

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisis Hidrologi

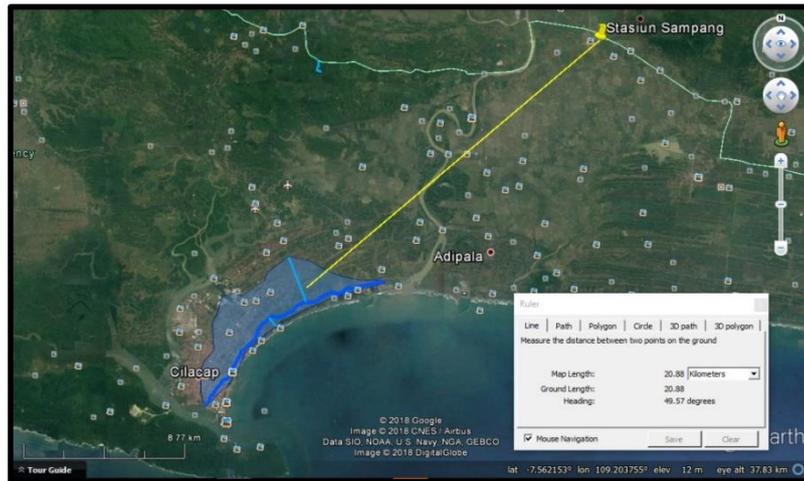
Secara umum analisis hidrologi merupakan satu bagian analisis awal dalam perancangan bangunan-bangunan hidraulik. Pengertian yang terkandung di dalamnya adalah bahwa informasi dan besaran-besaran yang diperoleh dalam analisis hidrologi merupakan masukan penting dalam analisis selanjutnya. Bangunan hidraulik dalam bidang teknik sipil dapat berupa gorong-gorong, bendung, bangunan pelimpah, tanggul penahan banjir, dan sebagainya. Ukuran dan karakter bangunan-bangunan tersebut sangat tergantung dari tujuan pembangunan dan informasi yang diperoleh dari analisis hidrologi.

Analisis Hidrologi diperlukan untuk mengetahui karakteristik hidrologi daerah pengaliran Kali Yasa. Analisis hidrologi digunakan untuk menentukan besarnya debit banjir rencana pada suatu perencanaan bangunan air. Data untuk penentuan debit banjir rencana pada tugas akhir ini adalah data curah hujan, dimana curah hujan merupakan salah satu dari beberapa data yang dapat digunakan untuk memperkirakan besarnya debit banjir rencana.

Adapun langkah-langkah dalam analisis hidrologi adalah sebagai berikut:

4.1.1 Curah Hujan

Dalam melakukan analisis hidrologi, sebaiknya data curah hujan yang digunakan terupdate agar saat melakukan analisa bisa mendapatkan data yang akurat. pada penelitian ini dikarenakan kurangnya data maka hanya mendapatkan data curah hujan tahunan Kali Yasa tahun 1981 – 1990. Data curah hujan diambil pada stasiun hujan Sampang yang terletak diluar DAS Kali Yasa berjarak 20 km dari Kali Yasa. Berikut gambar lokasi stasiun Sampang :



Gambar 4.1. Peta Stasiun Hujan Sampang (Google Earth)

Tabel 4.1. Data Curah Hujan Harian Maksimum Stasiun Sampang

No	<u>Tahun</u>	<u>Hujan max harian (R24) mm</u>
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, Tahun 1981-1990

4.1.2 Uji Konsistensi Hujan

Uji konsistensi berarti menguji kebenaran data lapangan yang tidak dipengaruhi oleh kesalahan pada saat pengiriman atau saat pengukuran, data tersebut harus betul-betul menggambarkan fenomena hidrologi seperti keadaan sebenarnya di lapangan.

Uji konsistensi yang dilakukan adalah 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 :

$$S^*o = 0 \dots\dots\dots (4.1)$$

$$S^*k = \sum_{i=1}^k (Yi - Y) \dots\dots\dots (4.2)$$

Dengan :

$$K = 1,2,3, \dots, n$$

$$S^{**}k = \frac{S^*k}{Dy} \dots\dots\dots (4.3)$$

$$Dy^2 = \frac{\sum_{i=1}^k (y_i - \bar{y})^2}{n} \dots\dots\dots (4.4)$$

Pengujian dengan menggunakan data dari stasiun itu sendiri yaitu pengujian dengan kumulatif penyimpangan terhadap nilai rata-rata dibagi dengan akar kumulatif rerata penyimpangan kuadrat terhadap nilai reratanya, lebih jelas lagi bisa dilihat pada rumus, nilai statistic Q dan R.

Nilai statistik Q dan R

$$Q = maks |S^{**k}| \text{ untuk } 0 \leq k \leq n$$

$$R = maks S^{**k} - min S^{**k}$$

Dengan :

S*o = simpangan awal

S*k = simpangan mutlak

S**k = nilai konsistensi data

n = jumlah data

Dy = simpangan rata-rata

Q = nilai statistik Q untuk $0 \leq k \leq n$

R = nilai statistik (range)

Dengan melihat nilai statistik diatas maka dapat dicari nilai Q/\sqrt{n} dan R/\sqrt{n} . Hasil yang di data dibandingkan dengan nilai Q/\sqrt{n} syarat dan R/\sqrt{n} syarat, jika lebih kecil maka data masi dalam batasan konsisten.

Tabel 4.2. Nilai Q/\sqrt{n} 0.5 dan R/\sqrt{n} 0.5

n	Q/n0.5			R/n0.5		
	90%	95%	99%	90%	95%	99%
10	1.05	1.14	1.29	1.21	1.28	1.38
20	1.1	1.22	1.42	1.34	1.43	1.6
30	1.12	1.24	1.48	1.4	1.5	1.7
40	1.14	1.27	1.52	1.44	1.55	1.78
100	1.17	1.29	1.55	1.5	1.62	1.85
	1.22	1.36	1.63	1.62	1.75	2

(Sumber : Sri Harto, 2000:168)

Tabel 4.3. 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 Jumlah	144.90		25.48	720.69		

$$n = 10$$

$$Dy = 26.85$$

$$Sk^{**} \text{ max} = 1.456$$

$$Sk^{**} \text{ min} = -1.226$$

$$Q = [Sk^{**} \text{ maks}] = 1.456$$

$$R = Sk^{**} \text{ maks} - Sk^{**} = 2.682$$

$$Q/n^{0.5} = 0.461 < \text{dengan probabilitas 90\% dari tabel} \quad 1.05 \Rightarrow \text{Ok}$$

$$R/n^{0.5} = 0.848 < \text{dengan probabilitas 90\% dari tabel} \quad 1.21 \Rightarrow \text{Ok}$$

4.1.3 Analisis Curah Hujan Rencana

a. Parameter Statistik

Parameter statistik DAS diperoleh dengan melakukan analisa terhadap data curah hujan maksimum pada DAS parameter statistik yang diperoleh adalah sebagai berikut, hasil perhitungan disajikan pada **Tabel 4.4**:

- Hujan rata-rata (\bar{P}) : 144.9000 mm
- Standar deviasi (S) : 28.30 mm
- Koefisien skewness (Cs) : 0.0261

Tabel 4.4. Kala Ulang Hujan Maksimum

P(x >= Xm)	T	Karakteristik Debit (m ³ /dt) Menurut Probabilitasnya							
		NORMAL		LOG-NORMAL		GUMBEL		LOG-PEARSON III	
Probabilitas	Kala-Ulang	X _T	K _T	X _T	K _T	X _T	K _T	X _T	K _T
0.99	1.	79.069	-2.326	90.933	-1.907	98.469	-1.641	94.371	-2.134
0.5	2.	144.900	0.000	142.470	-0.086	140.251	-0.164	141.282	-0.043
0.2	5.	168.716	0.842	167.600	0.802	165.259	0.719	167.100	0.826
0.1	10.	181.165	1.282	182.453	1.327	181.816	1.305	183.313	1.306
0.04	25.	194.441	1.751	199.745	1.938	202.737	2.044	203.103	1.837
0.02	50.	203.017	2.054	211.777	2.363	218.256	2.592	217.467	2.191
0.01	100.	210.731	2.326	223.218	2.768	233.662	3.137	231.584	2.517
0.001	1,000.	232.347	3.090	258.679	4.021	284.565	4.936	278.256	3.468

4.1.4 Uji Kecocokan

Uji kecocokan dilakukan untuk mengetahui bahwa pemilihan distribusi hujan rancangan yang paling tepat dari beberapa pola distribusi yang ada. Ada 2 macam uji kecocokan yaitu dengan uji Chi-Kuadrat dan Uji Smirnov-Kolmogorov, Pada Penelitian ini hanya memakai Uji Chi-Kuadrat.

a. Uji Chi-Kuadrat (Chi Square)

Untuk mengetahui kecocokan antara distribusi data dengan distribusi teortis yang dipilih maka diperlukan uji kecocokan distribusi (goodness of fit test). Uji kecocokan distribusi dilakukan dengan uji Chi-Square. Uji Chi-Square dimana distribusi Chi-Square mempunyai rumus yaitu :

$$Xc^2 = \sum_{i=1}^k (O_i - E_i)^2 / E_i \dots\dots\dots (4.5)$$

Dimana :

k = Jumlah kelas interval, tidak kurang dari 5

O_i = *Observerd* berdasarkan hasil observasi

E_i = *Expected* berdasarkan distribusi teoritis

Xc² = Chi-square Distribustion, *degree of freedom* is *k-p-1*

p = Number of parameter estimated from data

Uji Chi-Square menentukan nilai χ^2_{cr} untuk suatu tingkat signifikan tertentu (misal $\alpha = 5\%$) dan derajat kebebasan. Nilai χ^2_{cr} ini dapat diperoleh dari tabel distribusi Chi-Square. Apabila nilai $\chi^2_{C} < \chi^2_{o}$, maka kecocokan dapat diterima, dan sebaliknya.

Tabel 4.5. Aplikasi Distribusi Gumbel

Kelas	P(x >= Xm)		Ef	Curah (m ^m)	Of	Ef - Of	(Ef-Of) ² / Ef
5	0.200	0 < P <= 0.2	2.000	165.259	4.000	2.000	2.000
	0.400	0.2 < P <= 0.4	2.000	146.986	0.000	2.000	2.000
	0.600	0.4 < P <= 0.6	2.000	134.094	1.000	1.000	0.500
	0.800	0.6 < P <= 0.8	2.000	121.665	3.000	1.000	0.500
	0.999	0.8 < P <= 0.999	2.000	89.523	2.000	0.000	0.000
			10.000		10.000	Chi-Kuadrat =	5.000
						DK =	2
Distribusi GUMBEL Diterima						Chi-Kritik =	5.991

Menurut Uji Chi-Kuadrat distribusi yang terbaik adalah distribusi Gumbel dengan nilai Chi-Kritik = 5.991 dan nilai Chi-Kuadrat = 5.000. Dari uji kecocokan yang dilakukan maka dipilih hujan rancangan dengan distribusi Gumbel. Hasil analisis mengenai hujan rancangan di DAS dapat dilihat pada **Tabel 4.4** di atas.

4.2 Pola Agihan Hujan

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 5.6 di bawah ini.

$$t_c = \frac{0.606 \times (L \times n)^{0.467}}{S^{0.234}} \dots\dots\dots (4.6)$$

Dimana :

- tc : waktu konsentrasi (menit),
- L : panjang sungai (Km),
- S : kemiringan sungai.
- n : koefisien kekasaran

Waktu konsentrasi hujan digunakan selama 3 jam. Intensitas hujan dihitung dengan rumus Mononobe (SK SNI DPU,1989) seperti Persamaan berikut ini:

$$I_t = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t}\right)^{2/3} \dots\dots\dots (4.7)$$

Dimana :

- It : Intensitas hujan (mm/jam),
- R₂₄ : Hujan rancangan (mm/hari),
- t : Waktu ke-t

Tabel 4.6. Distribusi Hujan Rancangan Jam-Jaman

t (jam)	Distribusi (%)	Kala Ulang						
		T1.01	T2	T5	T10	T25	T50	T100
1	18.02	17.75	25.28	29.78	32.77	36.54	39.33	42.11
2	69.34	68.27	97.24	114.58	126.06	140.57	151.33	162.01
3	12.64	12.45	17.73	20.89	22.99	25.63	27.59	29.54

4.3 Analisa Debit Banjir Rancangan

4.3.1 Metode Rasional

Metode rasional dapat menggambarkan hubungan antara debit dengan besarnya curah hujan untuk DAS dalam luas sampai 500 ha. Debit banjir dapat dihitung berdasarkan parameter hujan dan karakteristik DAS, dengan rumus umum berikut:

$$Q_p = 0.278 \times C \times I \times A \dots\dots\dots (4.8)$$

Keterangan :

- Q_p = debit puncak banjir (m³/det).
- C = koefisien aliran.
- I = intensitas hujan selama waktu konsentrasi (mm/jam).
- A = luas daerah pengaliran sungai (km²).

4.3.2 Metode Haspers

Perhitungan debit banjir rencana menggunakan Metoda Haspers adalah sebagai berikut :

- a. koefisien aliran (α) dihitung dengan rumus:

$$\alpha = \frac{1+0.012f^{0.7}}{1+0.075f} \dots\dots\dots (4.9)$$

- b. Koefisien reduksi (β) dihitung dengan rumus:

$$\frac{1}{\beta} = 1 + \frac{t+(3,7 \times 10^{0.4t})}{(t+15)} \times \frac{f^{3/4}}{12} \dots\dots\dots (4.10)$$

- c. Waktu konsentrasi dihitung dengan rumus:

$$t_x = 0.1xL^{0.9}xi^{-0.3} \dots\dots\dots (4.11)$$

- d. Hujan Maksimum menurut Haspers dihitung dengan rumus :

$$q = \frac{Rt}{3.6t} \dots\dots\dots (4.12)$$

$$Rt = S_x U \dots\dots\dots (4.13)$$

Keterangan :

- t = waktu curah hujan (jam)
- q = hujan maksimum (m³/km²/s)
- R = curah hujan maksimum rata-rata (mm)
- S_x = Simpangan baku
- U = variabel simpangan untuk kala ulang T tahun

R_t = curah hujan dengan kala ulang T tahun (mm)

Berdasarkan Haspers ditentukan :

a. Untuk $t < 2$ jam

$$R_t = \frac{txR_{24}}{t+1-0.0008(260-R_{24})(2-t)^2} \dots\dots\dots(4.14)$$

b. Untuk 2 jam $< t < 19$ jam

$$R_t = \frac{txR_{24}}{t+1} \dots\dots\dots(4.15)$$

c. Untuk 19 jam $< t < 30$ hari

$$R_t = 0.707xR_{24}t + 1 \dots\dots\dots(4.16)$$

Keterangan :

t = waktu curah hujan (hari)

R_{24} = curah hujan dalam 24 jam (mm)

R_t = curah hujan dalam t jam (mm)

4.3.3 Metode Nakayasu

Nakayasu dari Jepang, telah menyelidiki hidrograf satuan pada beberapa sungai di Jepang dan membuat rumus hidrograf satuan sintetik dari hasil penyelidikannya. Rumus empiris yang dihasilkannya adalah sebagai berikut :

$$Q_p = \frac{CxAxR_o}{3.6(0.3T_p+T_{0.3})} \dots\dots\dots(4.17)$$

Dimana :

Q_p = debit puncak banjir (m^3/s)

R_o = hujan satuan (mm)

T_p = tenggang waktu (*Time Lag*) dari permulaan hujan sampai puncak banjir (jam)

$T_{0.3}$ = waktu yang diperlukan oleh penurunan debit, dari debit puncak sampai menjadi 30% dari debit puncak.

a. Bagian lengkung naik (*decreasing limb*) :

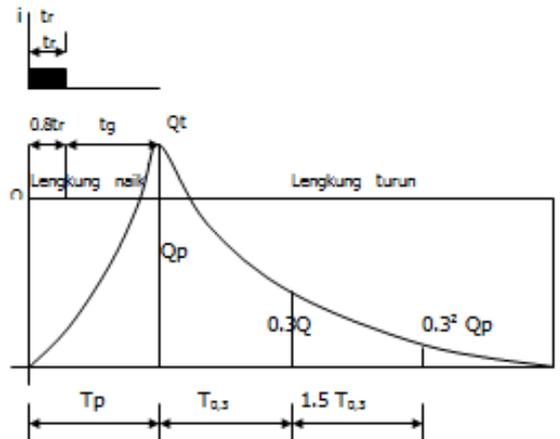
$$Q_a = Q_p \left(\frac{t}{T_p} \right)^{2.4} \dots\dots\dots(4.18)$$

Dimana :

Q_a = limpasan sebelum mencapai debit puncak (m^3/s)

t = waktu (jam)

b. Bagian lengkung turun (*decreasing limb*) :



$$Q_d > 0.3Q_p : Q_{d1} = Q_p \times 0.3^{\frac{1-Tp}{T_{0.3}}} \dots\dots\dots(4.19)$$

$$0.3 Q_p > Q_d > 0.3^2 Q_p : Q_{d2} = Q_p \times 0.3^{\frac{1-T+0.5T_{0.3}}{2T_{0.3}}} \dots\dots\dots(4.20)$$

$$0.3^2 Q_p > Q_d : Q_{d3} = Q_p \times 0.3^{\frac{1-Tp+1.5T_{0.3}}{2T_{0.3}}} \dots\dots\dots(4.21)$$

c. Tenggang waktu

$$Tp = tg + 0.8tr \dots\dots\dots(4.22)$$

Untuk :

$$L < 15 \text{ km } \quad tg = 0.21 \times L^{0.7} \dots\dots\dots(4.23)$$

$$L > 15 \text{ km } \quad tg = 0.4 + 0.058 L \dots\dots\dots(4.24)$$

Dimana :

L = panjang alur sungai (km)

tg = waktu konsentrasi (jam)

tr = 0.5 tg sampai tg

$T_{0.3} = \alpha tg$

Untuk :

- Daerah pengaliran biasa $\alpha = 2.0$
- Bagian naik hidrograf yang lambat dan bagian menurun yang cepat $\alpha = 1.5$
- Bagian naik hidrograf yang cepat dan bagian menurun yang lambat $\alpha = 3.0$.

4.3.4 Metode SCS (*Soil Conservation Service*)

SCS menggunakan hidrograf tak berdimensi yang diekspresikan dalam bentuk perbandingan antara debit q dengan debit puncak q_p dan waktu t dengan waktu naik (*time of rise*) t_p . Dalam kajian terhadap banyak hidrograf satuan, waktu turun (*time of recession*) dapat diperkirakan sebesar $1,67 T_p$ dan basis hidrograf $t_p = 2,67 T_p$. Untuk limpasan langsung (*direct runoff*) sebesar 1 cm diperoleh debit puncak. Rumus-rumus yang digunakan dalam perhitungan adalah sebagai berikut :

$$q_p = \frac{CA}{T_p} \dots\dots\dots(4.25)$$

$$t_p = 0.6T_c \dots\dots\dots(4.26)$$

$$T_c = \frac{0.06628xL^{0.77}}{I^{0.385}} \dots\dots\dots(4.27)$$

$$T_p = \frac{t_r}{2} + t_p \dots\dots\dots(4.28)$$

Keterangan :

- q_p = puncak hidrograf satuan (m^3/s)
- C = konstanta = 2.08
- A = luas DAS (km^2)
- T_p = waktu naik atau waktu yang diperlukan antara permulaan hujan hingga mencapai puncak hidrograf (jam)
- t_p = waktu kelambatan yaitu waktu antara titik berat curah hujan hingga puncak hidrograf (jam)
- T_c = waktu konsentrasi yang dapat dihitung dengan persamaan Kirpich 1940 (jam)
- L = panjang maksimum lintasan air (km)
- I = kemiringan sungai
- ΔH = perbedaan ketinggian antara titik terjauh di DAS dengan tempat pelepasan (*outlet*)
- T_r = lama terjadinya hujan efektif (jam)

Untuk menentukan grafik debit dapat diperoleh dengan mengalikan sumbu horizontal dengan T_p dan sumbu vertikal dengan q_p serta basis

hidrograf $t_p = 2,67 T_p$. Koordinat hidrograf satuan tak berdimensi SCS dapat diperoleh dari tabel berikut.

Tabel 4.7. Koordinat hidrograf satuan tak berdimensi SCS

t/T_p	q/q_p	t/T_p	q/q_p
0.0	0	1.4	0.750
0.1	0.015	1.5	0.660
0.2	0.075	1.6	0.560
0.3	0.16	1.8	0.420
0.4	0.28	2.0	0.320
0.5	0.43	2.2	0.240
0.6	0.6	2.4	0.180
0.7	0.77	2.6	0.130
0.8	0.89	2.8	0.098
0.9	0.97	3.0	0.075
1.0	1	3.5	0.036
1.1	0.98	4.0	0.018
1.2	0.92	4.5	0.009
1.3	0.84	5.0	0.004

4.3.5 Metode Snyder

Unit hidrograf Snyder menentukan parameter yaitu waktu keterlambatan, aliran puncak, waktu dasar dan durasi standar dari hujan efektif untuk hidrograf satuan dikaitkan dengan geometri fisik dari DAS dengan hubungan berikut ini (Gupta, 1989).

$$t_p = Ct(LxLc)^{0.3} \dots\dots\dots(4.29)$$

$$Q_p = \frac{cpxA}{t_p} \dots\dots\dots(4.30)$$

$$T = 3 + \frac{t_p}{8} \dots\dots\dots(4.31)$$

$$tD = \frac{t_p}{5.5} \dots\dots\dots(4.32)$$

$$tD = t_p + 0.25(1 - tD) \dots\dots\dots(4.33)$$

Apabila durasi hujan efektif t_r tidak sama dengan durasi standar tD , Maka :

$$t_{pr} = t_p + 0.25(t_r - tD) \dots\dots\dots(4.34)$$

$$Q_{pr} = Q_p \frac{t_p}{t_{pr}} \dots\dots\dots(4.35)$$

Dengan :

- tD = durasi standar dari hujan efektif (jam)
- t_r = durasi hujan efektif (jam)
- t_p = waktu dari titik berat durasi hujan efektif tD ke puncak hidrograf satuan (jam)

t_{pR} = waktu dari titik berat durasi hujan t_r ke puncak hidrograf satuan (jam)

T = waktu dasar hidrograf satuan (hari)

Q_p = debit puncak untuk durasi t_D

Q_{pR} = debit puncak untuk durasi t_r

L = panjang sungai utama terhadap titik kontrol yang ditinjau (km)

L_c = jarak antara titik kontrol ke titik yang terdekat dengan titik berat DAS (km)

A = luas DAS (km²)

C_t = koefisien yang tergantung kemiringan DAS, yang bervariasi dari 1,4 – 1,7

C_p = koefisien yang tergantung pada karakteristik DAS, yang bervariasi antara 0,15 – 0,19

Dengan menggunakan rumus-rumus diatas dapat digambarkan hidrograf satuan. Untuk memudahkan penggambaran, berikut ini diberikan beberapa rumus :

$$Pr = \frac{t_r}{2} + t_{pR} \dots\dots\dots(4.36)$$

$$W_{50} = \frac{0.13xA^{1.08}}{Q_{pR}^{1.08}} \dots\dots\dots(4.37)$$

Analisa perhitungan Metode Snyder :

Kaliyasa

L	=	10 km	Q_p	=	0.88 m ³ /detik
L_c	=	3.33 km	T	=	3.59 hari
A	=	24.50 km ²		=	86.17 jam
C_t	=	1.65	t_D	=	0.86 jam
C_p	=	0.17	tp'	=	0.86 jam
t_r	=	3 jam	T_p	=	2.36 jam
tp	=	4.72 jam			

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

$$tpR = 5.26 \text{ jam}$$

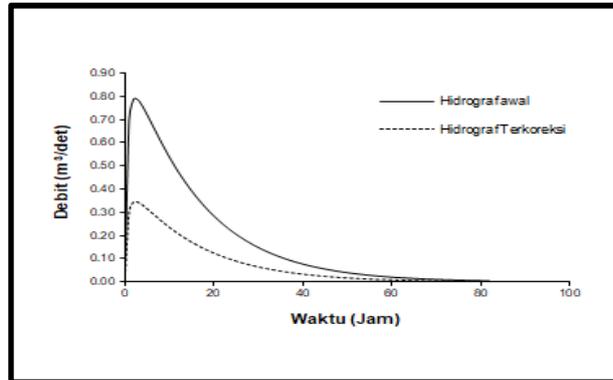
$$QpR = 0.792 \text{ m}^3/\text{s}$$

Waktu dari awal hujan sampai ke puncak :

$$Pr = 6.76 \text{ jam}$$

$$W_{50} = 9.36 \text{ jam}$$

$$W_{75} = 5.29 \text{ jam}$$

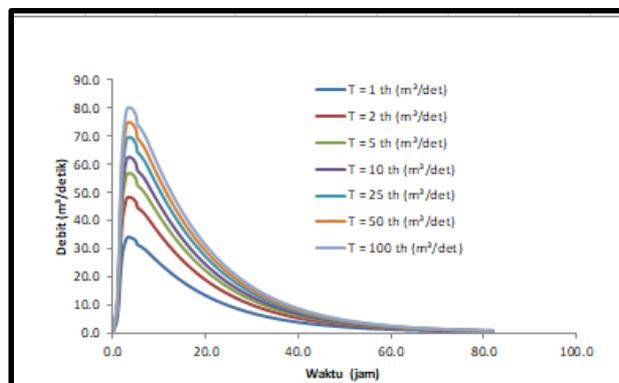


Gambar 4.2. Grafik HSS Metode Snyder Kaliyasa

Hasil perhitungan dan hidrograf debit banjir rancangan dengan menggunakan Metode Snyder selengkapnya dapat dilihat pada tabel dan gambar di bawah ini.

Tabel 4.8. Debit Banjir Rancangan Metode Snyder Kaliyasa

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 4.3. Grafik Debit Banjir Rancangan Metode Snyder Kali

Yasa

Berikut adalah tabel hasil perhitungan menggunakan 5 metode analisa debit banjir rancangan :

Tabel 4.9. Perhitungan Debit Banjir Rancangan dengan 5 Metode

T (Kala-ulang)	Debit Banjir (m ³ /det)				
	Rasional	Haspers	Snyder	SCS	Nakayasu
1	61.43	40.37	33.92	70.71	46.64
2	87.49	57.49	48.18	100.71	66.43
5	103.10	67.74	56.72	118.67	78.28
10	113.42	74.53	62.37	130.56	86.12
25	126.48	83.11	69.52	145.58	96.03
50	136.16	89.47	74.82	156.73	103.38
100	145.77	95.78	80.08	167.79	110.68

Dari data diatas maka dapat dilakukan pendekatan lapangan, debit terukur untuk Kali Yasa yaitu 27.8 m³/s. Dari ke lima metode diatas maka dapat disimpulkan saya memilih metode Snyder karena lebih mendekati debit lapangan daripada metode yang lainnya.

4.4 Simulasi Aliran Menggunakan *HEC-RAS v5.0.3*

Setelah menghitung Analisis Hidrologi maka data debit banjir rancangan dapat digunakan untuk simulasi aliran dengan bantuan *software HEC-RAS*.

Berikut langkah-langkah cara menggunakan *HEC-RAS* :

1. *Starting HEC-RAS*

Untuk mulai pekerjaan HEC-RAS, klik "File", "New Project", kemudian simpang Project dengan nama sesuai selera pada direktori atau folder yang diinginkan.

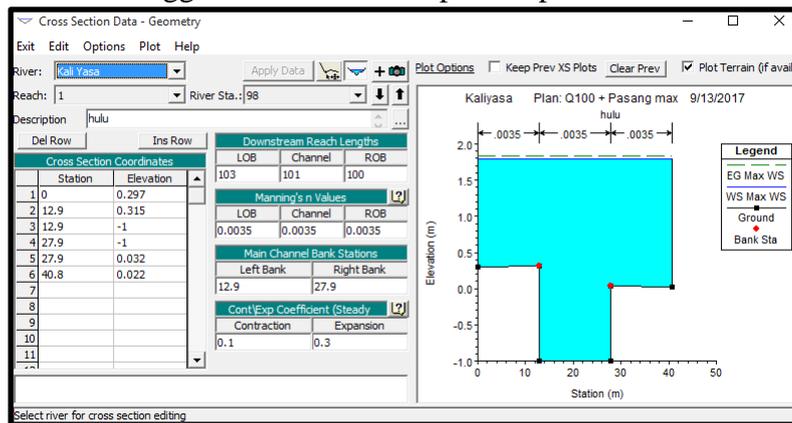
2. Menginput Geometri Data

Langkah selanjutnya adalah membuat dan mengisi geometri data. Pembuatan geometri data dengan cara klik Tool bar *View/Edit Geometric Data*  dari tampilan HEC-RAS. Setelah muncul tampilan *Geometric Data*, langkah selanjutnya adalah membuat *lay out* sungai dengan cara klik *tool bar "River Reach"*, kemudian kita bisa mulai menggambar *lay out* sungai yang diinginkan, dan setelah itu memberi nama *River* dan *Reachnya*. arah aliran saluran harus sesuai dengan arah penggambaran. Untuk lebih detailnya, Peta Topografi Kaliyasa dapat

dilihat pada Lampiran A dan Potongan Melintang Kaliyasa Pada Lampiran B.

3. Menginput data *Cross Section*

Setelah lay out selesai maka kita dapat langsung memasukkan data potongan melintang (*Cross Section*) sungai dengan cara klik ikon *Cross Section*  sehingga akan muncul tampilan seperti dibawah ini:



Gambar 4.4. Input Data *Cross Section* Kaliyasa

4. Menginput Data Aliran

Selanjutnya adalah memasukkan data aliran, sebelum memasukkan data aliran, kita harus memastikan terlebih dahulu jenis aliran yang akan disimulasi, dalam *HEC-RAS 5.0.3* ada 2 jenis aliran, yaitu aliran *Steady* (aliran tetap) dan aliran *Unsteady* (aliran tak tetap).

a. Aliran *Steady*

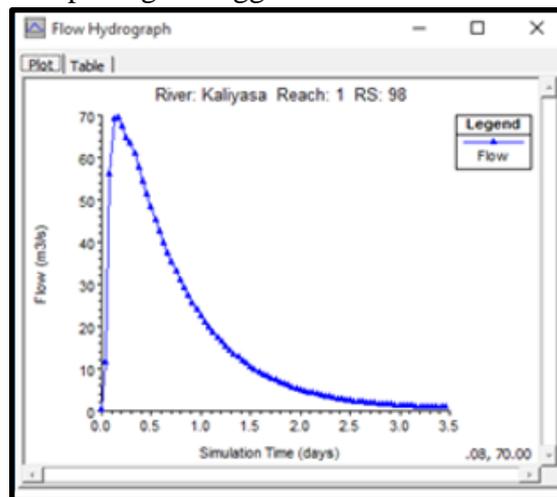
Jika kita akan menggunakan aliran *Steady* (parameter aliran yang tidak berubah terhadap waktu), klik ikon “view/edit steady flow data



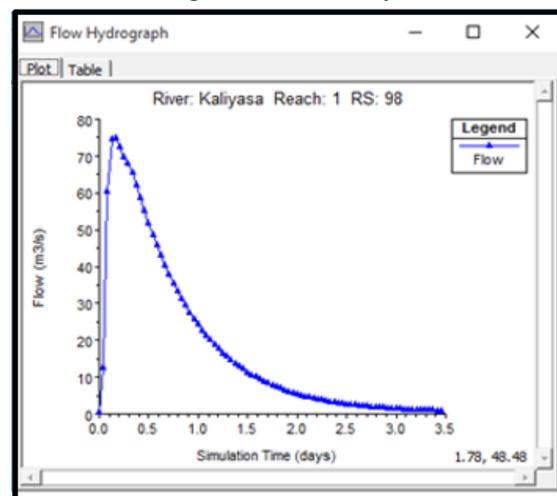
b. Aliran *Unsteady*

Jika aliran yang kita miliki merupakan aliran *Unsteady* (parameter aliran yang berubah terhadap waktu), berarti kita sebaiknya menganalisis aliran secara *Unsteady*. Untuk memasukkan data aliran, tinggal klik ikon “view/edit unsteady flow data ”, dikarenakan aliran sungai Kaliyasa dekat dengan laut maka sungai Kali Yasa dipengaruhi oleh pasang surut air laut yang masuk ke sungai Kali Yasa, dengan itu dapat ditetapkan bahwa kaliyasa memiliki aliran

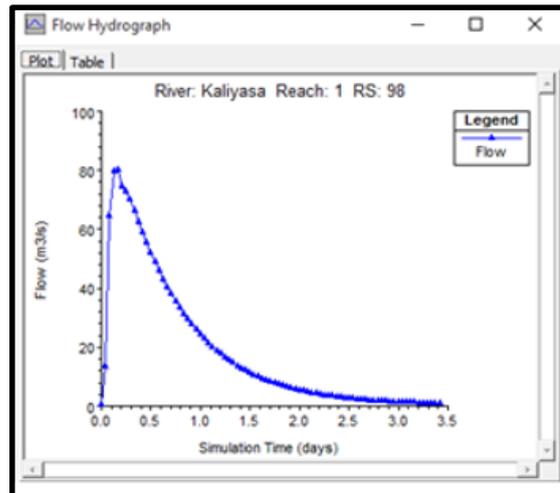
Unsteady. Setelah jendela *Unsteady* muncul, maka kita dapat menginput data debit banjir rancangan berdasarkan kala ulang yang sudah dianalisis, untuk memasukkan debit banjir rancangan maka dapat dipilih *Boundary Conditionnya Flow Hydrograph*, jika kita memiliki data Pasang surutnya maka dapat dimasukkan dengan memilih *Boundray Conditionnya Stage Hydrograph*. berikut dibawah ini hasil penginputan beberapa data kala ulang dan *Hydrograph* saat pasang tertinggi dan surut terendah:



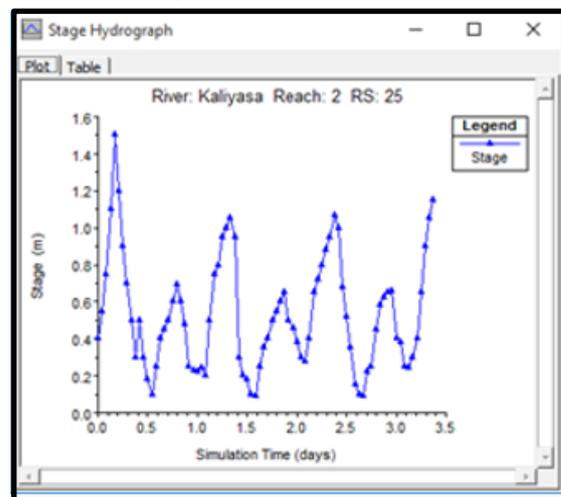
Gambar 4.5. *Hydrograph* Kala Ulang 25 tahun DAS Kaliyasa dengan Metode Snyder



Gambar 4.6. *Hydrograph* Kala Ulang 50 tahun DAS Kaliyasa dengan Metode Snyder



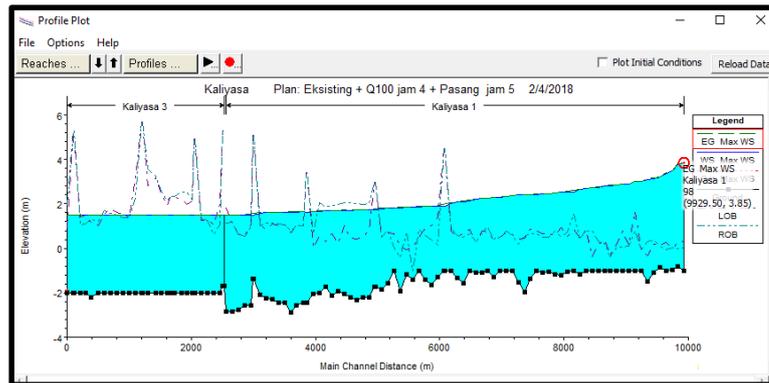
Gambar 4.7. *Hydrograph* Kala Ulang 100 tahun DAS Kaliyasa dengan Metode Snyder



Gambar 4.8. *Hydrograph* Pasang Surut Kaliyasa

4.5 *Running HEC-RAS v5.0.3*

Saat pertama melakukan running dengan menggunakan angka kekasaran 0.035 untuk sungai berkelok-kelok dan tenang dengan dasar tanah dan tebing dari batu pecah. Berikut hasil running *HEC-RAS* dengan Kala Ulang 100 Tahun + Pasang Tertinggi.



Gambar 4.9. Potongan Memanjang Kaliyasa Kala Ulang 100 Tahun saat Pasang Tertinggi dengan manning 0.035

Pada bagian hulu Kaliyasa air terlalu tinggi. Akhirnya dilakukan pendekatan dengan mengubah Manning pada beberapa saluran dengan menggunakan data pengukuran lapangan. Berikut data pengukuran kecepatan dengan pelampung :

Tabel 4.10. Data Pengukuran Eksisting Kaliyasa

Dkt Pot	X	Y	z dari tanggul ke muka air sungai (m)	Sisi Pengambilan Hidrometri	Jarak (m)	Waktu (s)
P.24	281841.501	9145536.982	0.78	Kanan	10	15.8
P.39	282590.861	9146777.870	0.1	Kiri	8	18.3
P.1	280578.29	9143736.770	0.3	Kiri	6	11.5

(sumber : Survei Konsultan Perencana)

Dari data diatas hanya menguji pada titik P.39, hasilnya dapat dilihat dibawah ini :

$$W1 = 0.27 \text{ m}$$

$$Q = 27.8 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$V = 0.44 \text{ m/s}$$

Data diatas digunakan sebagai data untuk melakukan pendekatan pada kondisi sebenarnya. Kemudian di lakukan kalibrasi dengan *HEC-RAS 5.0.3.* dengan mencoba menggunakan $n = 0.0035$, didapatkan hasilnya :

$$W1 = 0.31 \text{ m}$$

$$Q = 27.8 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$V = 0.43 \text{ m/s}$$

Berikut tabel hasil *running* dengan Manning 0.0035 :

Tabel 4.11. Hasil *Running HEC-RAS* dengan Manning 0.0035

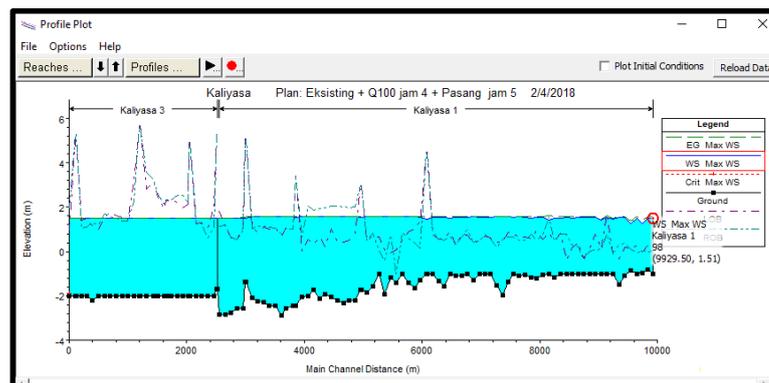
Profile Output Table - Standard Table 1

File Options Std. Tables Locations Help

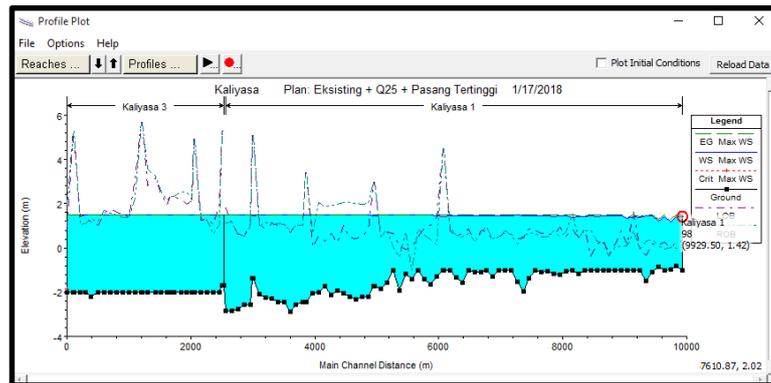
HEC-RAS Plan: K.1 River: Kalibrasi Reach: 1 Profile: PF 1

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Froude # Chl
1	39	PF 1	27.80	-2.03	0.30		0.31	0.000001	0.43	64.81	42.48	0.11
1	38	PF 1	27.80	-2.06	0.30		0.31	0.000001	0.40	69.82	45.15	0.09
1	37.47	PF 1	27.80	-2.46	0.28		0.30	0.000004	0.74	37.32	21.40	0.18
1	37.36	PF 1	27.80	-2.46	0.28		0.30	0.000004	0.74	37.32	21.40	0.18
1	37	PF 1	27.80	-2.43	0.29		0.30	0.000001	0.42	65.80	33.25	0.10
1	36	PF 1	27.80	-2.56	0.29		0.30	0.000001	0.35	79.95	38.09	0.08
1	35	PF 1	27.80	-2.87	0.29		0.30	0.000000	0.30	93.48	41.70	0.06
1	34	PF 1	27.80	-2.44	0.29		0.30	0.000001	0.35	78.84	41.13	0.08
1	33	PF 1	27.80	-2.46	0.29		0.30	0.000001	0.41	67.97	35.14	0.09
1	32	PF 1	27.80	-2.28	0.28		0.30	0.000001	0.48	58.28	33.06	0.11
1	31	PF 1	27.80	-2.24	0.29		0.30	0.000001	0.42	65.91	34.82	0.10
1	30	PF 1	27.80	-2.10	0.28		0.29	0.000002	0.48	58.41	36.77	0.12
1	29.5	PF 1	27.80	-1.36	-0.05	-0.07	0.26	0.000137	2.50	11.13	17.06	0.99
1	29.42	PF 1	27.80	-1.36	-0.07	-0.07	0.26	0.000143	2.54	10.95	16.92	1.01
1	29	PF 1	27.80	-2.56	-1.50	-1.50	-1.23	0.000150	2.29	12.14	22.78	1.00
1	28	PF 1	27.80	-2.57	-1.57	-1.57	-1.32	0.000153	2.21	12.57	25.26	1.00
1	27	PF 1	27.80	-2.75	-1.64	-1.64	-1.37	0.000148	2.33	11.93	21.61	1.00
1	26	PF 1	27.80	-2.85	-1.82	-1.92	-1.66	0.000089	1.73	16.07	31.23	0.77
1	25	PF 1	27.80	-2.85	-1.92	-1.92	-1.69	0.000160	2.16	12.89	27.93	1.01

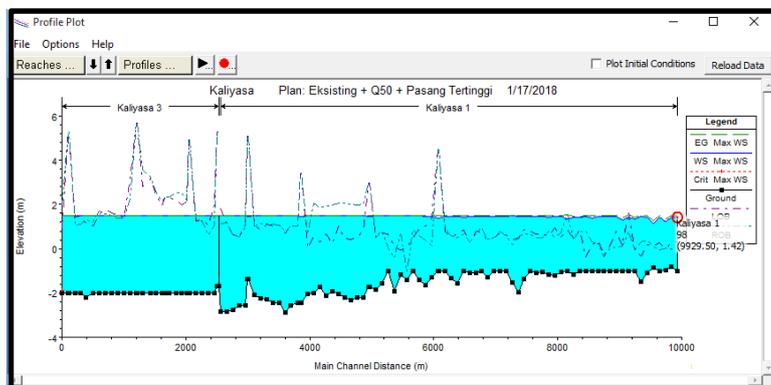
Dikarenakan hasil *running* pertama yang tidak benar maka menggunakan angka kekasaran untuk P98 – P28 dengan $n = 0.0035$ yang tidak ada keterangannya pada tabel manning dan sisanya menggunakan $n = 0.035$ yaitu sungai berkelok-kelok dan tenang dengan dasar tanah dan tebing dari batu pecah. Kemudian *running* kembali dan berikut hasilnya dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



Gambar 4.10. Potongan Memanjang Kaliyasa Kala Ulang 100 T saat Pasang Tertinggi dengan Manning pada P98-P28 $n = 0.0035$ dan P27-P0 $n = 0.035$



Gambar 4.11. Potongan Memanjang Kaliyasa Kala Ulang 25 Tahun saat Pasang Tertinggi

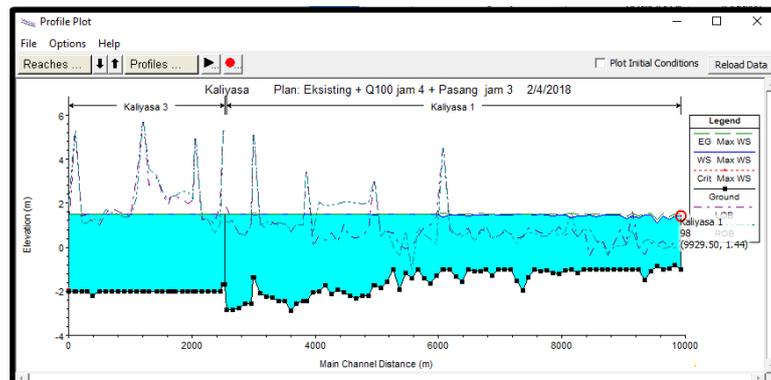


Gambar 4.12. Potongan Memanjang Kaliyasa Kala Ulang 50 Tahun saat Pasang Tertinggi

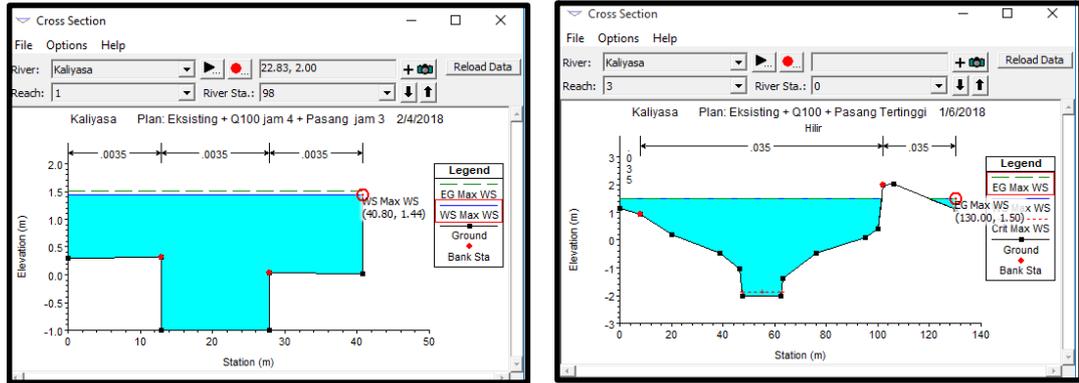
4.6 Mencari Banjir Tertinggi

Setelah melakukan pendekatan lapangan maka dilakukan beberapa rekayasa banjir untuk mencari puncak banjir tertinggi Kaliyasa dengan beberapa rekayasa aliran :

1. Debit puncak Q100 pada jam ke-4 saat Pasang Tertinggi pada jam ke-3



Gambar 4.13. Potongan Memanjang Kaliyasa dengan Debit Puncak Q100 jam ke-4 saat Pasang Tertinggi jam ke-

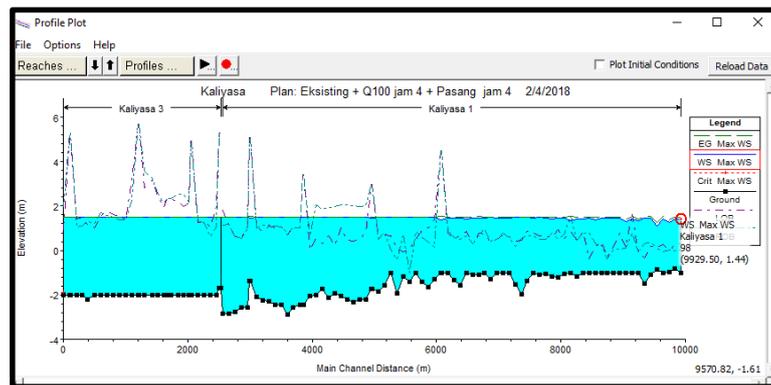


(a)

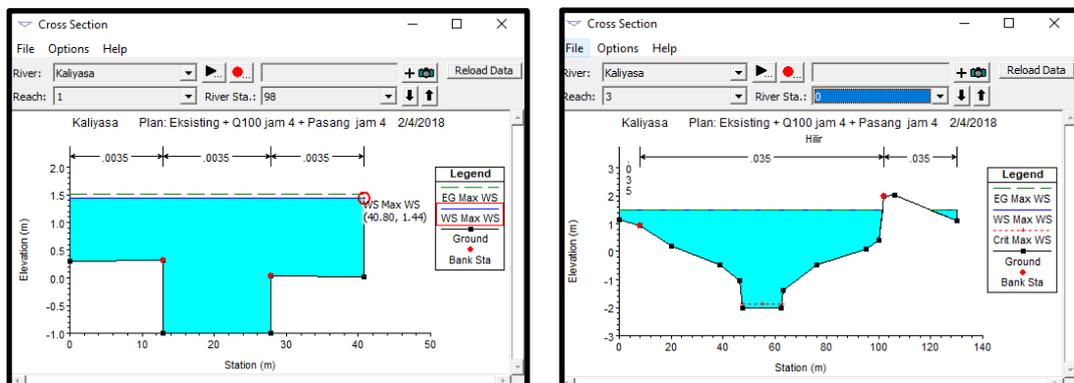
(b)

Gambar 4.14. (a) Potongan Melintang Kaliyasa dengan Debit Puncak Q100 jam ke-4 saat Pasang Tertinggi jam ke-3 bagian hulu (b) Potongan Melintang Kaliyasa dengan Debit Puncak Q100 jam ke-4 saat Pasang Tertinggi jam ke-3 bagian hulu

2. Debit puncak Q100 pada jam ke-4 saat Pasang Tertinggi pada jam ke-4



Gambar 4.15. Potongan Memanjang Kaliyasa dengan Debit Puncak Q100 jam ke-4 + Pasang Tertinggi jam ke-4



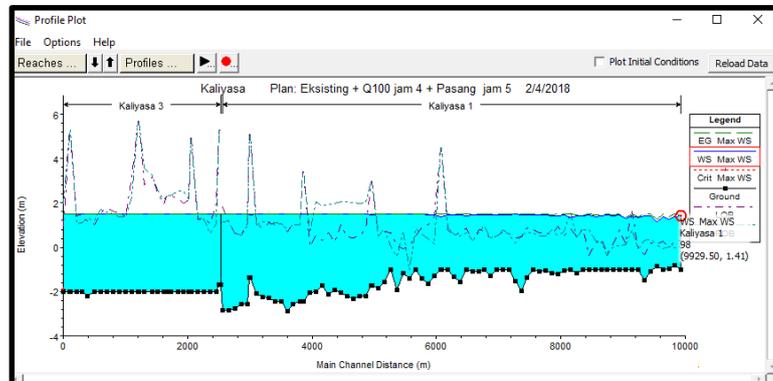
(a)

(b)

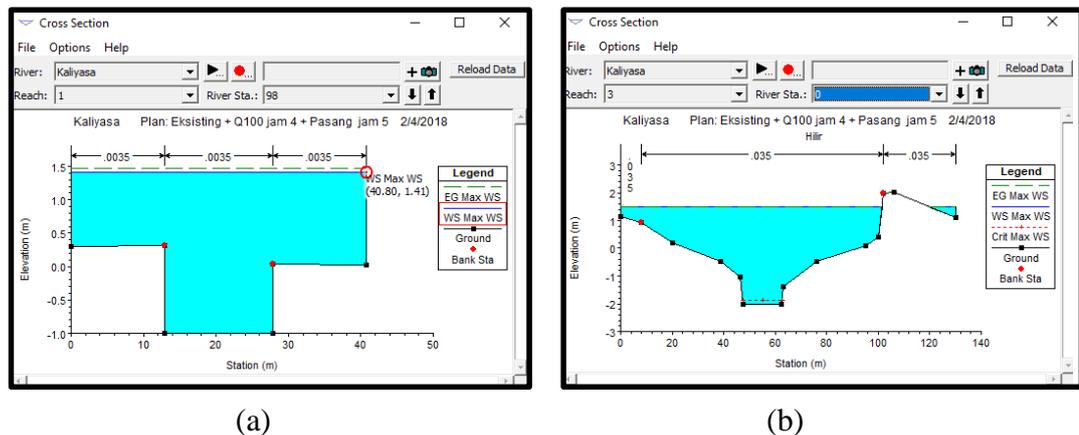
Gambar 4.16. (a) Potongan Melintang Kaliyasa dengan Debit Puncak Q100 jam ke-4 saat Pasang Tertinggi jam ke-4 bagian hulu (b) Potongan

Melintang Kaliyasa dengan Debit Puncak Q100 jam ke-4 saat Pasang
Tertinggi jam ke-4 bagian hulu

3. Debit puncak Q100 pada jam ke-4 + Pasang Tertinggi pada jam ke-5



Gambar 4.17. Potongan Memanjang Kaliyasa dengan Debit Puncak Q100 jam ke-4 saat Pasang Tertinggi jam ke-5



(a)

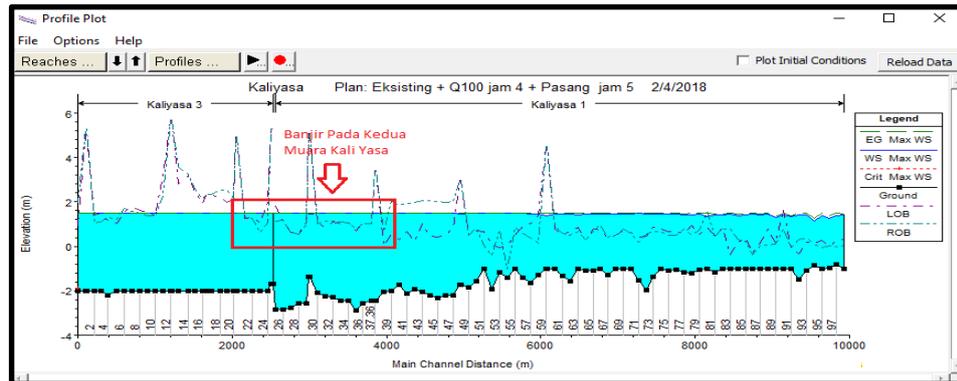
(b)

Gambar 4.18. (a) Potongan Melintang Kaliyasa dengan Debit Puncak Q100 jam ke-4 saat Pasang Tertinggi jam ke-5 bagian hulu (b) Potongan Melintang Kali Yasa dengan Debit Puncak Q100 jam ke-4 saat Pasang Tertinggi jam ke-5 bagian hulu

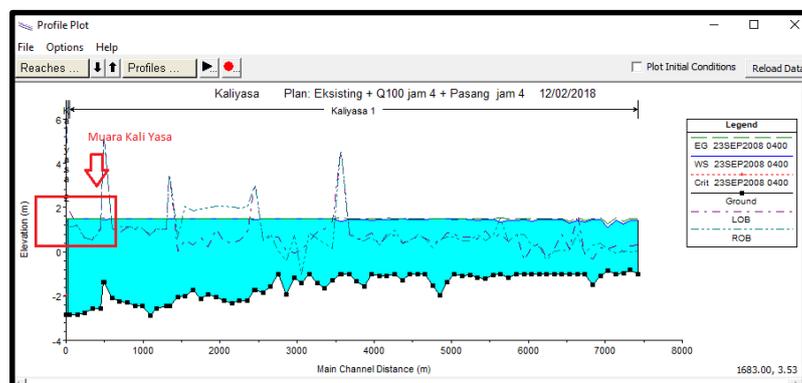
Dari 3 rekayasa aliran diatas didapatkan tinggi muka air pada rekayasa yang pertama yaitu +1.44 m, yang kedua +1.44 m dan yang ketiga +1.41 m. Maka dapat diketahui bahwa puncak banjir tertinggi terjadi pada Debit puncak Q100 pada jam ke-4 saat Pasang Tertinggi pada jam ke-3 dan Debit puncak Q100 pada jam ke-4 saat Pasang Tertinggi pada jam ke-4.

4.7 Penyebab Banjir Pada Muara Kaliyasa

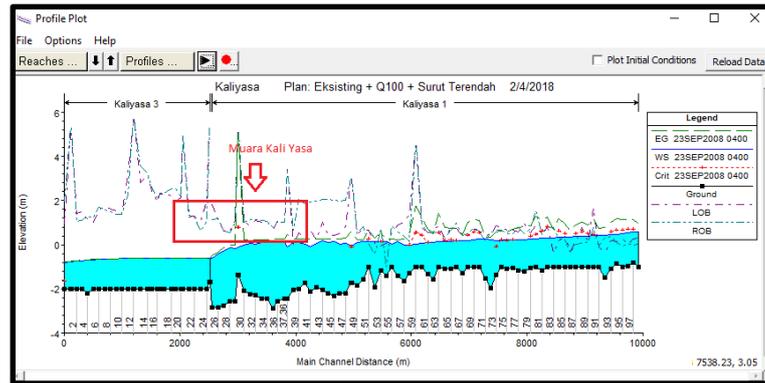
Pada potongan P.25 terdapat 2 muara sungai yaitu kekiri dekat TPI menuju ke laut dan P.0 yang bermuara ke arah Nusakambangan. Saat *running HEC-RAS* diatas menunjukkan pada hulu muara banjir padahal air mengalir terbagi menjadi 2. Berikut gambar daerah banjir pada Muara Sungai Kaliyasa dengan saat puncak Q100 bertemu dengan Pasang tertinggi dan saat puncak Q100 bertemu dengan Surut terendah :



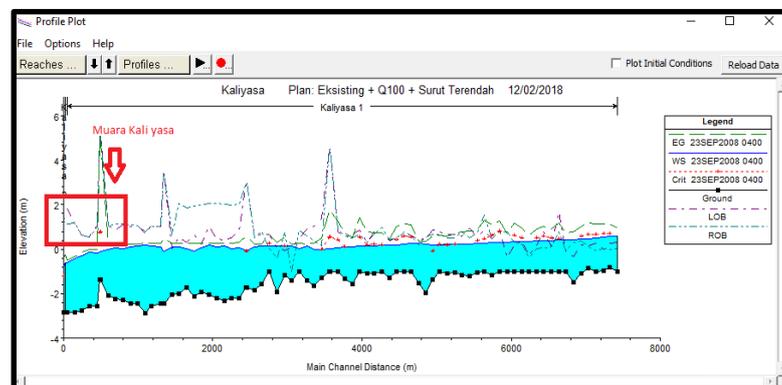
Gambar 4.19. Banjir Pada Muara Sungai Saat Pasang Tertinggi Potongan Memanjang P98 – P0



Gambar 4.20. Banjir Pada Muara Sungai Saat Pasang Tertinggi Potongan Memanjang P98 – P25



Gambar 4.21. Banjir Pada Muara Sungai Saat Surut Terendah Potongan Memanjang P98 – P0

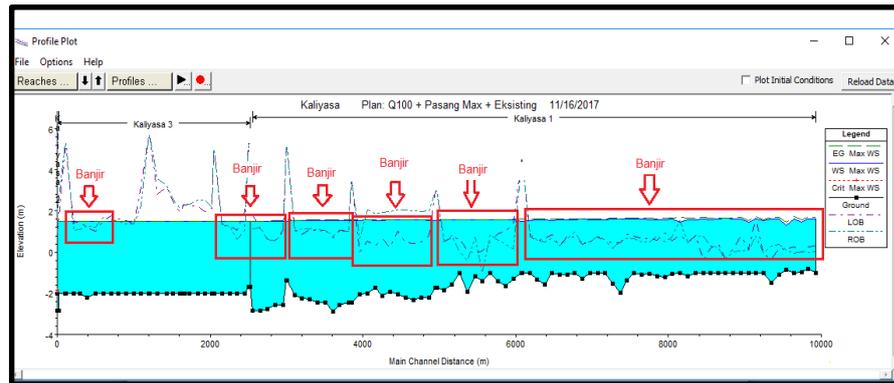


Gambar 4.22. Banjir Pada Muara Sungai Saat Surut Terendah Potongan Memanjang P98 – P0

Dapat disimpulkan dari gambar di atas, bahwa pada saat Kaliyasa mengalami pasang tertinggi maka air yang ada di hulu terdorong kembali keatas yang menyebabkan air menumpuk di bagian tengah dan menyebabkan terjadinya banjir pada hulu muara Kaliyasa sedangkan saat surut air tidak terhalangi oleh air laut dan dapat langsung mengalir masuk kelaut sehingga hulu muara Kaliyasa tidak banjir.

4.8 Hasil Output HEC-RAS v5.0.3

Program HEC-RAS 5.0.3 akan menghitung sendiri kapasitas penampang sungai Kaliyasa, sehingga dapat diketahui bentuk penampang sungai, tinggi muka air dan kapasitas penampang Kaliyasa mencukupi atau tidak. Dapat dilihat pada gambar **Gambar 5.25** bahwa air sudah melebihi tanggul Kaliyasa yang dimana 75% Kaliyasa terluapi, dapat diartikan bahwa kapasitas penampang Kaliyasa tidak mencukupi atau dikatakan banjir.



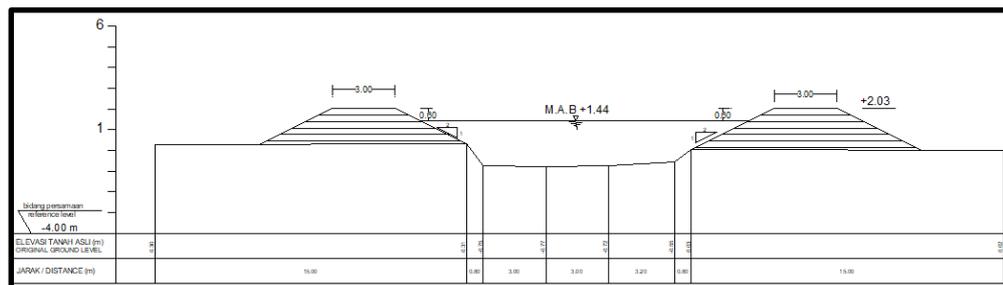
Gambar 4.23. Daerah Kaliyasa yang Banjir

4.9 Penanggulangan Banjir Kali Yasa

Dengan mempertimbangkan data sekunder yang ada, dapat diketahui salah satu cara untuk menanggulangi banjir Kaliyasa yaitu dengan membuat tanggul banjir pada daerah yang terkena banjir. Dikarenakan kurangnya data seperti kedalaman abutment jembatan dan kedalaman tanggul eksisting Kaliyasa maka tidak dapat mencoba normalisasi sungai dikarenakan takut akan membuat bangunan yang sudah ada menjadi rusak.

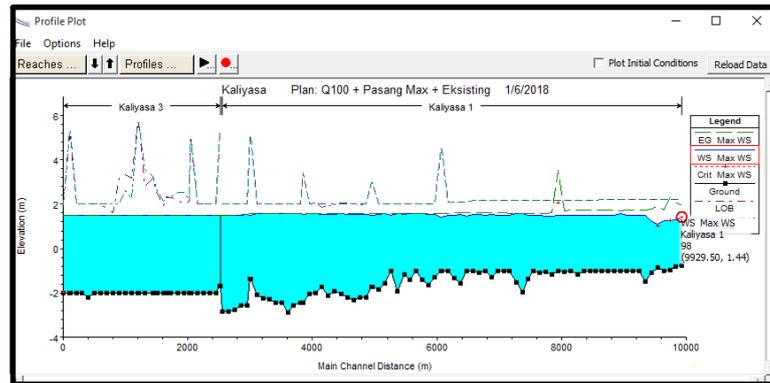
4.10 Pembuatan Tanggul Banjir

Dari hasil output diatas dapat diketahui bahwa untuk menanggulangi banjir yang terjadi, salah satu alternatif yang digunakan yaitu peninggian tanggul eksisting. Pada **Tabel 3.6** dapat dilihat untuk kriteria perancangan tinggi dan lebar tanggul. Berikut ini gambar hasil perancangan tanggul :

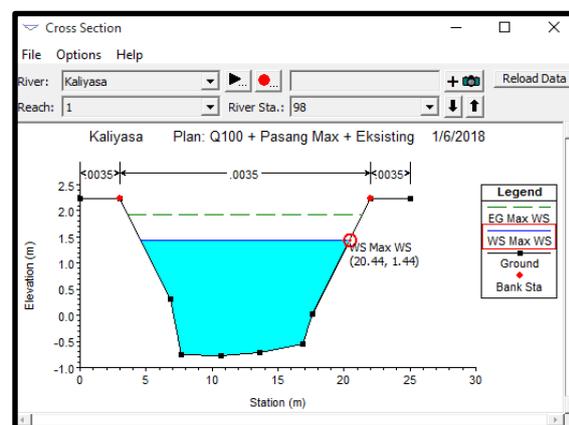


Gambar 4.24. Perancangan Tanggul dengan Tanah Urug pada P.98

Setelah dilakukan peninggian tanggul dengan tanah urug, dapat dilihat pada **Gambar 4.25** dan **4.26**, dapat disimpulkan bahwa dengan peninggian tanggul 0.60 cm, Kaliyasa aman dari banjir.



Gambar 4.25. Potongan Memanjang Kaliyasa dengan Debit Puncak Q100 jam ke-4 saat Pasang Tertinggi jam ke-4 + Tanggul Banjir



Gambar 4.26. Potongan Melintang P.98 Kaliyasa dengan Debit Puncak Q100 jam ke-4 saat Pasang Tertinggi jam ke-4 + Tanggul Banjir

Tanggul Banjir yang direkomendasikan yaitu,

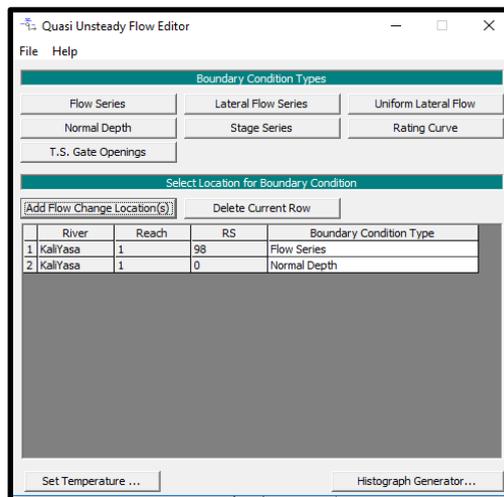
1. Untuk Tanggul Bagian Kanan dari P.98 - P.61 dengan panjang 3700 m, P.59 – P.49 dengan panjang 1000 m, P.38 – P.20 dengan panjang 1800 m dan P.10 – P.2 dengan panjang 800 m. Total untuk tanggul kanan L = 7300 m.
2. Untuk sebelah kiri P.98 – P.61 dengan panjang 3700 m, P.58 – P.49 dengan panjang 900 m, P.38 – P.20 dengan panjang 1800 m dan P.6 – P.2 dengan panjang 400 m. Total untuk tanggul kiri L = 6800 m.

Untuk peta area banjir dan rekomendasi tanggul banjir dapat dilihat pada Lampiran A halaman 3 dan 4.

4.11 Input Data Sedimen

Pada permodelan ini mensimulasikan tentang *sediment transport*. 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* (lihat **Gambar 4.27**). 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 dan akan tampil gambar seperti pada **Gambar 4.28**. Setelah selesai pilih OK.



Gambar 4.27. Tampilan *Quasi Unsteady Flow Editor*

Flow Series for KaliYasa 1 98

Select/Enter the Data's Starting Time Reference
 Use Simulation Time: Date: 23SEP2008 Time: 00
 Fixed Start Time: Date: 23sep2008 Time: 01:00

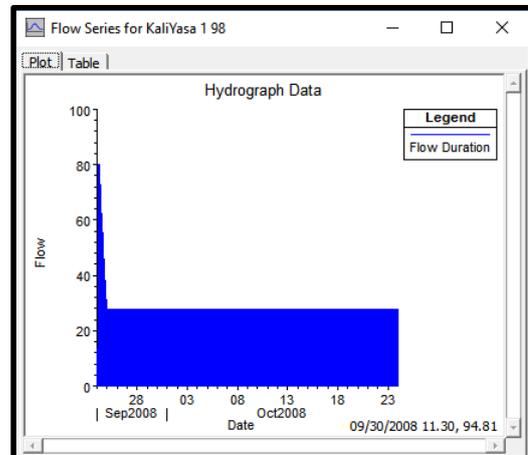
Hydrograph Data

No.	Ordinates	Interpolate Values	Del Row	Ins Row	
	Simulation Time	Elapsed Time (hours)	Flow Duration (hours)	Computation Increment (hours)	Flow (m ³ /s)
1	23Sep2008 0100	24	24	24	10
2	24Sep2008 0100	48	24	24	15.85
3	25Sep2008 0100	72	24	24	21.7
4	26Sep2008 0100	96	24	24	27.54
5	27Sep2008 0100	120	24	24	33.39
6	28Sep2008 0100	144	24	24	39.24
7	29Sep2008 0100	168	24	24	45.09
8	30Sep2008 0100	192	24	24	50.93
9	01Okt2008 0100	216	24	24	56.78
10	02Okt2008 0100	240	24	24	62.63
11	03Okt2008 0100	264	24	24	68.48
12	04Okt2008 0100	288	24	24	74.32
13	05Okt2008 0100	312	24	24	80.17
14	06Okt2008 0100	336	24	24	86.02
15	07Okt2008 0100	360	24	24	91.865
16	08Okt2008 0100	384	24	24	86.41

Compute computation increments based on flow

Plot ... OK Cancel

Gambar 4.28. Mengisi Data Debit



Gambar 4.29. Hasil Plot Debit Dalam Bentuk Diagram

Quasi Unsteady Flow Editor

File Help

Boundary Condition Types

Flow Series Lateral Flow Series Uniform Lateral Flow
 Normal Depth Stage Series Rating Curve
 T.S. Gate Openings

Select Location for Boundary Condition

Add Flow Change Location(s) Delete Current Row

	River	Reach	RS	Boundary Condition Type
1	KaliYasa	1	98	Flow Series
2	KaliYasa	1	0	Normal Depth

Set Temperature ... Histogram Generator ...

Gambar 4.30. Memilih *Normal Depth*

Slope f...

Downstream Boundary

Friction Slope: 0.001037

OK Cancel

Gambar 4.31. Mengisi *Friction Slope*

Pada *downstream* / nomor 2 diisi dengan *normal depth*. Akan muncul tampilan seperti pada **Gambar 4.31**, kolom tersebut diisi dengan nilai *slope* yaitu 0.001037, lalu OK. Yang terakhir diisi untuk *quasi unsteady* data adalah data temperatur. Untuk mengisi temperatur pilih *set temperature* dan akan muncul gambar seperti pada **Gambar 4.32**. Isi *Use Fixed* data sesuai data *flow series*, duration dengan nilai 24, dan temp dengan 23. Pilih OK untuk menyelesaikan pengisian data. Pilih *File – Save-Quasi Unsteady Flow File* (lihat **Gambar 4.33**).

Temperature Series

Select/Enter the Data's Starting Time Reference

Use Simulation Time: Date: 23SEP2008 Time: 00

Use Fixed Start Time: Date: 23SEP2008 Time: 00

Temperature Data

No. Ordinates Interpolate Missing Values Del Row Ins Row

	Simulation Time	Elapsed Time (hours)	Duration (hours)	Temp (C)
1	22Sep2008 2400	24	24	23
2	23Sep2008 2400	48	24	23
3	24Sep2008 2400	72	24	23
4	25Sep2008 2400	96	24	23
5	26Sep2008 2400	120	24	23
6	27Sep2008 2400	144	24	23

OK Cancel

Gambar 4.32. Mengisi Temperature

Quasi Unsteady Flow Editor

File Help

Boundary Condition Types

Flow Series Lateral Flow Series Uniform Lateral Flow

Normal Depth Stage Series Rating Curve

T.S. Gate Openings

Select Location for Boundary Condition

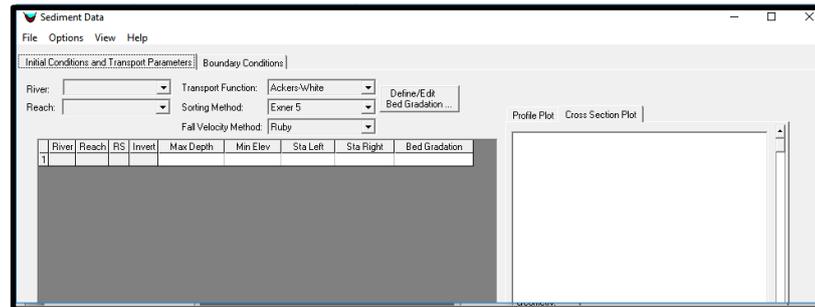
Add Flow Change Location(s) Delete Current Row

	River	Reach	RS	Boundary Condition Type
1	KaliYasa	1	98	Flow Series
2	KaliYasa	1	0	Normal Depth

Set Temperature... Histogram Generator...

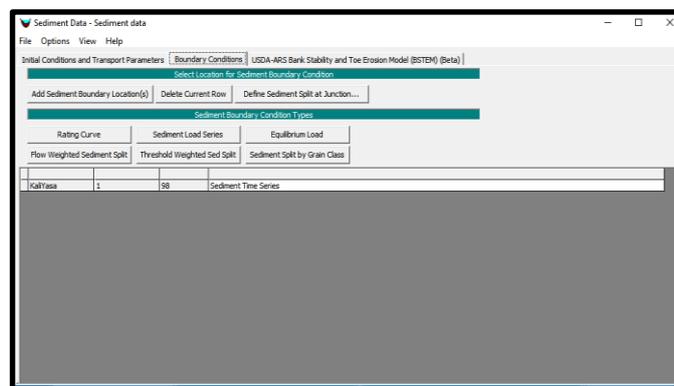
Gambar 4.33. Save Quasi-Unsteady Flow File

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 Gradation*, dan akan muncul seperti pada **Gambar 4.34**. Isi kolom tersebut dengan data hasil saringan sampel material.

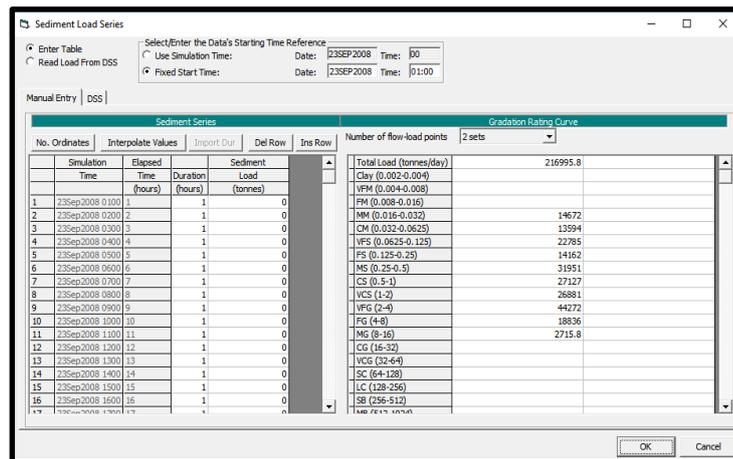


Gambar 4.34. *Define / edit bed gradation*

Pada model simulasi ini menggunakan batasan *max depth* / kedalaman maksimum gerusan adalah 3 m 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 Gradastions*. *Initial condition* telah selsai diisi, langkah selanjutnya mengisi *boudary conditions*. Pada kolom bawah pilih *Sediment Load Series*. Isi data sesuai dengan hasil analisa gradasi yang telah dilakukan.



Gambar 4.35. *Boundry Condition*

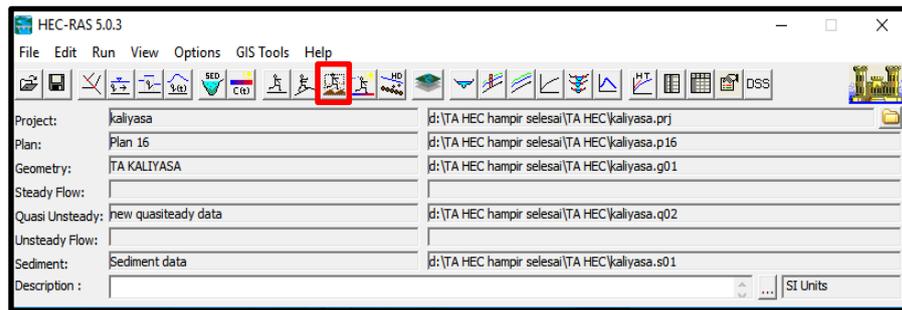


Gambar 4.36. Mengisi *Sediment Load Series*

Pada input sedimentasi ini dilakukan sebagai *trial error* hingga mendekati volume sedimen yang sebenarnya. Data yang digunakan adalah data hasil analisis gradasi sedimentasi yang diambil pada area hulu Sungai Kaliyasa. Data tersebut kemudian diproses dengan perkiraan volume sedimen yang masuk ke aliran Sungai Kaliyasa. Pada bulan berikutnya dianggap *equilibrium*, hingga *sediment load* dianggap sama hingga akhir simulasi. Semua data tersebut dimasukkan pada kolom seperti yang ditunjukkan. Hasil. Menghitung volume sedimentasi yang untuk kalibrasi dengan membandingkan volume hasil simulasi dengan perkiraan volume sedimen yang berada di area Sungai kaliyasa. Proses ini dilakukan hingga volume perbandingan antara hasil simulasi mendekati dengan kondisi eksisting di lapangan. Pengisian data sedimentasi telah selesai, langkah terakhir adalah menyimpan data dengan cara pilih *File – Save Sediment Data*, lalu *Exit*.

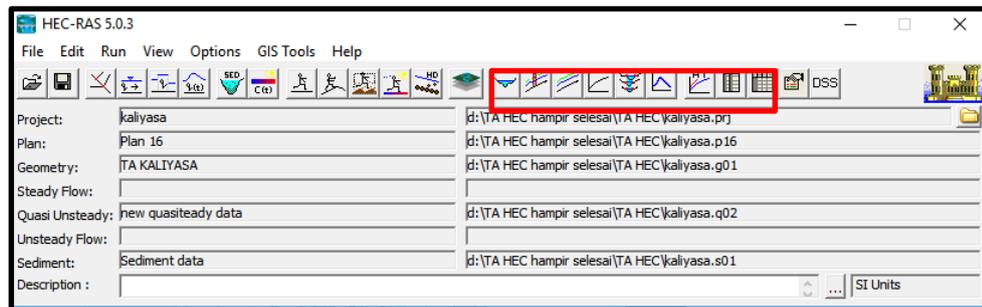
4.12 Running Simulation Transport Sediment

Jika proses pengisian data telah selesai, maka proses terakhir adalah melakukan *Perform a sediment transport simulation*. Pilih seperti tanda pada **Gambar 4.37**.

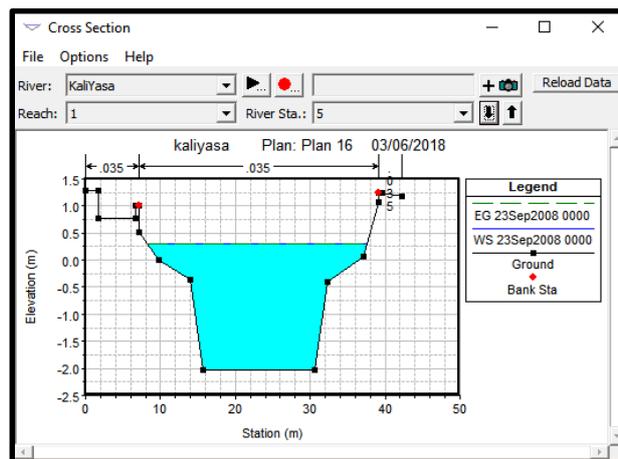


Gambar 4.37. Perform A Sediment Transport Simulation

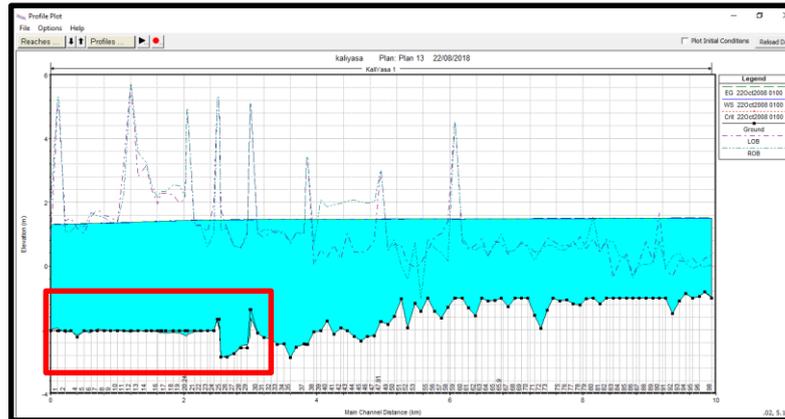
Pada *Sediment Transport Analysis*, isi *starting date* sesuai dengan data rencana pada tanggal berapa simulasi akan di analisis. Begitu juga pada *ending date* diisi dengan tanggal berapa simulasi akan berhenti. Jika program telah selesai melakukan simulasi, hasil dari simulasi baik berupa data maupun grafik dapat dilihat dengan cara memilih seperti pada **Gambar 4.38**.



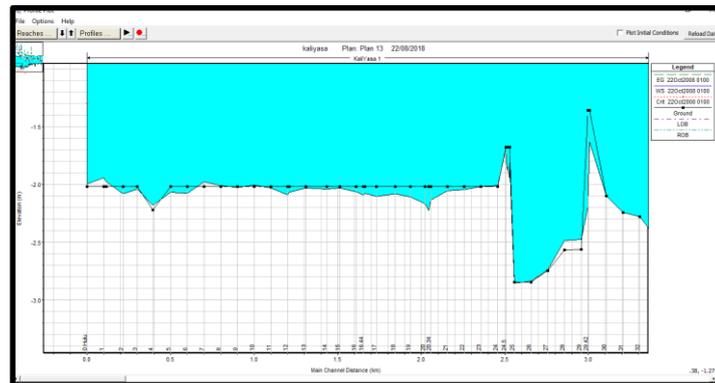
Gambar 4.38. Menu Pembacaan Hasil Simulasi Sedimen



Gambar 4.39. Hasil Simulasi Pada Tampilan *Cross Section*



Gambar 4.40. Area yang Terjadi Sedimentasi



Gambar 4.41. Daerah Sungai Kaliyasa yang Mengalami Masalah Terjadi Pada P.0 – P.30

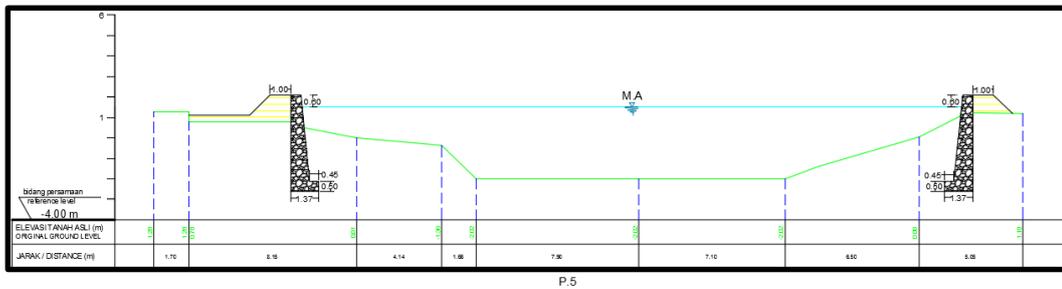
River Sta	Profile	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Froude #	Chl
30	22Oct2008 0100	27.80	-2.10	1.46		1.47	0.000000	0.27	103.83	39.50	0.05	
29.5	22Oct2008 0100	27.80	-1.63	1.45		1.47	0.000002	0.57	48.40	21.40	0.12	
29.42	22Oct2008 0100	27.80	-2.19	1.45		1.46	0.000083	0.46	60.42	21.40	0.09	
29	22Oct2008 0100	27.80	-2.48	1.46		1.46	0.000017	0.23	119.79	42.40	0.04	
28	22Oct2008 0100	27.80	-2.49	1.46		1.46	0.000013	0.21	135.45	45.65	0.04	
27	22Oct2008 0100	27.80	-2.74	1.45		1.46	0.000013	0.21	133.38	44.55	0.04	
26	22Oct2008 0100	27.80	-2.84	1.45		1.46	0.000007	0.16	174.23	54.28	0.03	
25	22Oct2008 0100	27.80	-2.85	1.45		1.46	0.000007	0.16	176.21	57.15	0.03	
24.73	22Oct2008 0100	27.80	-1.81	1.45		1.45	0.000034	0.31	89.15	31.00	0.06	
24.72	22Oct2008 0100	27.80	-1.95	1.45		1.45	0.000030	0.30	93.24	31.00	0.05	
24.61	22Oct2008 0100	27.80	-1.85	1.45		1.45	0.000033	0.31	90.20	31.00	0.06	
24.59	22Oct2008 0100	27.80	-1.87	1.45		1.45	0.000032	0.31	90.96	31.00	0.06	
24.5	22Oct2008 0100	27.80	-1.69	1.45		1.45	0.000039	0.33	85.24	31.00	0.06	
24	22Oct2008 0100	27.80	-2.01	1.45		1.45	0.000023	0.26	109.39	41.05	0.05	
23	22Oct2008 0100	27.80	-2.02	1.44		1.45	0.000027	0.29	96.85	34.05	0.05	
22	22Oct2008 0100	27.80	-2.04	1.44		1.45	0.000033	0.31	92.58	39.90	0.06	
21	22Oct2008 0100	27.80	-2.06	1.44		1.44	0.000036	0.32	86.45	32.00	0.06	
20.34	22Oct2008 0100	27.80	-2.13	1.43		1.44	0.000053	0.39	70.86	22.00	0.07	
20.24	22Oct2008 0100	27.80	-2.23	1.43		1.44	0.000049	0.38	72.86	22.00	0.07	
20	22Oct2008 0100	27.80	-2.17	1.43		1.44	0.000057	0.41	68.11	22.42	0.07	
19	22Oct2008 0100	27.80	-2.11	1.42		1.43	0.000070	0.37	75.51	36.61	0.08	
18	22Oct2008 0100	27.80	-2.08	1.42		1.42	0.000064	0.39	71.73	29.51	0.08	
17	22Oct2008 0100	27.80	-2.10	1.41		1.42	0.000065	0.38	73.77	32.22	0.08	
16.53	22Oct2008 0100	27.80	-2.08	1.40		1.41	0.000067	0.38	72.85	32.21	0.08	
16.44	22Oct2008 0100	27.80	-2.10	1.40		1.41	0.000066	0.38	73.34	32.21	0.08	
16	22Oct2008 0100	27.80	-2.06	1.40		1.41	0.000065	0.38	72.59	30.89	0.08	
15	22Oct2008 0100	27.80	-2.03	1.39		1.40	0.000070	0.42	66.36	25.53	0.08	
14	22Oct2008 0100	27.80	-2.04	1.39		1.40	0.000081	0.44	63.38	25.82	0.09	
13	22Oct2008 0100	27.80	-2.03	1.38		1.38	0.000087	0.44	63.27	27.03	0.09	
12.1	22Oct2008 0100	27.80	-2.07	1.37		1.38	0.000068	0.44	63.50	21.40	0.08	
12	22Oct2008 0100	27.80	-2.09	1.37		1.38	0.000067	0.43	63.92	21.40	0.08	
11	22Oct2008 0100	27.80	-2.03	1.36		1.37	0.000072	0.43	63.99	23.47	0.08	
10	22Oct2008 0100	27.80	-2.00	1.36		1.36	0.000060	0.38	73.67	36.76	0.08	
9	22Oct2008 0100	27.80	-2.03	1.35		1.36	0.000059	0.38	73.56	32.52	0.08	
8	22Oct2008 0100	27.80	-2.01	1.34		1.35	0.000063	0.37	75.97	34.98	0.08	
7	22Oct2008 0100	27.80	-1.98	1.34		1.34	0.000039	0.32	87.10	33.50	0.06	
6	22Oct2008 0100	27.80	-2.08	1.33		1.34	0.000056	0.37	75.28	34.30	0.07	
5	22Oct2008 0100	27.80	-2.07	1.33		1.33	0.000051	0.35	81.18	42.20	0.07	
4	22Oct2008 0100	27.80	-2.18	1.32		1.33	0.000041	0.31	90.28	44.04	0.07	
3	22Oct2008 0100	27.80	-2.04	1.32		1.33	0.000044	0.34	83.60	37.75	0.07	
2	22Oct2008 0100	27.80	-2.08	1.31		1.32	0.000057	0.40	70.21	26.77	0.07	
1.17	22Oct2008 0100	27.80	-1.98	1.31		1.32	0.000036	0.29	94.64	39.99	0.06	
1	22Oct2008 0100	27.80	-1.94	1.31		1.31	0.000038	0.30	93.36	39.97	0.06	
0	22Oct2008 0100	27.80	-2.00	1.31	-1.29	1.31	0.000015	0.16	170.79	105.69	0.04	

Tabel 4.12. Hasil Analisis Gerusan dan Sedimentasi yang Terjadi Pada Sungai Kaliyasa Bagian Hilir

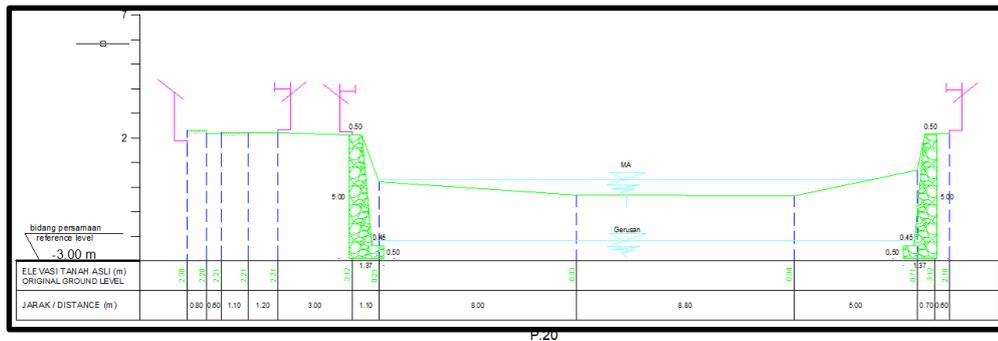
4.13 Perancangan Tanggul Longsor

Dari hasil ouput diambil 3 titik Sta5, Sta20, dan Sta29+42 untuk dilakukan contoh perancangan pembuatan tanggul menggunakan pasangan batu. Dapat dilihat untuk kriteria perancangan tinggi dan lebar tanggul.

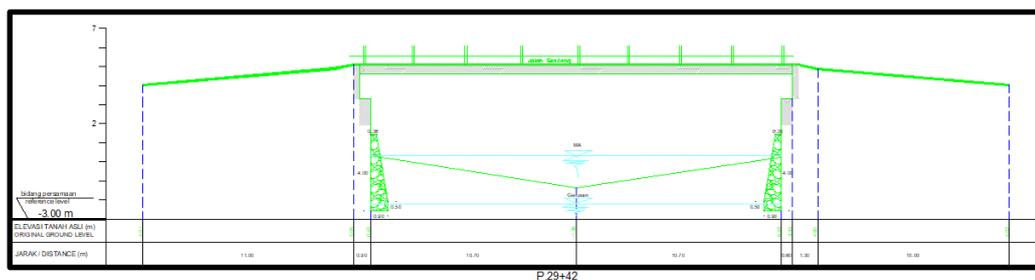
Gambar hasil perancangan tanggul :



Gambar 4.42. Perancangan Tanggul Bagian Hilir dengan Pasangan Batu Sta5



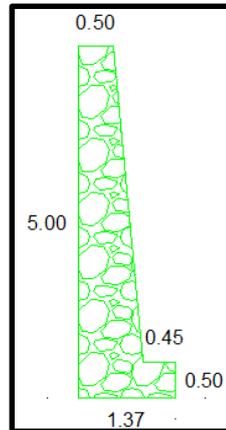
Gambar 4.43. Perancangan Tanggul Bagian Hilir dengan Pasangan Batu Sta20



Gambar 4.44. Perancangan Tanggul Bagian Hilir dengan Pasangan Batu Sta29+42

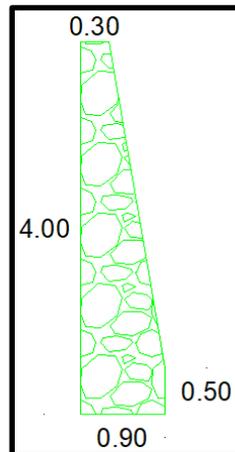
Tanggul pasangan batu yang direkomendasikan yaitu:

1. Untuk perancangan tanggul dari P.0 – P.24+5 dengan panjang 2500m dilakukan perancangan tanggul seperti pada **Gambar 4.45**.



Gambar 4.45. Perancangan Tanggul Sta0 – Sta24+5

2. Untuk perancangan tanggul dari P.24+5 – P.30 dengan panjang 500m dilakukan perancangan tanggul seperti pada **Gambar 4.46**.



Gambar 4.46. Perancangan Tanggul Sta24+5 – Sta30

Dari hasil analisis sedimentasi dan gerusan yang terjadi pada Kaliyasa dapat disimpulkan bahwa perancangan tanggul yang cocok digunakan yaitu berupa pasangan batu dengan kedalaman sampai tanah keras mencapai 2.49 m dari dasar sungai, lokasi sedimentasi dan gerusan yang terjadi di bagian hilir pada P.0 – P.30.