

KAJIAN SEDIMENTASI DI SUNGAI SAMPEAN BONDOWOSO MENGUNAKAN PROGRAM *HEC-RAS* VERSI 4.1

Khafid Iswahyudi¹, Noor Salim², Taufan Abadi³

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember^{1,2,3}
Jl. Karimata 49, Jember 68121, Indonesia
email : khafidiswahyudi@gmail.com

Abstract

*Sedimentation of the river that is the process of deposition of the material – material that terangkut the flow of river water and can lead to the occurrence of river delta, while sedimentary rock is formed because the process of weathering, erosion, transportation, and deposition (magnification) which occurred in a region of the flow of the river. River Delta which occurs due to the sedimentation process can reduce the amount of water carried by the discharge, so that downstream irrigation needs could not be met due to its full potential is hindered by the buildup of the delta. Characteristics of sedimentation in the lower reaches happened slowly and take place continuously as long as the supply of high sediment loads carried. Predictions of sedimentation that occurs on the river is carried out by taking into account the huge rate of sedimentation based on analytic calculation method, but to ease in portraying the sedimentation that occurs on the river sampean lambreto added Bondowoso done a method of modeling using *HEC-RAS* application program. *HEC-RAS* program itself is one of the sediment transport analysis modeling program on the channel as well as the river.*

Keywords: *Analytic Calculation, Sedimentation, HEC-RAS Application Program, River.*

Abstrak

Sedimentasi sungai yaitu proses pengendapan suatu material – material yang terangkut aliran air sungai dan dapat mengakibatkan terjadinya delta sungai, sedangkan sedimen merupakan batuan yang terbentuk karena proses pelapukan, erosi, transportasi, dan deposisi (pengerasan) yang terjadi pada suatu wilayah aliran sungai. Delta sungai yang terjadi karena proses sedimentasi tersebut dapat mengurangi jumlah debit air yang terbawa, sehingga kebutuhan irigasi di daerah hilir tidak bisa terpenuhi secara maksimal karena terhalang oleh penumpukan delta. Karakteristik sedimentasi di hilir terjadi perlahan dan berlangsung menerus selama suplai muatan sedimen yang tinggi terus berlangsung. Prediksi sedimentasi yang terjadi pada sungai dilakukan dengan memperhitungkan besar laju sedimentasi berdasarkan metode perhitungan analitik, namun untuk mempermudah dalam menggambarkan sedimentasi yang terjadi pada sungai sampean Bondowoso dilakukan metode pemodelan menggunakan program aplikasi *HEC-RAS*. Program *HEC-RAS* sendiri merupakan salah satu program pemodelan analisis angkutan sedimen pada saluran maupun sungai.

Kata kunci: Perhitungan Analitik, Sedimentasi, Program Aplikasi *HEC-RAS*, Sungai.

PENDAHULUAN

1. Latar Belakang

Sedimen adalah pecahan pecahan material umumnya terdiri atas uraian batu-batuan secara fisis dan secara kimia. Partikel seperti ini mempunyai ukuran dari yang besar (boulder) sampai yang sangat halus (koloid), dan beragam bentuk dari bulat, lonjong sampai persegi. Hasil sedimen biasanya di peroleh dari pengukuran sedimen terlarut dalam sungai (suspended

sediment), dengan kata lain bahwa sedimen merupakan pecahan, mineral atau material organik yang di transforkan dari berbagai sumber dan diendapkan oleh media udara, angin, es atau oleh air dan juga termasuk di dalamnya material yang diendapkan dari material yang melayang dalam air atau dalam bentuk larutan kimia (Asdak, 2007).

Teknologi pemodelan dapat mengkaji pola penyebaran sedimen, pendugaan sumber

sedimentasi dan dampak yang dihasilkannya baik fisik, kimia maupun biologi. Pola penyebaran sedimen di sepanjang saluran dapat dengan mudah diketahui secara kuantitatif dari waktu ke waktu melalui simulasi model sedimen. Hasil survei sebaran sedimen dapat ditelaah dugaan sumber-sumber potensial sedimen dengan pemodelan menggunakan skenario kondisi awal. Proses fisis, kimia dan biologi dari dampak sedimentasi di saluran dapat diketahui dengan menggunakan skenario-skenario tertentu. Modul model yang digunakan adalah modul Hidrodinamika dan Aliran Sungai untuk mensimulasikan pola sirkulasi arus di muara sungai dan pola aliran sungai dan modul Model Ekosistem digunakan untuk mensimulasikan interaksi antara proses fisis, kimia dan biologi dari dampak sedimentasi terhadap lingkungan.

2. Identifikasi Masalah

Sedimen di saluran dapat menimbulkan masalah bagi bangunan diantaranya adalah bangunan irigasi, jembatan, dan pengendali sungai (sofia:1990). Dampak dari sedimentasi yaitu dapat mengurangi kapasitas yang membedakan ialah pada penerapan cara kerja yang lebih mengarah pada analisis sedimentasi, pengaruh sedimen di sepanjang saluran untuk setiap titiknyanya. Atas dasar uraian diatas. Kajian di sungai sampean Bondowoso menggunakan program HEC-RAS dilakukan guna penanganan sedimentasi saluran yang ada di wilayah sungai sampean dan semoga bisa diterapkan hasilnya untuk waktu mendatang.

3. Rumusan Masalah

Dari penjelasan di atas, didapat rumusan masalah sebagai berikut:

1. Berapakah jumlah sedimentasi yang terjadi di sungai sampean Bondowoso?
2. Bagaimana bentuk penampang satu dimensi dari sedimentasi yang terjadi pada sungai sampean Bondowoso?
3. Alternatif apa yang harus dilakukan untuk menanggulangi terjadinya pengendalian sedimentasi di sungai sampean Bondowoso?

4. Batasan Masalah

Dalam perencanaan kajian sedimentasi di sungai sampean Bondowoso menggunakan program HEC-RAS, akan dibatasi masalah dalam hal berikut

1. Meninjau sungai sampean Bondowoso sepanjang 5.6 km.
2. Analisa sedimentasi dilakukan menggunakan perhitungan analitik
3. Program HEC-RAS yang digunakan yaitu versi 4.10

5. Tinjauan Pustaka

Sedimentasi Sungai

Sedimentasi merupakan proses pengendapan suatu material – material yang terangkut aliran air sungai dan dapat mengakibatkan terjadinya delta sungai, sedangkan sedimen merupakan batuan yang terbentuk karena proses pelapukan, erosi, transportasi, dan deposisi (pengerasan) yang terjadi pada suatu wilayah aliran sungai. Delta sungai yang terjadi karena proses sedimentasi tersebut dapat mengurangi jumlah debit air yang terbawa, sehingga kebutuhan irigasi di daerah hilir tidak bisa terpenuhi secara maksimal karena terhalang oleh penumpukan delta. Karakteristik sedimentasi di hilir terjadi perlahan dan berlangsung menerus selama suplai muatan sedimen yang tinggi terus berlangsung.

Penentuan Debit Saluran

Debit saluran adalah volume air yang mengalir per satuan waktu. Data debit merupakan data yang sangat penting sekali perannya, karena merupakan variabel utama untuk menentukan sebuah saluran. Adapun penentuan pemilihan debit dapat dilakukan dengan mengetahui perbandingan luas penampang melintang saluran dengan durasi waktu. Persamaan tersebut bisa dilihat dari rumus debit berikut ini.

Persamaan dasar untuk menentukan debit sungai:

Rumus:

$$Q = V/T \quad (1)$$

Dimana:

$$Q = \text{Debit sungai } m^3/dt$$

$$V = \text{Volume } (m^3)$$

$$T = \text{Waktu } (m^2)$$

Perhitungan Kecepatan pada Saluran Terbuka:

Untuk perhitungan kecepatan pada saluran terbuka dapat menggunakan rumus *manning*. Parameter yang dijadikan acuan antara lain adalah jari – jari hidrolis, kemiringan dasar saluran dan koefisien *manning* yang dapat dilihat dari tabel 2.1 berikut ini. Untuk persamaanya bisa dilihat dari rumus 2.2 berikut ini,

Rumus:

$$\text{MANNING } V = \frac{1}{n} R^{2/3} \cdot I^{1/2} \quad (2)$$

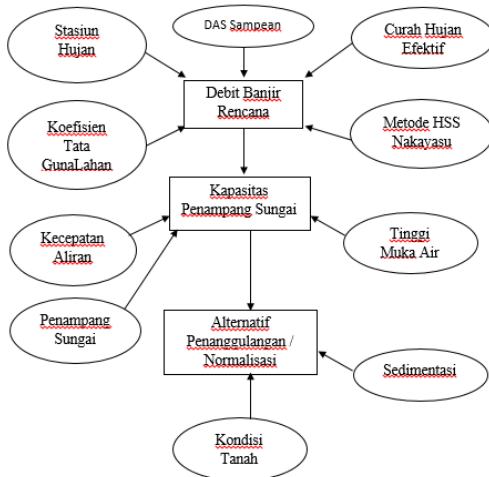
Dimana:

- V = kecepatan aliran (m/s)
- R = jari-jari hidrolis (m)
- i = kemiringan dasar saluran
- n = koefisien manning

6. Kerangka Konsep Penelitian Dan Hipotesis

Kerangka Konsep Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah dan tujuan penelitian yang telah dijelaskan diatas, maka didapat konsep penelitian sebagai berikut :



Gambar 1. Kerangka Konsep Penelitian

Hipotesis

Berdasarkan rumusan masalah, tujuan penelitian serta kerangka konsep penelitian yang telah dijelaskan diatas, maka dapat di kemukakan hipotesis sebagai berikut:

1. Jumlah sedimentasi yang terjadi di sungai sampean Bondowoso.
2. Bentuk penampang satu dimensi dari sedimentasi yang terjadi pada sungai sampean Bondowoso.

3. Solusi penanggulangan lebih efektif dengan cara normalisasi sedimentasi.

Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian di sungai sampean di Kabupaten Bondowoso.

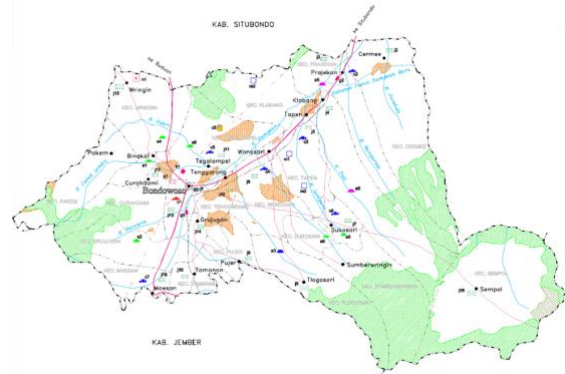


Gambar 2. Lokasi Penelitian

METODE PENELITIAN

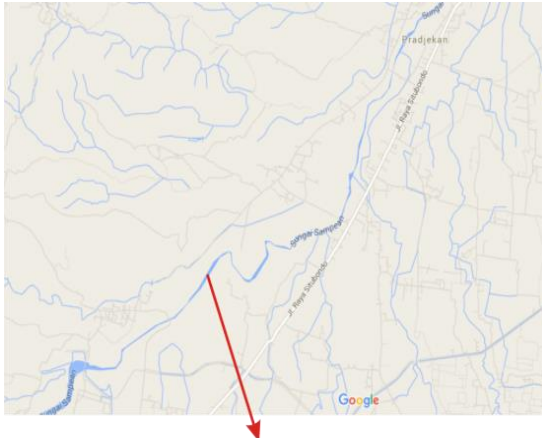
1. Lokasi Studi

Bondowoso adalah sebuah kota yang berada di Provinsi Jawa Timur yang dilewati oleh aliran sungai. Sungai induk yang melewati Bondowoso adalah sungai sampean. Daerah rawan banjir mencakup 33,33% wilayah Kabupaten Bondowoso, khususnya kawasan-kawasan yang berada di sepanjang aliran sungai sampean. Sungai ini berada pada koordinat 8°03'20.62" S 113°44'43.41 E sampai dengan koordinat 7°46'41.70" S 113°59'29.39 E. Berikut peta aliran sungai sampean.



Gambar 3 Peta Aliran Sungai Sampean
Sumber: Dinas Pengairan Bondowoso

Lokasi yang diteliti adalah sungai sampean Bondowoso seperti yang terlihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Lokasi Sungai Sampean
Sumber: Google Map

2. Langkah-langkah Penelitian

Dalam melakukan kajian sedimentasi di sungai sampean ini, ada beberapa langkah-langkah yang harus dilakukan antara lain.

Pengumpulan Data

Data primer merupakan data yang didapat berdasarkan pengamatan lapangan. Data primer yang didapat merupakan data hasil observasi dan data pengamatan yang dilakukan di lokasi penelitian. Data yang diambil antara lain,

1. Pengambilan sedimen

Pengambilan sedimen dilakukan dengan menggunakan metode *Equal Widht Increment* (EWI) yaitu metode dengan cara membagi lebar penampang sungai menjadi beberapa bagian yang sama tergantung dari jumlah sampel yang akan di ambil. Vertical pengambilan sampel terletak pada tengah – tengah dari bagian penampang tempat pengambilan sampel.

2. Data sedimentasi saluran dengan menggunakan uji analisa saringan.

Pelaksanaan uji analisis saringan dilakukan di laboratorium mekanika tanah Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jember. Alat yang digunakan dalam uji analisis saringan adalah sebagai berikut ;

- a. Oven yang dilengkapi dengan pengatur suhu untuk memanasi 110° C
- b. Satu set saringan dengan beberapa diameter ukuran

- c. Timbangan dengan ketelitian 0,2% dari berat benda uji
- d. Mesin pengguncang saringan
Adapun tahapan dalam analisis saringan adalah sebagai berikut :
 - a. Benda uji dikeringkan dengan oven pada suhu 110° C
 - b. Saringan disusun dengan ukuran diameter yang besar diatas
 - c. Sampel benda uji dimasukkan ke dalam saringan dan diayak selama 15 menit.

Setelah dilakukan uji analisis saringan, maka ditampilkan dalam tabel 3.1 dengan rincian sebagai berikut:

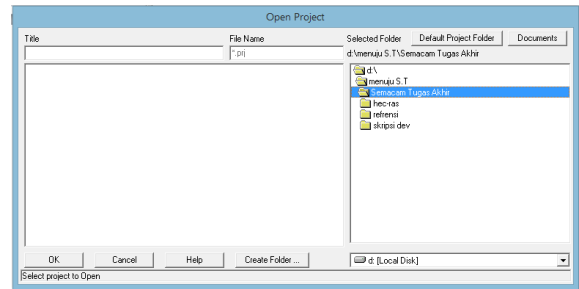
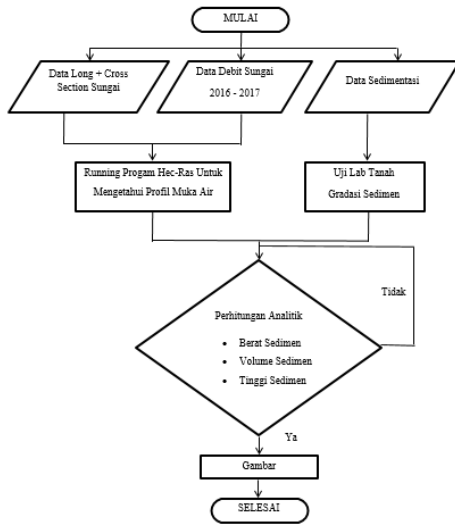
- a. Jumlah berat tertahan untuk masing – masing ukuran saringan
- b. Jumlah prosentase berat benda uji tertahan terhadap berat total secara komulatif
- c. Jumlah prosentase berat benda uji yang melalui masing – masing saringan
- d. Grafik anlisis saringan berdasarkan diameter butiran dan komulatif prosentase lolos saringan

Tabel 1. Tabel ukuran ayakan/saringan dalam perhitungan analisa saringan

NO	<u>Nomer ayakan</u>	<u>Diameter lubang (mm)</u>
1	¾	19,5
2	¾	9,5
3	4	4,76
4	10	2
5	20	0,85
6	40	0,3681
7	60	0,25
8	100	0,15
9	140	0,10
10	200	0,075
11	Pan	

Sumber: (ASTM C-136-46)

3. Flowchart Pelaksanaan Penelitian



Gambar 5. Tampilan Program Aplikasi HEC – RAS

Gambar 6. Tampilan Input *New Project*

1. Pilih *Options* → *Unit System*. Pilih sistem internasional untuk membuat data dalam satuan SI (Standart Indonesia).

HASIL DAN PEMBAHASAN

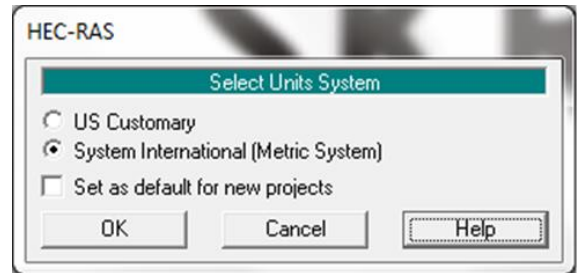
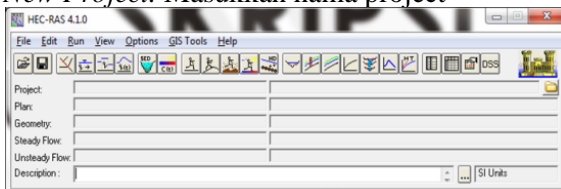
1. Kondisi Saluran Sungai Sampean Bondowoso

Sungai Sampean merupakan sungai yang melewati kota Bondowoso. Sungai tersebut berada dibawah pengawasan UPT. PSDA Bondowoso. Panjang sungai sampean dari hulu sampai muara ± 67 Km. Pada pembahasan kali ini, penulis akan menganalisa kapasitas penampang sungai dari titik DAM Sampean Baru hingga DAM Sampean Lama yang berada di wilayah Situbondo. Karena pada sepanjang jalur tersebut merupakan daerah rawan banjir. Jarak antara DAM Sampean baru ke DAM Sampean lama sekitar 5.6 Km.

2. Running Program Hec-Ras

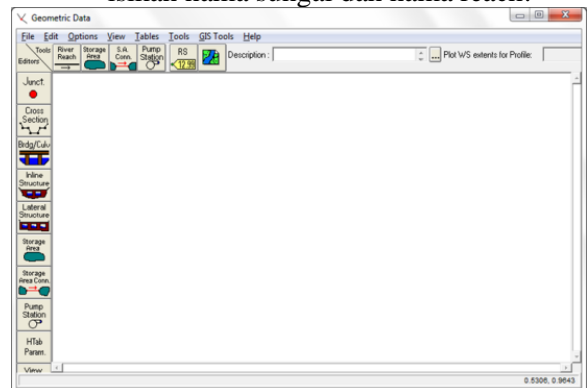
Input Data

Buka aplikasi program Hec-Ras. Pilih *File New Project*. Masukkan nama project

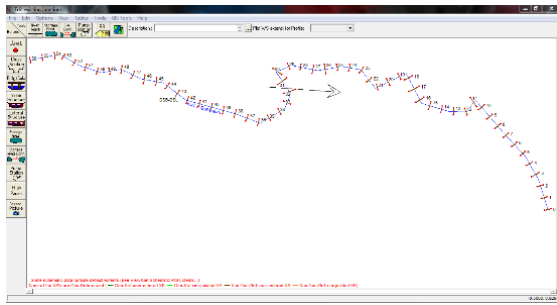


Gambar 7. Tampilan *Unit System*

2. Kemudian pilih *Edit / Enter Geometric Data*. Kemudian gambar sketsa sungai yang di tinjau dengan cara Klik tombol *River Reach*. Pada layar yang muncul, isikan nama sungai dan nama reach.



Gambar 8. Tampilan *Geometric Data*



Gambar 9. Skema Alur Sungai Sampean

3. Perhitungan Analitik Sedimentasi

Angkutan sedimen total pada tugas akhir ini dihitung menggunakan persamaan Laursen, rumus ini dipilih karena data dari variabel yang dibutuhkan tersedia dan ukuran diameter sedimen sesuai dengan persamaan ini dimana untuk ukuran partikel jenis pasir hingga lanau. Konsentrasi sedimen dengan metode Laursen dihitung dengan persamaan berikut:

$$C_t = 0,01\gamma \left(\frac{d_{50}}{D}\right)^{7/6} \left(\frac{\tau'}{\tau_{ci}}\right) f \left(\frac{U_*}{\omega_l}\right)$$

Dengan :

C_t = jumlah sedimen (kg/m³)

γ = berat jenis air (kg/m³)

d_{50} = ukuran partikel sedimen berpresentase 50% (mm)

D = kedalaman rata-rata (m)

τ' = tegangan geser (N/m²)

τ_{ci} = tegangan geser kritis (N/m²)

U_* = kecepatan geser (m/detik)

ω_l = kecepatan jatuh partikel sedimen ukuran I (m/detik)

Tabel 2. Data Saluran di Setiap STA

STA	year	d_{50}	D	τ^*	$f \frac{U_*}{\omega_l}$	w_l	m	S	b	h	$g(m/s^2)$	V(m/dt)	γ_s
	lb/ft3	ft	ft				ft	ft	ft	ft	ft/dt2	ft/min	lb
STA 1	62.428	0.0098	39.99	0.035	1118	0.886	16.4	2.69	148.98	41.01	32.18	94.48	1.069
STA 2	62.428	0.0082	39.99	0.035	1104	0.886	16.4	2.62	159.44	39.37	32.18	94.48	1.062
STA 3	62.428	0.0091	39.99	0.035	1018	0.886	16.4	2.23	276.93	40.68	32.18	94.48	1.062
STA 4	62.428	0.0104	39.99	0.035	972	0.886	16.4	2.03	193.57	41.33	32.18	94.48	1.069
STA 5	62.428	0.0098	39.99	0.035	948	0.886	16.4	1.93	121.29	41.99	32.18	94.48	1.069
STA 6	62.428	0.0167	39.99	0.035	828	0.886	16.4	1.47	157.48	41.66	32.18	94.48	1.078

Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel 3. Perhitungan Ketebalan Sedimen

STA	Jumlah Sedimen	I Rata-rata C_t	Luas Penampang	Luas Rata-rata	Jarak	Berat Sedimen	V Sedimen	H Sedimen
	(kg/m3)	(kg/m3)	(m2)	(m2)	(m)	Berat sedimen per luas penampang * jarak	$V = \frac{\text{berat sedimen}}{\text{berat jenis}}$	$h = \sqrt{\frac{V}{b \cdot m}}$
	(kg)	(kg)	(m2)	(m2)	(m)	(kg)	(m3)	(m)
1	9.777	6.7855	45.41	47.005	1000	318952.43	318.95	227.82
2	3.794	4.913	48.6	66.505	1000	326739.07	326.74	233.39
3	6.032	7.8215	84.41	71.705	1000	560840.66	560.84	400.60
4	9.611	8.327	59	47.985	1000	399571.10	399.57	285.41
5	7.043	7.4445	36.97	42.485	1000	316279.58	316.28	225.91
6	7.846	48						

Sumber: Hasil Perhitungan

Dari tabel diatas, terdapat jumlah sedimen STA 1 = 9.777 kg/m³, STA 2 = 3.794 kg/m³, STA 3 = 6.032 kg/m³, STA 4 = 9.611 kg/m³, STA 5 = 7.043 kg/m³, STA 6 = 7.846 kg/m³ dengan rata-rata STA 1-STA 2 = 6.7855 kg/m³, STA 2-STA 3 = 4.913 kg/m³, STA 3-STA 4 = 7.8215 kg/m³, STA 4-STA 5 = 8.327 kg/m³, STA 5-STA 6 = 7.4445 kg/m³ dan luas penampang STA 1 = 45.41 m², STA 2 = 48.6 m², STA 3 = 84.41 m², STA 4 = 59 m², STA 5 = 36.97 m², STA 6 = 48 m² dengan rata-rata STA 1-STA 2 = 47.005 m², STA 2-STA 3 = 66.505 m², STA 3-STA 4 = 71.705 m², STA 4-STA 5 = 47.985 m², STA 5-STA 6 = 42.485 m² dan jarak tiap STA 1000 m. Dari data tersebut maka akan mengetahui hasil berat sedimen, volume sedimen dan tinggi sedimen tiap STA seperti pada tabel 3 untuk mendapatkan angka ketebalan sedimen dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$H = \sqrt{\left(\frac{V}{p.b.m}\right)}$$

Dengan:

H = tinggi sedimen (m)

V = volume sedimen (m³)

p = jarak tiap STA (m)

b = lebar penampang basah (m)

m = kemiringan tebing (m)

KESIMPULAN DAN SARAN

1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah dilakukan dalam kajian ini maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut :

- Dari hasil perhitungan sedimentasi, jumlah sedimentasi STA 1 = 9.777 kg/m³, STA 2 = 3.794 kg/m³, STA 3 = 6.032 kg/m³, STA 4 = 9.611 kg/m³, STA 5 = 7.043 kg/m³, STA 6 = 7.846 kg/m³. Dengan tinggi sedimen tiap STA 0.40 cm, 0.38 cm, 0.29 cm, 0.35 cm dan 0.44 cm.
- Running program aplikasi HEC-RAS untuk mengetahui penampang melintang dan profil muka air dari data long+cross section dan debit, dan hasil uji saringan sedimen di laboratorium tanah diketahui bahwa sedimen di sungai sampean Bondowoso tergolong fine sand atau pasir halus.
- Alternatif solusi untuk menanggulangi terjadinya pengulangan sedimentasi Sungai

Sampean adalah dengan cara normalisasi. Yaitu dengan total volume sedimen 1373.13 m³ bisa di normalisasikan di setiap STA dengan menggunakan 6 excavator CAT6090 dengan bucket kapasitas 52.0 m³/jam.

2. Saran

Berdasarkan pada Tugas Akhir “ Kajian Sedimentasi Di Sungai Sampean Bondowoso dengan Menggunakan Program *HEC-RAS* versi 4.1” ini, penyusun ingin memberikan beberapa saran terkait dengan masalah tersebut.

1. Memperhitungkan sedimen yang terdapat di dalam Sungai Sampean Bondowoso dan melakukan pengecekan kondisi tanah di sekitar Sungai Sampean.
2. Perlu dilakukan pemeliharaan Sungai secara rutin agar sungai menjadi tampak lebih bersih dan sungai dapat berfungsi secara optimal.
3. Pada penggunaan program *HEC-RAS* untuk analisa sungai, sebaiknya tersedia data-data yang lengkap untuk input yaitu data geometri seperti cross section, skema alur sungai, kondisi alur sungai dan data lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Irawan, Erik Setyo, 2014. *Analisis Pemodelan Sedimentasi Di Saluran Kencong Timur (Bedodo) Menggunakan Program HEC-RAS*. Jember.
- Istiarto, 2014. *Simulasi Aliran 1 Dimensi dengan HEC-RAS*. Yogyakarta.
- Jurnal Teknik ITS, 2017 *Laju Sedimentasi Pada Tampungan Bendungan Tugu Trenggalek*.
- Kusumo, Agung Tejo, 2016. *Tugas Akhir Analisa dan Evaluasi Kapasitas Penampang Sungai Sampean Bondowoso Dengan menggunakan Program HEC-RAS 4.1*. Jember.
- Rizal, NS. 2014. *Aplikasi Perencanaan Irigasi dan Bangunan Air*. Jember
- Soemarto, CD. 1995. *Hidrologi Teknik*. Jakarta: Erlangga.