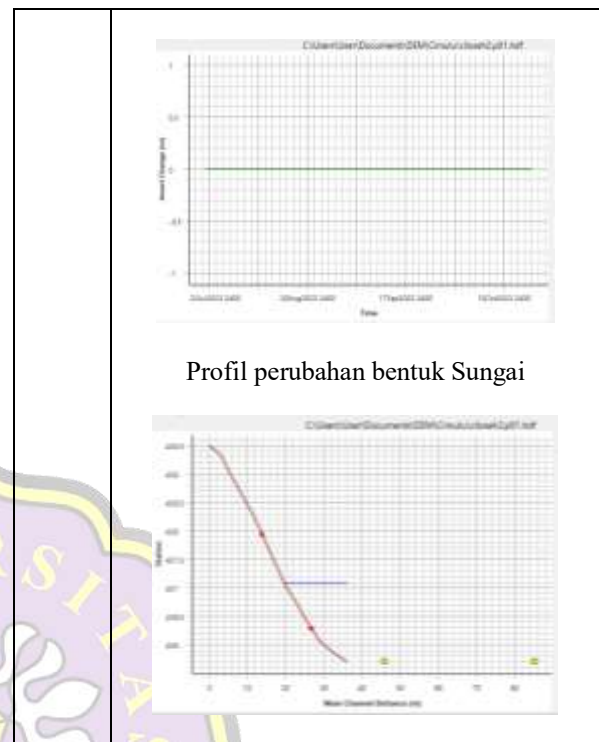


Gambar 4 Mass In Cum

hasil yang terlihat pada gambar diatas hanya dapat dilihat penyebaran angkutan sedimen yang terbawa pada masing-masing STA

d. Perubahan bentuk sungai

STA	GAMBAR
0+000	<p data-bbox="395 331 743 362">Kurva perubahan bentuk sungai</p>  <p data-bbox="395 707 743 739">Profil perubahan bentuk Sungai</p> 
4+500	<p data-bbox="395 1124 743 1155">Kurva perubahan bentuk sungai</p>  <p data-bbox="395 1545 743 1576">Profil perubahan bentuk Sungai</p> 
9+000	<p data-bbox="395 1971 743 2002">Kurva perubahan bentuk sungai</p>



Hasil yang terlihat pada gambar diatas menunjukkan aggradasi dan degradasi yang terjadi pada masing-masing STA. Perubahan bentuk Sungai pada aplikasi HEC-RAS dapat terlihat bahwa pada Sungai ciloseh terjadi degradasi di hulu sebesar 0,0061 m dan aggradasi pada STA 1+000 , 2 + 000, 3+500, 4+500, 6+000, 7+500, dan 8+500 dengan aggradasi terbesar terjadi pada STA 7+500 dalam artian bahwa pada Sungai ciloseh terjadi penurunan elevasi pada bagian hulu dan penambahan elevasi tersebar dari hulu sampai hilir dengan penambahan elevasi tertinggi terjadi pada sta 7+500.

**Pembahasan**

Berdasarkan hasil analisis angkutan sedimen (*bedload*) pada sungai ciloseh dengan menggunakan metode mpm diperoleh hasil angkutan sedimen di daerah hulu ciloseh sebesar 4,251 m<sup>3</sup>/hari atau 1,551 ton/tahun , daerah tengah sebanyak 0,8968 m<sup>3</sup>/hari atau 0,322 ton/tahun dan dibagian hilir sebanyak 0,678 m<sup>3</sup>/hari atau 0,248 ton/tahun kemudian penggunaan metode Englund-hunsen didapat hasil angkutan sedimen di daerah hulu ciloseh sebesar 86,054 m<sup>3</sup>/hari atau 31,409 ton/tahun daerah tengah sebesar 30,037 m<sup>3</sup>/hari atau 11,037 ton/tahun dan di daerah hilir sebesar



30,037 m<sup>3</sup>/hari atau 11,037 ton/tahun Adapun rekapitulasi hasil angkutan sedimen dapat dilihat pada tabel berikut :

Metode	Angkutan Sedimen (m <sup>3</sup> /Hari)			Angkutan Sedimen (m <sup>3</sup> /Tahun)			Angkutan Sedimen (Ton/Tahun)		
	Hulu	Tengah	Hilir	Hulu	Tengah	Hilir	Hulu	Tengah	Hilir
M.P.M	4,231	0,898	0,871	1511,6	327,3	314	1,331	0,327	0,348
Rata-Rata	1,941			708,98			8,708		
Englund-Hunsen	46,059	43,017	43,017	11409	15985	15985	11,409	11,917	11,917
Rata-Rata	46			17027			17,027		

Dari hasil kedua metode diatas maka presentase perbedaan hasil mencapai 95 % yaitu sebesar 46,059 m<sup>3</sup>/hari dan 17,119 ton/tahun. Kemudian setelah di dapatkan hasil perhitungan sedimen dengan metode M.P.M dan Englund-Hunsen. Dilakukan permodelan hecras dengan menggunakan metode Englund-hunsen karena hasil perhitunganny terlihat lebih rasional sehingga hasil dari permodelan pada aplikasi hec-ras adalah sebagai berikut :

	Besarnya angkutan sedimen (m <sup>3</sup> /hari)			Bentuk perubahan dasar sungai		
	Hulu	Tengah	Hilir	Hulu	Tengah	Hilir
Permodelan Hec-ras metode Englund-Hunsen	43,547	43,547	43,547	Degradasi Pada Sta 0+000 sebesar 0,0061 m	Tertinggi Pada Sta 3+500 sebesar 0,0013 m	Tertinggi Pada Sta 7+500 sebesar 0,0016 m
Rata-Rata	43,547			-		

Dari permodelan hec-ras pada sungai ciloseh dengan menggunakan metode Englund-hunsen besar angkutan sedimen pada bagian hulu sebesar 43,457 m<sup>3</sup>/hari Pada bagian tengah sebesar 43,457 m<sup>3</sup>/hari dan pada bagian hilir sebesar 43,457 m<sup>3</sup>/hari dengan hasil sedimen dari hulu ke hilir sebesar 43,457 m<sup>3</sup>/hari.

Pada tabel diatas didapat profil memanjang sungai menunjukkan bentuk perubahan dasar sungai. Untuk perubahan bentuk sungai ciloseh dengan menggunakan metode Englund-Hunsen dapat dilihat dimana *relative* terjadinya erosi karena besarnya debit aliran serta sedimen yang terangkut dari hulu ke hilir. Degradasi terjadi pada bagian hulu sebesar 0.0016 sedangkan aggradasi terjadi pada bagian hulu, Tengah dan hilir tepatnya pada STA 1+500 sebesar 0.001 m, STA 2+500 sebesar 0.008 m, STA 3+500 sebesar 0.0016 m, STA 4+500 sebesar 0.008 m, STA 6+000 sebesar 0.0014 m, STA 7+500 sebesar 0.0016 m dan STA 8+500 sebesar 0.001 m.

#### IV. SIMPULAN

##### Simpulan

Berdasarkan hasil analisis, diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Angkutan sedimen (bedload), dengan menggunakan metode M.P.M untuk daerah Hulu sampai ke hilir didapat jumlah rata-rata sebesar 1,941 m<sup>3</sup>/hari. Kemudian penggunaan metode Englund-hunsen didapat hasil angkutan sedimen di daerah hulu sampai ke hilir didapat jumlah rata-rata sebesar 48 m<sup>3</sup>/hari. Perbandingan antara kedua metode tersebut adalah sebesar 46,059 m<sup>3</sup>/hari. Metode yang paling tepat digunakan adalah metode Englund-Hunsen karena hasilnya lebih rasional.
2. Hasil dari permodelan hec-ras pada sungai ciloseh dengan menggunakan metode Englund-hunsen besar angkutan sedimen dari hulu ke hilir sebesar 43,547 m<sup>3</sup>/hari. Aggradasi tertinggi di bagian hilir pada Sta 7+500 dengan penambahan elevasi pada Sta tersebut sebesar sebesar 0.0016 m. sedangkan penurunan elevasi (degradasi) terjadi pada sta 0+000 sebesar 0.0061 m.

#### DAFTAR PUSTAKA

Asdak, C. (2014). *Hidrologi Dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.

Ir.J.Wahyu Sumarno, .. (N.D.). Modul Sistem Drainase. Ciamis: Teknik Sipil Universitas Galuh.

Maryono, A. (2002). *Eko Hidraulik Pembagunan Sungai*. Yogyakarta: Program Magister Sistem Teknik Fakultas Teknik Universitas Gajah Mada.

Prof. Dr. Azmeri, S. M. ( 2020). *Erosi, Sedimentasi Dan Pengeloaannya*. Banda Aceh: Syiah Kuala University Press.

Prof. Dr. Azmeri, S. M. ( 2020). *Erosi, Sedimentasi Dan Pengeloaannya*. Banda Aceh: Syiah Kuala University Press.

Sumarno, W., Defiana, Y., & Pratiwi, F. (2022, November). Evaluasi Skala Prioritas Kinerja Jaringan Drainase. In *Seminar Teknologi Majalengka (STIMA)* (Vol. 6, Pp. 103-107).

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.

Suripin. (2003). *Sistem Drainase Perkotaan Yang Berkelanjutan*. Yogyakarta: Cv Andi Offset.

Utami, R. (2020). Analisis Angkutan Sedimen Pada Sungai Renggang Dan Saluran Primer Bendung Katon Dengan Metode M.P.M Dan Einstein. Mataram: Universitas Mataram.

