

Analisis Hidrolika Untuk Merancang Tanggul Tebing Sungai (Studi Kasus : Kaliyasa, Kesugihan, Cilacap)

*Hydraulic Analysis Of River Safety Cliff
(Case Study : Kali Yasa River, Kesugihan, Cilacap)*

Refaldi Setiawan, Puji Harsanto, Nursetiawan

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Abstrak. Tebing sungai merupakan area erosi pada sebuah sungai. tebing sungai merupakan area aliran air di mana air bergerak cepat, memiliki tekanan tinggi, dan juga di bawahnya merupakan titik terdalam di sungai, sehingga menyebabkan area ini merupakan area yang berbahaya. Pada Penelitian ini dilakukan perencanaan pengaman tebing sungai untuk menanggulangi sedimen dan gerusan pada dinding pengaman. Untuk menghindari kerusakan pada talud sungai perlu direncanakan pengendalian banjir dan pembuatan pengaman tebing sungai yang lebih kuat sehingga dapat mengurangi kerugian baik material juga dapat meningkatkan keamanan serta kenyamanan warga di sekitar sungai. Penelitian ini akan diawali dengan mengumpulkan data sekunder yang kemudian akan dilanjutkan dengan melakukan perhitungan Hidrologi, kemudian Analisa Banjir dan Analisis Sedimen menggunakan *software HEC-RAS V5.0.3*. Hasil dari penelitian ini berupa tebal sedimen yang terjadi dan perencanaan pembuatan pengaman tebing sungai. Hasil yang didapat berupa total panjang keseluruhan DAS Kali Yasa yang mengalami sedimen dan gerusan yaitu 3000m dari hilir pada Sta0 – Sta30. Alternatif yang ada untuk mengatasi sedimen dan gerusan dengan membuat tanggul pasangan batu pada setiap bantaran sungai yang mengalami sedimen dan gerusan.

Kata kunci : Sedimen, Gerusan, Hec-Ras, Pengaman Tebing.

Abstract. river cliffs are erosion areas in a river. River cliffs are areas where water moves quickly, has high pressure, and also below it is the deepest point in the river, causing this area to be a dangerous area. In this research, river basin safety planning is done to overcome sediment and scour on the safety wall. To avoid damage to the river pipes, it is necessary to plan the flood control and the making of stronger river bank protection so as to reduce the loss of both materials can also improve the safety and comfort of residents around the river. This research will be started by collecting secondary data which will then proceed with Hydrology calculation, then Flood Analysis and Sediment Analysis using HEC-RAS V5.0.3 software. The result of this research is the thickness of sediment that happened and the planning of river bank safety. The results obtained are the total length of the entire DAS of Yasa River that has experienced the sediment and the scour is 3000m from the stream at Sta0 - Sta30. The alternative exist to overcome diment and scourge by making a pair of stones in each of the rivers that experience the sediment and scour.

Key words : Sediment, Scour, Hec-Ras, Safety Cliff.

1. Pendahuluan

Sungai Kali Yasa merupakan sungai alami yang terdapat di kabupaten Cilacap, sungai ini dipakai oleh masyarakat sekitar sebagai alur transportasi air bagi nelayan. Disepanjang sungai banyak talud yang mengalami kerusakan akibat erosi dan sungai Kali Yasa pada beberapa tahun ini terjadi banjir, kerusakan talud disebabkan oleh kurangnya perhatian masyarakat terhadap kebersihan area sungai sehingga banyak akar-

akar tumbuhan yang membuat talud mudah keropos dan derasnya aliran sungai sehingga terjadinya gerusan pada dasar sungai. Penelitian ini dilakukan untuk mengkaji karakteristik pengaman tebing daerah sungai Kali Yasa, untuk pencegahan terjadinya gerusan dan sedimentasi. Tujuan dari penelitian yang dilakukan yaitu untuk mengurangi bahaya terjadinya gerusan dan sedimen dan menganalisa hidrolika kestabilan pengaman tebing sungai. Untuk manfaat yang

diharapkan muncul dari penelitian ini memberikan informasi tentang kondisi yang terjadi di Kabupaten Cilacap, Provinsi Jawa Tengah, tepatnya berada pada lokasi Kebiatan berada di Sungai Kali Yasa dan memberikan informasi tentang bagaimana kondisi dasar sungai di Kali Yasa.

Melakukan penelitian untuk mengetahui nilai estimasi kecepatan sedimentasi di Waduk Sermo dengan pendekatan USLE maupun dengan metode angkutan sedimen (Cahyono dkk. 2017). Menurut Cahyono dkk. (2016) waduk Sermo mengalami peningkatan sedimentasi tertinggi terjadi antara tahun 2006 ke 2011 dengan melakukan sebaran sedimentasi kondisi bangunan awal dengan keadaan terkini dan melakukan perhitungan volume. Pranoto dkk. (2016) melakukan perhitungan menggunakan metode deskriptif dan metode *purposive sampling* untuk mengetahui laju sedimentasi pada perairan Timbulsloko.

Fitiadin., (2015) melakukan analisis parameter hidrolika pada sungai Progo setelah letusan gunung merapi tahun 2010 dengan menggunakan HEC-RAS 4.1.0 untuk mendapatkan nilai pergerakan sedimentasi. Wardhana., (2015) melakukan analisis transport sedimen sungai Opak dengan menggunakan program HEC-RAS 4.1.0 untuk mengetahui perilaku transport sedimen di setiap penampang melintang. Menurut Limbong dkk. (2017) sungai Kemuning Kalimantan Selatan mengalami penumpukan sedimen setiap tahunnya yang di aplikasikan menggunakan HEC-RAS 5.0.3. Mulatsih dan Sundoro, (2012) melakukan *back analysis* untuk mengetahui sifat fisik tanah timbunan sebelum dilakukan perancangan tabing sungai.

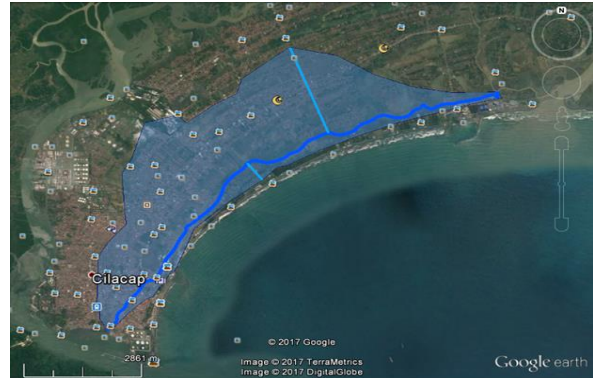
Melakukan metode eksperimen dengan data yang ada kemudian dilakukan analisis untuk mendapatkan pola gerusan yang terjadi (Sucipto, 2010). Melakukan penanganan erosi tebing di sungai Pusur desa Pundangan kecamatan Juwirng kabupaten Klaten dengan metode HSS Nakayasu (Nursanti., 2017). Melakukan analisis sedimentasi untuk mengetahui besarnya debit sedimen total dengan metode Bagnold (Usman, 2014). Perencanaan pengendalian sedimen pada sungai Yeh Mas desa Tukad Sumaga

kecamatan Gerokgak kabupaten Buleleng Bali dengan menggunakan metode Einstein (Inabah., 2017).

2. Metode Penelitian

Lokasi dan Penelitian

Lokasi penelitian di DAS Kali Yasa yang terletak di kabupaten Cilacap Jawa Tengah. Stasiun hujan yang digunakan hanya Sampang dan masing-masing mewakili hulu dan hilir sungai Kali Yasa.



Gambar 1 Peta Sungai Kali Yasa (Google Earth)

Metode penelitian adalah cara alamiah untuk memperoleh data dengan kegunaan dan tujuan tertentu. Jadi setiap penelitian yang dilakukan itu memiliki kegunaan serta tujuan tertentu. Pengumpulan data yang digunakan sebagai acuan penelitian ini terdiri dari data primer dan data sekunder, yaitu :

1. Data Hidrologi

Data hidrologi yang digunakan yaitu curah hujan yang dihitung harian yang diambil dari tahun 1981 – 1991.

2. Data Topografi

Data topografi yang digunakan yaitu berupa panjang sungai 10km, luas DAS, *long section*, *cross section*.

3. Pengukuran Kecepatan Air Eksiting

Data ini digunakan untuk kalibrasi saat menggunakan *HEC-RAS* untuk menyesuaikan bahwa data yang kita pakai itu benar mendekati kondisi yang ada dilapangan.

4. Data Lokasi Penelitian di Sungai Kali Yasa

Lokasi Kebiatan berada di Sungai Kali Yasa Kecamatan Cilacap Utara dan Cilacap Selatan Kabupaten Cilacap yang membentang di Kabupaten Cilacap.

Langkah-langkah yang dilakukan untuk pengolahan data adalah sebagai berikut :

1. Mencari hujan harian max dari data hujan harian.
2. Menghitung hujan rencana dengan menggunakan metode distribusi Normal, Log Normal, Log Pearson III, Gumbel dan metode Uji Chi-Square untuk menentukan perhitungan distribusi hujan rencana yang benar.
3. Menghitung waktu konsentrasi (tc) dengan menggunakan metode Hathway.
4. Sesudah didapat waktu konsentrasi (tc) maka selanjutnya menghitung distribusi hujan dengan metode ABM dan Mononobe.
5. Mencari pendekatan debit terukur yang hampir mendekati debit aslinya sungai Kali Yasa yaitu $27.8 \text{ m}^3/\text{s}$ dengan metode Snyder.
6. Dengan dapatnya distribusi hujan dan hidrograf sintetik maka dapat dihitung debit banjir rancangan Q25, Q50 dan Q100.
7. Menginput data geometry pada *HEC-RAS 5.0.3* dan input debit banjir rancangan dan tinggi muka air pasut di *unsteady flow*.
8. Mengecek perubahan muka air yang terjadi pada tiap kala ulang.
9. Menginput data sediment.
10. Mengecek perubahan yang terjadi pada penampang sungai.

Hasil yang diperoleh dari penelitian ini adalah mengetahui tinggi muka air saat banjir terjadi dan mengetahui penumpukan sedimen pada saat permukaan air naik dan pada saat permukaan air surut, dengan itu maka dapat dirancang penanggulangan tanggul disetiap bantaran sungai Kali Yasa.

3. Teori dan Pembahasan

Hidrolika adalah bagian dari ilmu yang mempelajari perilaku air baik dalam keadaan diam atau yang disebut hidrostatiska maupun dalam keadaan bergerak atau disebut hidronamika. Untuk mengetahui karakteristik suatu aliran air sungai dengan lebar penampang yang besar memerlukan pendekatan beberapa analisis terhadap fenomena aliran yang terjadi dengan melakukan pengukuran.

Sifat aliran air dalam suatu sungai dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya adalah debit sungai yang tergantung pada daerah aliran sungai tersebut. Faktor kemiringan sungai (*Gradient*) yang dapat digunakan sebagai petunjuk tingkat kecepatan aliran. *Gradient* sungai dapat dihitung dengan bantuan garis kontur yang memotong sungai pada peta topografi. Kemudian faktor lebar penampang sungai yang dapat mempengaruhi kecepatan arus. Semakin lebar penampang sungai maka kecepatan arus akan semakin lambat dan sebaliknya semakin sempit penampang sungai kecepatan arus akan semakin cepat.

HEC-RAS merupakan sebuah program aplikasi yang didesain untuk melakukan analisis hidrolika terhadap pemodelan aliran satu dimensi pada saluran atau sungai. *River Analysis System (RAS)*, *Software* ini dibuat oleh *Hydrologic Engineering Center (HEC)* yang merupakan satu divisi dalam *Institute for Water Resource (IWR)*, di bawah *US Army Corps of Engineers (USACE)*. *HEC-RAS v. 5.0.3* memiliki empat komponen Hitungan hidrolika satu dimensi yaitu:

- a. Hitungan profil muka air aliran permanen,
- b. Simulasi aliran tidak permanen,
- c. Hitungan angkutan sediment,
- d. Analisis kualitas air.

Menurut *Simple Geometry River (2011)* apabila kecepatan, kedalaman, dan debit aliran tidak berubah terhadap waktu dalam kasus aliran permanen, maka ketiga parameter tersebut merupakan fungsi waktu dalam kasus aliran tak permanen (*unsteady flow*). Contoh dari aliran tidak permanen adalah perubahan debit di dalam pipa atau saluran, aliran banjir di sungai dan aliran di muara sungai yang dipengaruhi pasang surut.

Pada pemodelan aliran tidak permanen menggunakan *HEC-RAS*, ditetapkan syarat batas untuk melakukan analisa aliran tidak permanen. Pada bagian *upstream* sistem dapat dimodelkan dengan tipe kondisi batas: hidrograft aliran, hidrograft perancah, hidrograft aliran dan perancah.

Pada *downstream* dari sistem sungai dapat dimodelkan dengan tipe kondisi batas: kurva ukuran, kedalaman normal, hidrograft perancah, hidrograft aliran, hidrograft perancah dan aliran. Selain itu, kondisi awal

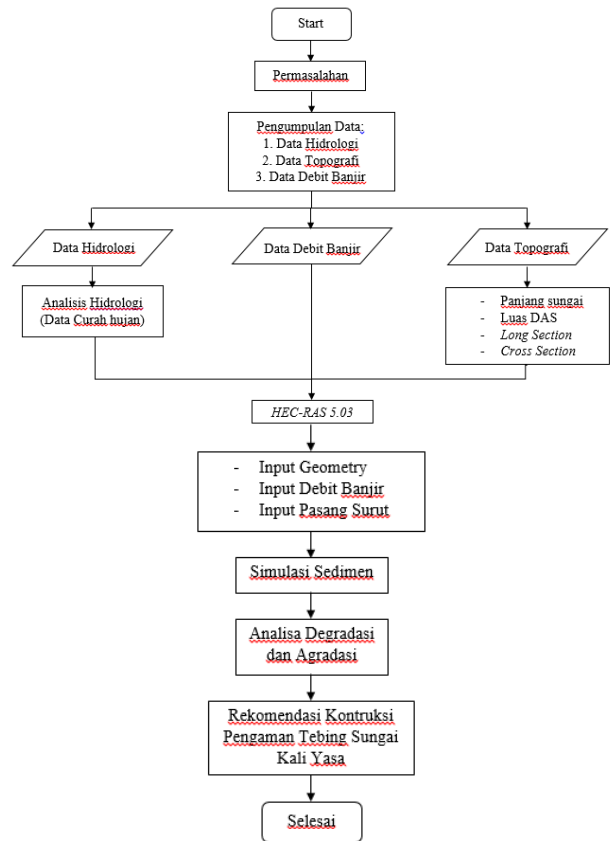
ditetapkan berdasarkan data debit aliran mula-mula atau data elevasi air yang diketahui pada potongan stasiun permodelan.

Bila air mengalir dalam sebuah saluran, maka pada dasar saluran akan timbul suatu gaya bekerja searah dengan arah aliran. Gaya ini yang merupakan gaya tarik pada penampang basah disebut gaya seret atau tegangan geser (*tractive force*). Butiran pembentuk alur sungai harus stabil terhadap aliran yang terjadi karena pengaruh kecepatan, aliran dapat mengakibatkan gerusan pada talud dan dasar sungai. Erosi dasar sungai terjadi jika tegangan geser (τ_0) lebih besar dari tegangan geser kritis (τ_{cr}) pada dasar dan tebing sungai. Tegangan geser kritis adalah tegangan geser yang terjadi tepat pada saat butiran akan bergerak. Besarnya tegangan geser kritis didapatkan dengan menggunakan Grafik *Shield* berdasarkan data ukuran butiran tanah dasar sungai.

Angka kekasaran manning adalah suatu nilai koefisien yang menunjukkan kekasaran suatu permukaan saluran atau sungai baik pada sisi maupun dasar saluran atau sungai. Nilai kekasaran Manning memiliki hubungan terhadap kecepatan aliran yang terjadi pada suatu penampang. Semakin besar nilai angka kekasaran Manning, maka kecepatan aliran pada suatu penampang akan semakin kecil, begitu pula sebaliknya semakin kecil angka

kekasaran Manning maka kecepatan aliran yang terjadi pada suatu penampang akan semakin besar.

Bagan Alir Penelitian :



Gambar 2 Bagan Alir Pelaksanaan Penelitian

Tabel 1 Data Curah Hujan Harian Maksimum

No	Tahun	Hujan max harian (R24) mm
1	1981	171
2	1982	125
3	1983	112
4	1984	177
5	1985	184
6	1986	129
7	1987	135
8	1988	125
9	1989	116
10	1990	175

Sumber : Dinas Pekerjaan Umum Cilacap

Uji konsistensi yang dilakukan dalah dengan menggunakan metode RAPS (*Rescaled Adjusted Partial Sums*). Cara ini dilakukan dengan cara menghitung nilai kumulatif penyimpangan terhadap nilai rata-rata (*mean*) dengan persamaan berikut :

$$S^*k = 184 - 144.90 = 39.10$$

$$Dy^2 = \frac{39.10^2}{10} = 152.881$$

$$S^{**}k = \frac{39.10}{26.85} = 1.456$$

Tabel 2 Hasil Perhitungan RAPS

No	Tahun	Hujan	Sk*	[Sk*]	Dy2	Sk**	[Sk**]
1	1985	184	39.10	39.10	152.881	1.456	1.456
2	1984	177	32.10	32.10	103.041	1.196	1.196
3	1990	175	30.10	30.10	90.601	1.121	1.121
4	1981	171	26.10	26.10	68.121	0.972	0.972
5	1987	135	-9.90	9.90	9.801	-0.369	0.369
6	1986	129	-15.90	15.90	25.281	-0.592	0.592
7	1982	125	-19.90	19.90	39.601	-0.741	0.741
8	1988	125	-19.90	19.90	39.601	-0.741	0.741
9	1989	116	-28.90	28.90	83.521	-1.077	1.077
10	1983	112	-32.90	32.90	108.241	-1.226	1.226
	Rerata	144.90		25.48			
	Jumlah				720.69		

n	=	10		
Dy	=	26.85		
Sk** max	=	1.456		
Sk** min	=	-1.226		
Q = [Sk** maks]	=	1.456		
R = Sk** maks - Sk**	=	2.682		
Q/n ^{0.2}	=	0.461 < dengan probabilitas 90% dari tabel	1.05	⇒ Ok
R/n ^{0.2}	=	0.848 < dengan probabilitas 90% dari tabel	1.21	⇒ Ok

Tabel 3 Kala Ulang Hujan Maksimum

Kala Ulang (Tahun)	Metode			
	Normal	Log Normal	Log Pearson III	Gumbel
2	144.9000	142.4703	142.1252	141.0652
5	168.6702	167.5472	167.4685	174.8410
10	181.1212	182.3980	182.7289	197.2035
25	193.2421	198.1184	200.7280	225.4586
50	202.9105	211.6240	213.3948	246.4199
100	210.8339	223.3756	225.5720	267.2264

Tabel 4 Aplikasi Distribusi Normal

Kelas	P(x >= Xm)		Ef	Debit (m ³ /dt)	Of	Ef - Of	(Ef-Of) ² / Ef
5	0.200	0 < P <= 0.2	4.800	172.480	6.000	1.200	0.300
	0.400	0.2 < P <= 0.4	4.800	154.938	2.000	2.800	1.633
	0.600	0.4 < P <= 0.6	4.800	139.829	4.000	0.800	0.133
	0.800	0.6 < P <= 0.8	4.800	122.287	7.000	2.200	1.008
	0.999	0.8 < P <= 0.999	4.800	55.235	5.000	0.200	0.008
			24.000		24.000	Chi-Kuadrat =	3.083
						DK =	2
						Chi-Kritik =	5.991

Menurut Uji Chi-Kuadrat distribusi yang terbaik adalah distribusi Normal dengan nilai Chi-Kritik = 5.991 dan nilai Chi-Kuadrat = 3.083.

Distribusi hujan jam-jaman menggunakan model alternating block method (ABM). Dimana waktu hujan dihitung

berdasarkan waktu konsentrasi (tc), yang dihitung dengan persamaan Hathway seperti Persamaan di bawah ini.

$$t_c = \frac{0.606 \times (10 \times 0.2)^{0.467}}{0.0001226^{0.234}} = 7 \text{ jam}$$

Tabel 5 Distribusi Hujan Rancangan Jam-Jaman

t (jam)	Distribusi (%)	Kala Ulang		
		T25	T50	T100
1	5.60	10.824	11.365	11.809
2	7.59	14.663	15.397	15.998
3	9.53	18.419	19.340	20.095
4	52.28	101.019	106.073	110.215
5	13.59	26.257	27.571	28.647
6	6.41	12.382	13.002	13.510
7	5.01	9.679	10.163	10.560

Metode Snyder :

- L = 10km
- Qp = 0.88m³/detik
- Lc = 3.33km
- T = 3.59 hari
- A = 24.50km²
- = 86.17jam
- Ct = 1.65
- tD = 0.86jam
- Cp = 0.17tp'
- = 0.86jam
- tr = 3jam

$T_p = 2.36\text{jam}$
 $t_p = 4.72\text{jam}$

Jika durasi efektif t_r tidak sama dengan durasi standar t_D , maka :

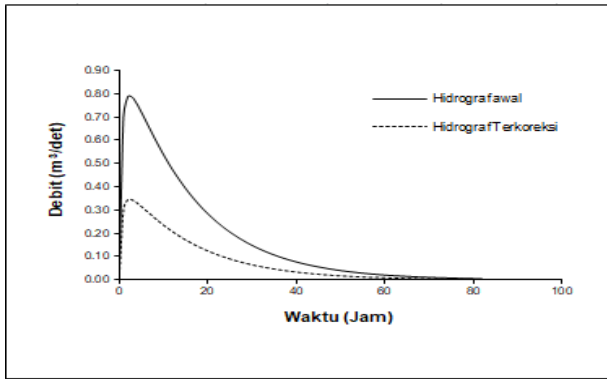
$t_{pR} = 5.26\text{jam}$
 $Q_{pR} = 0.792\text{m}^3/\text{s}$

Waktu dari awal hujan sampai ke puncak :

$P_r = 6.76\text{jam}$
 $W_{50} = 9.36\text{jam}$
 $W_{75} = 5.29\text{jam}$

Tabel 6 Debit Banjir Rancangan Metode Snyder Sungai Kali Yasa

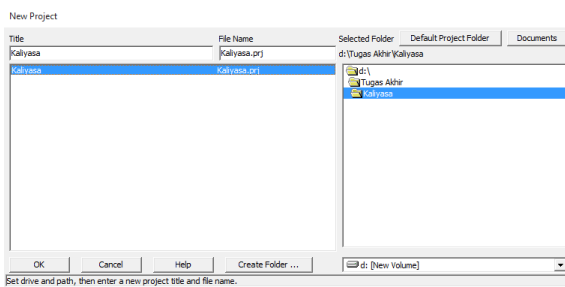
T (Kala-ulang)	Debit Banjir (m ³ /det)
	Snyder
1	33.92
2	48.18
5	56.72
10	62.37
25	69.52
50	74.82
100	80.08



Gambar 3 Grafik HSS Metode Snyder Sungai Kali Yasa

Berikut ini adalah langkah-langkah yang harus dilakukan untuk melakukan perhitungan dengan *HEC-RAS* :

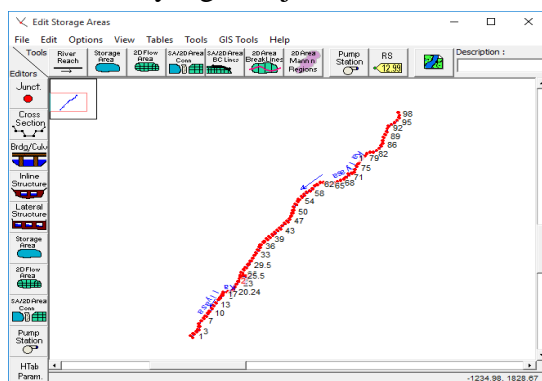
a. Pilih *File, New Project*. Masukkan nama project



Gambar 4 Tampilan Input *New Project*

b. Pilih *Options, Unit System* pilih system international untuk membuat data dalam satuan SI

c. Pilih *edit / enter geometric data*. Gambar sket saluran yang ditinjau



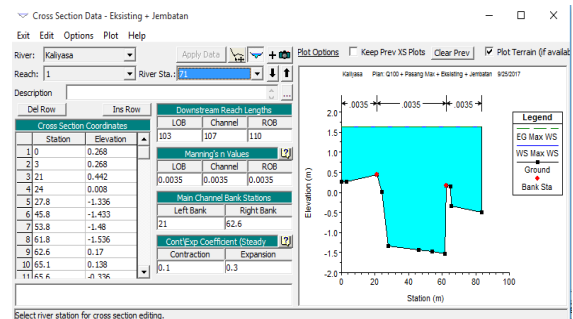
Gambar 5 Tampilan *Geometric Data*

d. Pilih *cross section, options, add new cross section*. Masukkan data untuk masing-masing *cross section* yang meliputi :

- 1) Jarak antar stasiun sungai
- 2) Angka Manning kiri, kanan dan saluran utama.

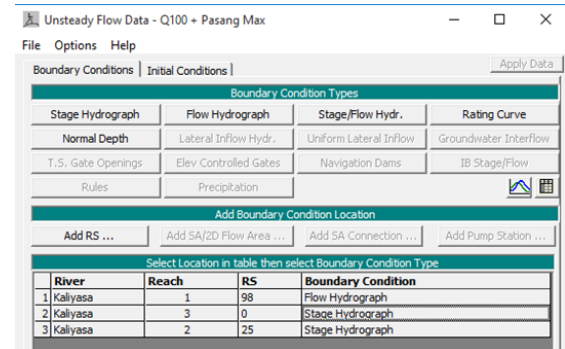
3) Jarak bantaran kiri, kanan dan saluran utama terhadap *Cross section* selanjutnya.

4) Koefisien kontraksi dan ekspansi menggunakan input yang sudah diberikan yaitu 0.1 dan 0.3.



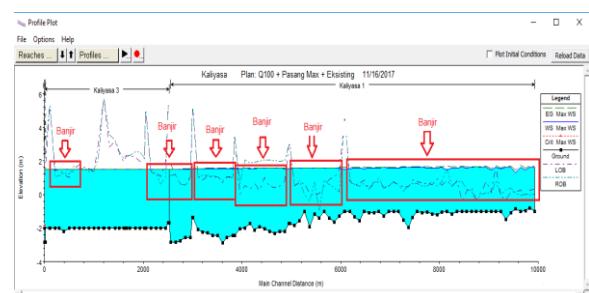
Gambar 6 Tampilan *Cross Section Data*

5) Pilih *edit / enter unsteady flow data*. Masukkan data debit yang akan dihitung

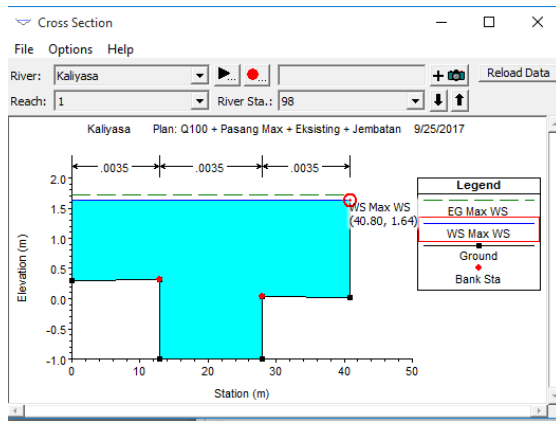


Gambar 7 Tampilan *Unsteady Flow Data*

Hasil *Running* :

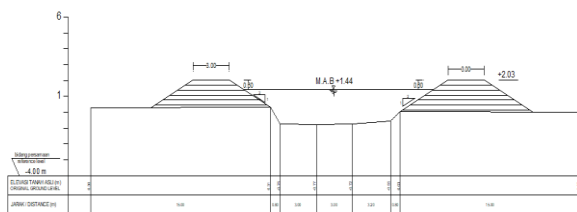


Gambar 8 Potongan Memanjang Sungai Kali Yasa saat Kala Ulang 100 Tahun + Pasang Tertinggi



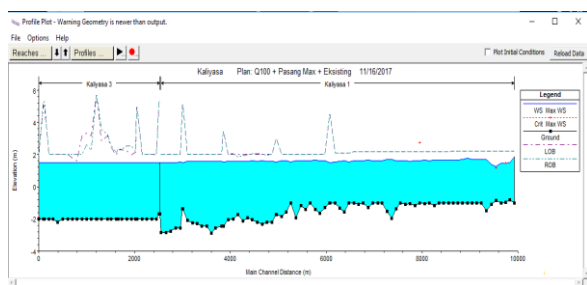
Gambar 9 Potongan Melintang Pada Hulu Sungai Sta. 98 Kala Ulang Q100

Dari hasil output diatas dapat diketahui bahwa untuk menanggulangi banjir yang terjadi, salah satu alternatif yang digunakan yaitu peninggian tanggul eksisting. Berikut ini gambar hasil perancangan tanggul banjir :

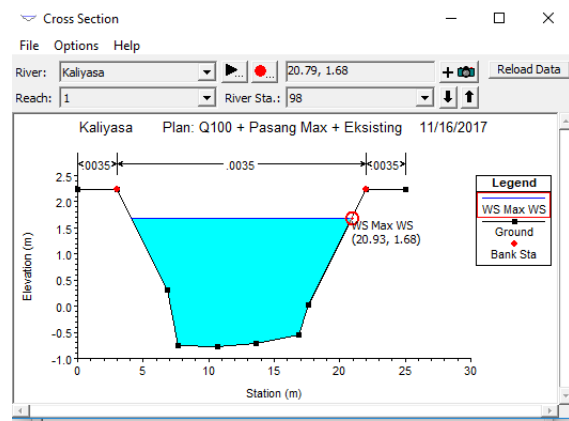


Gambar 10 Perancangan Tanggul dengan Tanah Urug

Setelah dilakukan peninggian tanggul dengan tanah urug, dapat disimpulkan bahwa dengan peninggian tanggul 0.60 cm pada sungai Kali Yasa aman dari banjir.



Gambar 11 Potongan Memanjang Sungai Kali Yasa saat Kala Uang 100 + Pasang Tertinggi + Peninggian Tanggul



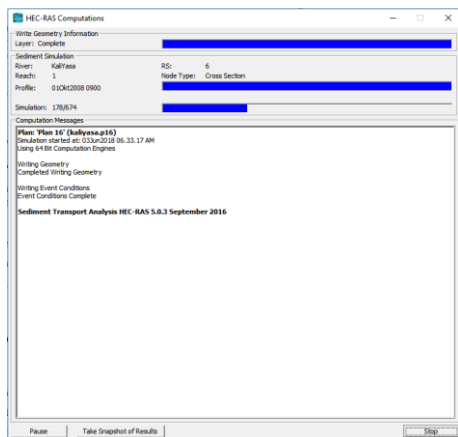
Gambar 12 Potongan Melintang Sta 98

Untuk mensimulasikan *sediment transport* maka diperlukan data mengenai sedimen. Jika data sudah memenuhi maka langkah untuk memasukkan data tersebut ke dalam aplikasi HEC RAS dilakukan langkah-langkah seperti berikut. Pertama pilih *Edit – Quasi Unsteady Flow (Sediment Analysis)*. Dari menu tersebut akan muncul tampilan berikutnya yang menampilkan *Quasi Unsteady Flow Editor*. Ada beberapa kolom dalam tampilan tersebut, kolom yang diisi pada kolom *Boundary Condition Type*. Untuk baris pertama pada kolom terakhir diisi dengan *Flow series*. Pada *flow series* diisi dengan data debit air yang dimiliki. Data *flow* dapat ditampilkan dalam bentuk diagram, caranya memilih plot, Setelah selesai pilih OK. Pada *downstream / nomor 2* diisi dengan *normal depth*, kolom tersebut diisi dengan nilai *slope*, lalu OK. Yang terakhir diisi untuk *quasi unsteady* data adalah data temperatur. Untuk mengisi temperatur pilih *set temperature*. Isi *Use Fixed* data sesuai data *flow series*, duration dengan nilai yang mau dimasukkan, dan temp dengan nilai yang ditentukan. Pilih OK untuk menyelesaikan pengisian data. Pilih *File – Save-Quasi Unsteady Flow File*. Pengisian *Quasi Unsteady* telah selesai. langkah selanjutnya pilih *Edit – Sediment Data*. Muncul tampilan *Sediment Data*, pada tampilan tersebut terdapat dua pilahan yaitu *initial condition* dan *Boundary condition*. Pilihan tersebut harus diisi semua. Pertama pilih *Define / Edit Bed Gradatio*, Isi kolom tersebut dengan data hasil saringan sampel material. Pada model simulasi ini menggunakan batasan *max depth* atau kedalaman maksimum gerusan dan

menggunakan *transport function England-Hansen*. Kolom *sta left* dan *sta right* terisi dengan memilih *Use Bank for Extents*. *Bed gradation* diisi dengan memanggil data sediment yang telah diisi pada *define / edit bed gradation*. Cukup isi satu baris saja kemudian diinterpolasi menggunakan *Interpolate Gradations*. *Initial condition* telah selesai diisi, langkah selanjutnya mengisi *boundary conditions*. Pada kolom bawah pilih *Sediment Load Series*. Isi data sesuai dengan hasil analisa gradasi yang telah dilakukan. Pada input sedimen ini dilakukan sebagai *trial error* hingga mendekati volume sedimen yang

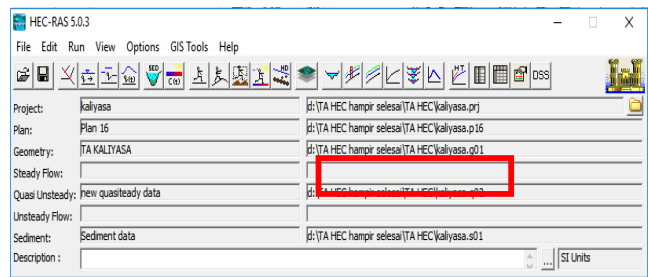
mendekati sebenarnya. langkah terakhir adalah menyimpan data dengan cara pilih *File – Save Sediment Data*, lalu *Exit*.

Jika proses pengisian data telah selesai, maka proses terakhir adalah melakukan *Perform a sediment transport simulation*. Pada *Sediment Transport Analysis*, isi *starting date* sesuai dengan data rencana pada tanggal berapa simulasi akan dimulai. Begitu juga pada *ending date* diisi dengan tanggal berapa simulasi akan berhenti.



Gambar 13 Proses *Computations*

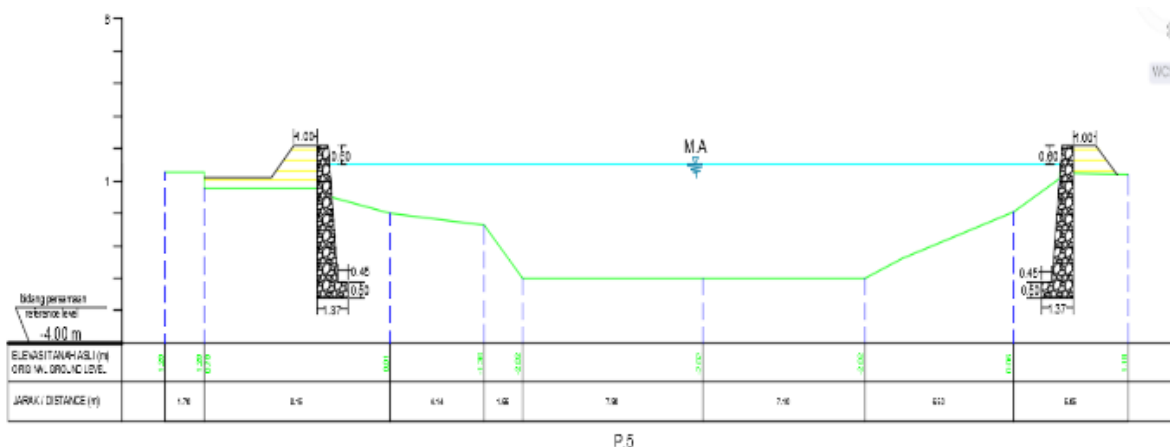
Menunjukkan perhitungan simulasi sedang berjalan. Semakin panjang hari yang ingin disimulasi, maka akan semakin lama juga proses computasinya. Jika program telah selesai melakukan simulasi, hasil dari simulasi baik berupa data maupun grafik dapat dilihat dengan cara memilih seperti pada **Gambar 14**.



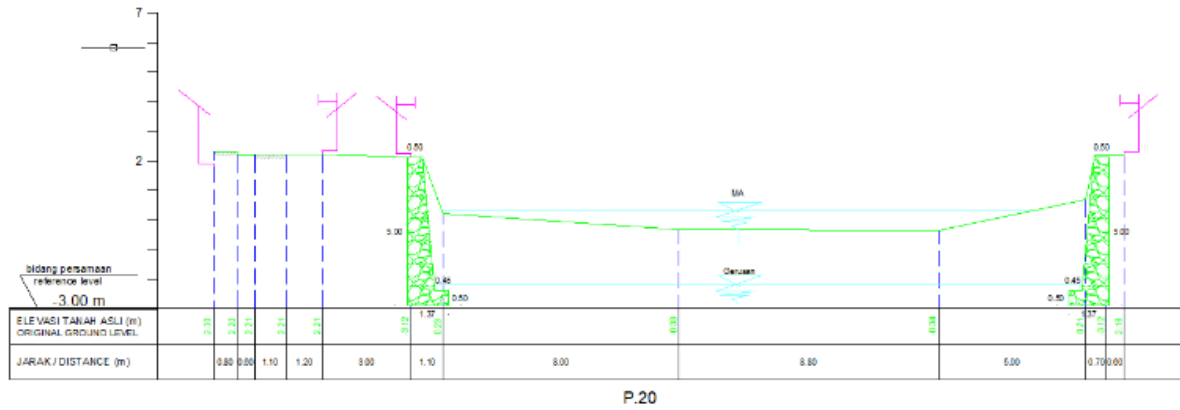
Gambar 14 Menu pembacaan hasil simulasi

4. Perancangan Tanggul Banjir dan Longsor

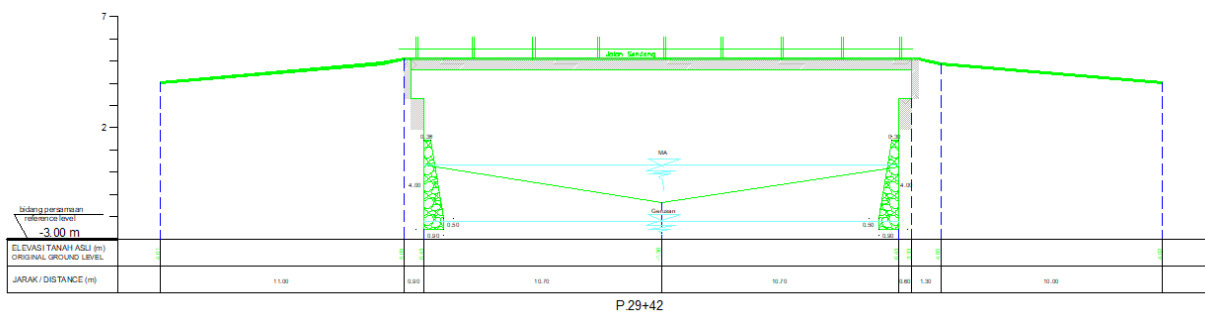
Dari hasil output diatas dapat diketahui bahwa untuk menanggulangi banjir dan longsor yang terjadi, salah satu alternatif yang digunakan yaitu pembuatan tanggul eksisting menggunakan susunan batu dan hanya disetiap daerah yang pemukimannya berdekatan dengan sungai. dapat dilihat untuk kriteria perancangan tinggi dan lebar tanggul. Berikut ini gambar hasil perancangan tanggul:



Gambar 15 Perancangan Tanggul Bagian Hilir dengan Pasangan Batu Sta 5



Gambar 16 Perancangan Tanggul Bagian Hilir dengan Pasangan Batu Sta20



Gambar 17 Perancangan Tanggul Bagian Hilir dengan Pasangan Batu Sta29+42

Dari perancangan tanggul longsor dan banjir diambil 3 titik Sta5, Sta20, dan Sta29+42 sebagai acuan pembangunan untuk bagian hilir sungai Kali Yasa yang diproses dari *trial error* mendekati volume sedimen yang sebenarnya, data yang digunakan adalah data hasil analisis gradasi sedimen yang diambil pada area hulu sungai Kali Yasa. . Data tersebut kemudian diproses dengan perkiraan volume sedimen yang masuk ke aliran Sungai Kali Yasa.

5. Kesimpulan

- a. Dari hasil dan perhitungan pola distribusi hujan untuk DAS Kali Yasa mengikuti pola distribusi hujan Normal.
- b. Metode yang dipilih pada sungai Kali Yasa yaitu Metode Snyder dengan nilai $Q_{25} = 69.52 \text{ m}^3/\text{s}$, $Q_{50} = 74,82 \text{ m}^3/\text{s}$, $Q_{100} = 80.08 \text{ m}^3/\text{s}$.
- c. Dari hasil running *HEC-RAS* dengan berbagai rekayasa banjir, dapat diketahui bahwa Kali Yasa mengalami Banjir puncak saat Debit puncak Q_{100} pada jam ke-4 bertemu Pasang Tertinggi pada jam ke-4 dan dilihat bahwa Sungai Kali Yasa tidak dapat menampung air yang ada sehingga membuat 75% Sungai Kali Yasa Terbanjiri.
- d. Dari hasil yang didapat pada saat Kali Yasa kondisi banjir mengalami gerusan pada dasar sungai yaitu pada Sta0 – Sta30 dengan total panjang 3000 m bagian hilir dengan kondisi gerusan terdalam -2.49 m.

6. Daftar Pustaka

- Brunner, G.W., 2010, *Hydraulic Reference Manual*.
- Cahyono, B.K., Hakim, L., Waljiyanto, Adhi A.D., 2017, Perhitungan Kecepatan Sedimentasi Melalui Pendekatan USLE dan Pengukuran Kandungan Tanah Dalam Air Sungai yang Masuk Ke Dalam Waduk Sermo, *Jurnal Nasional Teknologi Terapan*, Vol. 1 No. 1, November 2017: 8 - 23.
- Cahyono, B.K., Waljiyanto, Permadi, O., dan Maharani, R.D., 2016, *Perhitungan Volume dan Sebaran Sedimentasi Waduk Sermo Berdasarkan Kondisi Awal Pembangunan dan Keadaan Terkini di Tahun 2016*, Tugas Akhir, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- DPU, 1989, SK SNI M-18-1989-F: *Metode Perhitungan Debit Banjir*, Yayasan LPMB, Bandung.
- Fitiadin, A.A., 2015, *Analisis Parameter Hidrolika Sepanjang Sungai Progo setelah Letusan Gunung Merapi 2010*, Tugas Akhir, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Yogyakarta.
- Gupta, R.S., 1989, *Hidrology and Hydraulic System*, Prentice Hall Inc, New Jersey 07632.
- Inabah, R.F., 2017, *Perencanaan Check Dam Sebagai Pengendali Sedimen pada Sungai Yeh Mas Desa Tukad Sumaga Kecamatan Gerokgak Kabupaten Buleleng Bali*, Tugas Akhir, Universitas Brawijaya, Malang.
- Limbong, A.O., Pratiwi, V., dan Koven, W., 2017, *Analisis Angkutan Sedimen pada Sungai Kemuning Kalimantan Selatan dengan Menggunakan Program HEC-RAS 5.0.3*, Tugas Akhir, Universitas Komputer Indonesia, Bandung.
- Mulatsih, U.S., dan Sundoro, G.H., 2012, Studi Kasus Kerusakan Pelindung Tebing Sungai Geocell di Kali Mungkung Desa Patihan Kabupaten Sragen, *Jurnal Teknik Hidraulik*, Vol. 3 No. 2, Desember 2012: 143-156.
- Nazir, M., 1988, *Metode Penelitian*, Indonesia Ghalia, Jakarta.
- Nursanti, I., 2017, *Alternatif Penanganan Erosi Tebing di Sungai Pusur Desa Pundungan Kecamatan Juwirang Kabupaten Klaten*. Tugas Akhir, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta.
- Sucipto, 2010, Analisis Gerusan Lokal di Sekitar *Semi-Circular-End* Abutment Dengan Perlindungan *Groundsill* pada *Froud Number* (Fr) 0.2, *Jurnal Teknik Sipil & Perencanaan*, Vol. 12, No. 1, Januari 2010, Hal: 29-40.
- Triatmodjo, B., 2010, *Hidrologi Terapan*, Beta Offset Yogyakarta, Yogyakarta.
- Usman, K.O., 2014, Analisis Sedimentasi Pada Muara Sungai Komerling Kota Palembang, *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*, Vol. 2, No. 2 juni 2014.
- Wardhana, P.N., 2015, Analisis Transpor Sedimen Sungai Opak Dengan Menggunakan Program Hec-Ras 4.1.0, *Jurnal Teknik Sipil*, Vol. 10, No. 1, Mei 2015
- Pranoto, H.R., Atmodjo, W., dan Denny, N.S., 2016, Studi Sedimentasi Pada Bangunan Groin Di Perairan Timbulsloko Kabupaten Demak, *Jurnal Oseanografi*. Volume 5, Nomor 1, Tahun 2016, Halaman 86 – 95..

