

STUDI PERENCANAAN TANGGUL UNTUK PENGENDALIAN BANJIR DI SUNGAI ORDE 2

M Bima Aditya¹, Surya Adinata², Chitra Hermawan³, Iwayan Dermana⁴

^{1,2}. Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Fakultas Teknik, Universitas Islam Kuantan Singingi
Jl. Gatot Subroto Km. 7 Teluk Kuantan- Kabupaten Kuantan Singingi
email: hani.alikha1@gmail.com

Abstrak

Sungai desa Logas Hilir adalah Sungai yang terletak di Kecamatan Singingi Kabupaten Kuantan Singingi, dimana hampir setiap tahunnya di musim penghujan menimbulkan banjir yang mengakibatkan banyak kerugian sehingga mengganggu kegiatan masyarakat diberbagai sektor, seperti tergenangnya pemukiman penduduk yang berada disekitar alur sungai. Analisis debit banjir rencana menggunakan metode Rasional yang selanjutnya diolah menggunakan aplikasi Hec-Ras untuk melihat ketinggian muka air Sungai desa Logas Hilir.

Dari hasil analisis debit banjir dengan berbagai kala ulang, maka di dapat Debit banjir sebagai periode ulang 2, 5, 10, 25 tahun adalah sebesar 1,638 m³/detik : 2,034 m³/detik : 1,810 m³/detik : 3,172 m³/detik.

Kata kunci : Debit Banjir Rencana, Rasional, Hec-Ras

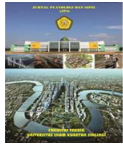
1. PENDAHULUAN

Banjir dan genangan air merupakan permasalahan yang sering terjadi di berbagai wilayah Indonesia, termasuk di Desa Logas Hilir, Kecamatan Singingi, Kabupaten Kuantan Singingi. Permasalahan ini umumnya terjadi pada daerah-daerah dengan elevasi tanah yang relatif rendah serta berada di sekitar aliran sungai. Desa Logas Hilir sendiri dilalui oleh beberapa aliran sungai, salah satunya adalah Sungai Logas, yang memiliki peran penting dalam tata guna air di wilayah tersebut. Dalam dua tahun terakhir, kejadian banjir dan genangan air di Desa Logas Hilir semakin sering terjadi, bahkan beberapa kali menyebabkan gangguan pada aktivitas masyarakat dan kerusakan pada infrastruktur permukiman.

Salah satu penyebab utama banjir di wilayah ini adalah meluapnya aliran Sungai Logas saat intensitas hujan tinggi dan aliran air melebihi kapasitas tampung sungai. Akibatnya, air melimpas ke daerah sekitarnya yang topografinya lebih rendah. Tanpa adanya sistem pengendalian banjir yang memadai, kondisi ini dapat terus berulang dan berdampak buruk terhadap kualitas hidup masyarakat setempat.

Perencanaan pengendalian banjir, pengamanan sungai, dan struktur bangunan air lainnya seperti tanggul dan saluran drainase sangat penting dilakukan untuk mengurangi risiko banjir. Salah satu elemen krusial dalam perencanaan tersebut adalah pengetahuan mengenai debit banjir rencana yang terjadi di sungai. Debit banjir rencana merupakan estimasi debit maksimum yang digunakan sebagai dasar perencanaan infrastruktur pengendalian banjir [1].

Pembangunan tanggul merupakan salah satu metode struktural yang umum digunakan untuk melindungi daerah permukiman dari ancaman banjir. Tanggul sungai berfungsi sebagai penghalang fisik agar air sungai tidak meluap ke daratan. Dalam konteks Sungai Logas, perencanaan tanggul diharapkan mampu melindungi area permukiman Desa Logas Hilir dari luapan air sungai yang sering terjadi selama musim hujan. Namun demikian, penting untuk memperhatikan bahwa keberadaan tanggul juga dapat mengubah karakteristik aliran sungai. Tanggul dapat menyebabkan peningkatan kecepatan aliran dan muka air yang lebih tinggi di sungai, sehingga perencanaannya harus dilakukan dengan hati-hati dan berdasarkan analisis hidrologi dan hidraulika yang akurat [2], [3].



Dengan dilaksanakannya perencanaan tanggul Sungai Logas ini, diharapkan risiko kerugian akibat banjir dapat diminimalkan, serta aktivitas sosial dan ekonomi masyarakat dapat berjalan lebih lancar dan aman.

2. METODE PENELITIAN

Dalam penentuan curah hujan data yang diperoleh dari stasiun pencatat atau penakar curah hujan hanya data curah hujan pada satu titik pengamatan (point rainfall). Satu titik pengukuran curah hujan tidak dapat mewakili volume curah hujan pada keseluruhan areal, sehingga data yang diperoleh harus diolah terlebih dahulu menjadi data hujan daerah aliran sungai (areal rainfall). Untuk mendapatkan nilai curah hujan areal dapat dihitung dengan beberapa metode diantaranya sebagai berikut ini.

2.1 Distribusi Frekuensi

Dalam statistik dikenal beberapa jenis distribusi frekuensi. Yang banyak dikenal dalam hidrologi antara lain:

1. Distribusi Normal
2. Distribusi Log Normal
3. Distribusi Log Pearson Tipe III
4. Distribusi Gumbel

2.2 Distribusi Normal

Distribusi normal atau kurva normal disebut juga distribusi Gauss.

$$X_T = \bar{X} + K_T S_X$$

Perkiraan nilai yang diharapkan terjadi dengan periode ulang T

$\bar{X}$: Nilai rata-rata hitung variat

S : Deviasi standar nilai variat

K_T : Faktor frekuensi, merupakan fungsi dari peluang atau periode ulang dan tipe model matematik distribusi peluang yang digunakan untuk analisis peluang.

2.3 Distribusi Log Normal

$$X_t = \bar{X} + K_t \cdot S_x \quad (1)$$

Dimana :

X_t = besarnya curah hujan yang mungkin terjadi pada periode ulang

T = tahun (mm/hari)

$\bar{X}$ = curah hujan rata-rata (mm/hari)

S_x = standar deviasi

K_t = standar variabel untuk periode T ulang tahun

2.4 Distribusi Log Pearson Tipe III

Bentuk distribusi Log Pearson Tipe III merupakan hasil transformasi dari Distribusi Pearson Tipe III dengan mengganti variat nilai logaritma.

Dimana:

$$\text{Log } X_n = \sum_{i=1}^n \frac{\text{Log } X_i}{n} \quad (2)$$

Dimana :

X_i = titik tengah tiap interval kelas (mm)

N = jumlah

Distribusi Gumbel

$$X_t = \bar{x} - \frac{(Y_t - Y_n)}{S_n} \times S_x \quad (3)$$

Dimana :

X_t : curah hujan rencana dalam periode ulang T tahun (mm/hari)

$\bar{x}$: curah hujan rata-rata hasil pengamatan (mm/hari)

Y_t : *reduced variabel*, parameter Gumbel untuk periode T tahun

Y_n : *reduced mean*, merupakan fungsi dari banyaknya data (n)

S_n : *reduced standar deviasi*, merupakan fungsi dari banyaknya data (n)

S_x : standar deviasi

2.4 Uji Chi Square

Uji Chi Square digunakan untuk menguji simpangan secara vertikal apakah distribusi pengamatan dapat diterima oleh distribusi teoritis. Perhitungannya dengan menggunakan persamaan berikut :

$$X_h^2 = \sum_{i=1}^G \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} \quad (4)$$

dengan :

X_h^2 = Parameter chi-kuadrat terhitung

G = jumlah sub kelompok

O_i = jumlah nilai pengamatan pada sub kelompok ke- i

E_i = jumlah nilai teoritis pada sub kelompok ke- i

2.5 Perhitungan Curah Hujan Rancangan

Analisis parameter statistik yang digunakan dalam analisis data hidrologi yaitu central tendency (mean), simpangan baku (standar deviasi), koefisien variasi, kemencengan (skewness) dan koefisien puncak (kurtosis).

2.5.1 Pengukuran Central Tendency (Mean)

Pengukuran central tendency adalah pengukuran yang mencari nilai rata-rata kumpulan variabel (*mean*).

$$X = \frac{X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_n}{n} \quad (5)$$

2.5.2 Standar deviasi

Adalah suatu nilai pengukuran dispersi terhadap data yang dikumpulkan. Standar deviasi adalah parameter pengukuran variabilitas yang paling cocok dalam analisis statistik.

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - X)^2}{n - 1}} \quad (6)$$

2.5.3 Koefisien Kemencengan (Skewness)

Kemencengan (*Skewness*) adalah suatu nilai yang menunjukkan derajat ketidaksimetrisan dari suatu bentuk distribusi.

$$C_s = \frac{n}{(n-1)(n-2)S^3} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^3 \quad (7)$$

2.5.4 Koefisien Variasi

Koefisien variasi adalah nilai perbandingan antara deviasi standard dengan nilai rata-rata hitungan suatu distribusi.

$$C_v = \frac{S}{\bar{X}} \quad (8)$$

2.5.5 Koefisien Kurtosis

Kurtosis merupakan kepuncakan (*paekedmess*) distribusi. Biasanya hal ini dibandingkan dengan distribusi normal yang mempunyai $C_k = 3$ dinamakan mesokurtik, $C_k < 3$ berpuncak tajam dinamakan leptokurtik, sedang kan $C_k > 3$ berpuncak datar dinamakan platikurtik.

$$C_k = \frac{n^2}{(n-1)(n-2)(n-3)S^4} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^4 \quad (9)$$

2.5.6 Metode Rasional

Metode rasional merupakan metode perkiraan limpasan puncak yang populer dan digunakan secara luas karena kesederhanaan dan kemudahan dalam penerapannya, namun hanya efektif untuk luas Daerah Aliran Sungai (DAS) yang kecil. rumus empiris untuk menghitung intensitas hujan dalam menentukan debit puncak dengan metode rasional, yang dirumuskan sebagai berikut:

$$Q = 0,278 C.I.A \quad (10)$$

Dimana:

- Q = laju debit puncak (volume air/jam)
- I = rerata intensitas hujan dengan frekuensi tertentu
- A = luas DAS (km^2)
- C = koefisien limpasan

2.6 Tinggi Jagaan

Tinggi jagaan merupakan tambahan tinggi pada tanggul untuk menampung loncatan air dari permukaan air sungai yang sedang mengalir, walaupun debit masih lebih rendah dari debit rencana. Loncatan ini dapat terjadi akibat adanya ombak, gelombang, loncatan hidrolis pada saat terjadi banjir.

Tabel 2.1 Tinggi Jagaan Tanggul

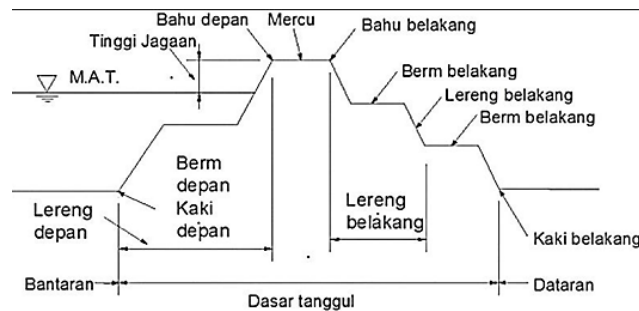
N o	Debit Banjir Rencana (m^3/dtk)	Jagaan (m)	Lebar Puncak Tanggul (m)
1	<200	0,6	3.0
2	200 - 500	0,8	3.0
3	500 - 2000	1,0	4.0
4	2000 - 5000	1,2	5.0

5	5000 - 10000	1,5	6.0
6	>10000	2,0	7.0

Sumber : Sorodarsono, S.Masateru, 1985

2.7 Lebar Mercu Tanggul

Mercu tanggul direncanakan berdasarkan kestabilan dan peruntukannya sebagai jalan inspeksi. Tinggi jagaan standar tanggul dan mercu tanggul diatur dalam gambar berikut:



3. HASIL DAN PEMBAHASAN

1 Penentuan Kawasan Daerah Pengaliran

Kawasan daerah pengaliran yang diteliti oleh penulis adalah salah satu anak sungai yang terletak di desa Logas Hilir kecamatan Singingi. Dilapangan batas daerah pengaliran tersebut berupa punggung-punggung bukit (kawasan elevasi tertinggi). Peta kawasan daerah pengaliran desa Logas Hilir yang datanya diambil menggunakan Google Earth.



Gambar 3.1 Peta Kawasan Daerah Pengaliran

3.2 Kondisi kawasan daerah Penggaliran

Data kondisi kawasan daerah pengaliran dan elevasi yang diperoleh data dari lapangan yang diambil menggunakan aplikasi *Google Earth* adalah sebagai berikut.

Luas kawasan (A) = 0,93 km² = 93 Ha
 Panjang Sungai = 314 m = 0,31 km
 Elevasi hulu = 110,5 msl
 Elevasi hilir = 80 msl

Kelandaian/kemiringan (S)

$$S = \frac{\text{Elevasi Hulu} - \text{Elevasi Hilir}}{\text{Panjang Sungai}} = \frac{110 - 80}{314} = 0,0955414012 \quad (11)$$

Kondisi tata guna lahan dilkawasan daerah pengaliran terdiri dari perkerasan aspal, bahu jalan, perumahan kerapatan sedang, dan dataran yang ditanami berdasarkan peta tata guna lahan yang ada, kawasan daerah pengaliran dapat dikelompokkan kedalam beberapa penggunaan lahan yang luas masing – lahan adalah sebagai berikut :

Tabel 3.1 Tata Guna Lahan Kawasan Daerah Pengaliran

No	Jalan Penutup Lahan	A (km ²)
1	Aspal	0.1
2	Pemukiman	0.3
3	Perkebunan	0.55
	Total	0,95

Sumber : Data yang diperoleh dengan pengukuran dilapangan

3.3 Analisis Data Hidrologi

3.3.1 Curah Hujan Maksimum Tahunan

Data curah hujan yang digunakan diperoleh dari Dinas Tanaman Pangan Kabupaten Kuantan Singingi, yang merupakan data curah hujan harian selama 10 tahun (2012– 2021). Data curah hujan yang digunakan dapat dilihat dalam table berikut :

Tabel 3.2 Data Curah hujan Kuantan Singingi

DATA CURAH HUJAN HARIAN MAKSIMUM										
Tahun (mm)										
Bulan	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Januari	45	281	155	187	327	7	16	16	11	15
Februari	325	349	108	176	212	12	11	15	7	10
Maret	194	329	149	393	305	13	14	11	10	13
April	364	264	245	206	179	12	13	16	16	11
Mei	203	333	297	200	192	10	10	10	10	11
Juni	46	186	110	95	93	7	10	8	6	8
Juli	160	94	115	30	297	7	8	5	8	7
Agustus	145	147	270	102	88	7	8	4	9	11
September	162	218	113	48	194	10	7	5	11	12
Oktober	416	291	130	26	136	7	15	13	13	12
November	433	445	330	499	448	5	19	12	14	11
Desember	395	322	266	333	24	5	13	20	6	13
Rata-rata Tahunan	185	272	223	191	208	8	12	11	10	11

Sumber : Dinas Tanaman Pangan Kabupaten Kuantan Singingi

3.3.2 Analisis Statistik

Analisis parameter statistik yang digunakan dalam analisis data hidrologi yaitu: *central tendency (mean)*, simpangan baku (*standar devisiasi*) koefisien variasi, *koefisien skewness*, dan koefisien puncak (*kurtosis*).

Tabel 3.3 Data Hujan Maksimum Dinas Tanaman Pangan

M	Tahun	Xi = Hujan (mm)	xi-x	(xi-x) ²	(xi-x) ³	(xi-x) ⁴
1	2012	185	72	5170	371695	26.724.868
2	2013	272	159	25249	4012099	637.522.606
3	2014	223	110	12078	1327373	145.878.326
4	2015	191	78	6068	472729	36.825.600
5	2016	208	95	9006	854670	81.108.216
6	2017	8	-105	11046	-1160936	122.014.337
7	2018	12	-101	10221	-1033364	104.473.134
8	2019	11	-102	10424	-1064332	108.668.324
9	2020	10	-103	10630	-1095913	112.988.609
10	2021	11	-102	10424	-1064332	108.668.324
Jumlah		1131		110.317	1.619.690	1.484.872.342
Jumlah data	10					
Nilai Rata-Rata	113,1					
Standar Deviasi	110,7133	Sx				
Koefisien Skewness	0,1658	Cs				
Koefisien Variasi	1,0216	Cv				
Koefisien Kurtosis	1,9609	Ck				

Sumber : Hasil Perhitungan

dengan diketahui nilai $C_v = 1,0216$; $C_s = 0,1658$; dan $C_k = 1,9609$ maka di sesuaikan data distribusi Log pearson tipe III. Berikut adalah tabel persyaratan parameter statistik distribusi:

Tabel 3.4 Syarat Parameter Statistik Distribusi

jenis distribusi	persyaratan	Hasil
Normal	$C_s = 0$	$C_s = 0,17$
	$C_k = 2$	$C_k = 2$
Log Normal	$C_s = C_v^3 + 3C_v$	4,066
	$C_k = C_v^8 + 6C_v^6$	44,038
	$+15C_v^4 + 16C_v^2 + 3$	
Gumbel	$C_s = 1,14$	$C_s = 0.17$
	$C_k = 5,4$	$C_k = 2$
Log Person Tipe III	selain data diatas	

3.3.3 Uji Kecocokan (Chi-Square)

Hasil perhitungan Chi-square hujan maksimum kawasan daerah pengaliran desa Logas Hilir dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 3.5 Hasil Uji Chi-Square

Uji Kecocokan	Nilai Tabel	Nilai Hitung
Chi-Square	5,991	-3

Sumber : Hasil Perhitungan

$$X^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(Ef - Of)^2}{Ef}$$

Sesuai dengan syarat uji *chi-square* dimana $X^2 < X^2$ kritik yang besarnya tergantung pada derajat kebebasan (DK) dan derajat nyata (α), metode distribusi yang paling mendekati adalah distribusi log pearson tipe III dengan nilai $X^2 = 0$; $X^2 = 5,991$; DK = 2; $\alpha = 5\%$.

Tabel 3.6 Hujan Rencana Berbagai Periode Ulang

No	Kala Ulang (Tahun)	Hujan Rancangan (mm)
1	2	235,9
2	5	161,2
3	10	97,8
4	25	23,0

Sumber : Hasil Perhitungan

3.3.4 Waktu Konsentrasi

Waktu konsentrasi (t_c) dihitung dengan menggunakan pada Persamaan $t_c = (3,97.L.0,77).(S-0,385)$, Berikut adalah hasil perhitungan waktu konsentrasi $t_c = (3,97.93.0,77).(0.0,09554140.0385) = 23,51899783$ menit.

Berdasarkan data panjang dan kemiringan drainase rencana sebelumnya, diperoleh nilai waktu konsentrasi sebesar 23 menit. waktu yang diperlukan oleh air hujan untuk mengalir dari titik terjauh (hulu) sampai ke tempat keluaran sungai (hilir) sebesar 0.39 jam.

3.3.5 Intensitas Curah Hujan

Hasil analisis ditunjukkan dalam tabel dibawah ini:

Tabel 3.7 Intensitas Hujan Jam-Jaman

T (Menit)	Kala Ulang			
	2	5	10	25
10	235,9	161,2	97,8	23,0
20	148,6	101,5	61,6	14,5
30	113,4	77,5	47,0	11,1
40	93,6	64,0	38,8	9,1
50	80,7	55,1	33,4	7,9
60	71,5	48,8	29,6	7,0

Sumber : Hasil Perhitungan

3.3.5 Koefisien Pengaliran

Tabel 3.8 Koefisien Pengaliran

No	Jenis Daerah	Koefisien C
1.	Daerah perdagangan	
	▪ Perkotaan (<i>down town</i>)	0,70 – 0,90
	▪ Pinggiran	0,50 – 0,70
2.	Permukiman	
	▪ Perumahan satu keluarga	0,30 – 0,50
	▪ Perumahan berkelompok, terpisah-pisah	0,40 – 0,60
	▪ Perumahan berkelompok, bersambungan	0,60 – 0,75
	▪ Suburban	0,25 – 0,40
	▪ Daerah apartemen	0,50 – 0,70
3	Industri	
	▪ Daerah industri ringan	0,50 – 0,80
	▪ Daerah industri berat	0,60 – 0,90
4.	Taman, pekuburan	0,10 – 0,25
5	Tempat bermain	0,20 – 0,35
6	Daerah stasiun kereta api	0,20 – 0,40
7	Daerah belum diperbaiki	0,10 – 0,30
8	Jalan	0,70 – 0,95
9	Bata	
	▪ Jalan, hamparan	0,75 – 0,85
	▪ Atap	0,75 – 0,95

Berdasarkan tabel 5.1 dapat dihitung koefisien pengaliran untuk masing- masing luasan, seperti tabel dibawah ini :

Tabel 3.9 Perhitungan Koefisien Pengaliran

No	Jenis Penutup Tanah	A (km ²)	%	C
1	Aspal	0,1	11	0,83
2	Daerah Perkebunan	0,3	32	0,50
3	Daerah Pemukiman	0,55	58	0,40
Jumlah		0,95	101	1,73

Sumber : Hasil Perhitungan

3.3.6 Debit Banjir

Berdasarkan data yang diperoleh diatas maka dapat dihitung debit banjir/rencana di kawasan daerah pengaliran petapahan dengan metode rasional sesuai persamaan $Q = 0,278 \text{ CIA}$ untuk berbagai kala ulang tertentu. Lama hujan dengan intensitas hujan tertentu sama dengan waktu konsentrasi. Sehingga diperoleh seperti pada tabel berikut:

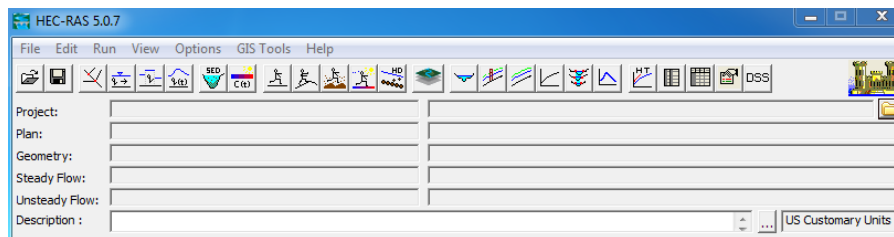
Tabel 3.10 Debit Banjir Tabel

No	Kala Ulang (Tahun)	Intensitas (mm/jam)	Debit Banjir (m ³ /detik)
1	2	71,4506	1,638
2	5	48,8051	2,034
3	10	29,6140	1,810
4	25	6,9686	3,172

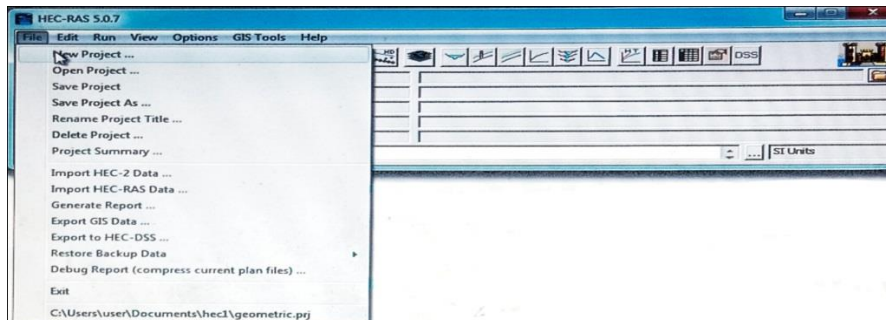
Sumber : Hasil Perhitungan

3.3.7 Perhitungan Menggunakan Aplikasi Hec-Ras

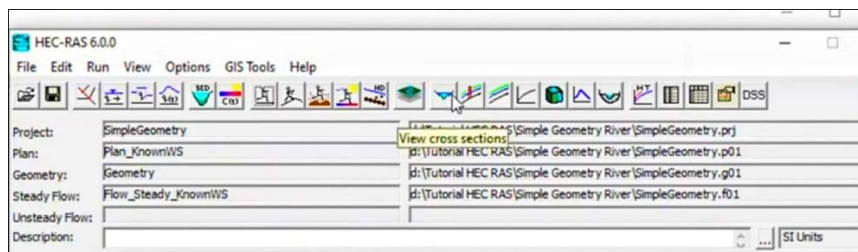
a. Perhitungan aplikasi *Hec-Ras*.



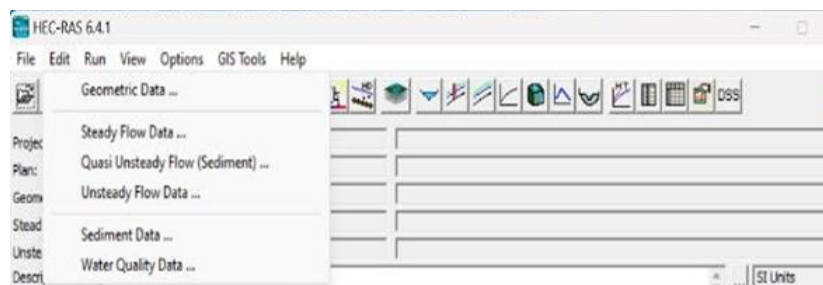
b. Pilih menu File, kemudian *New Project*.



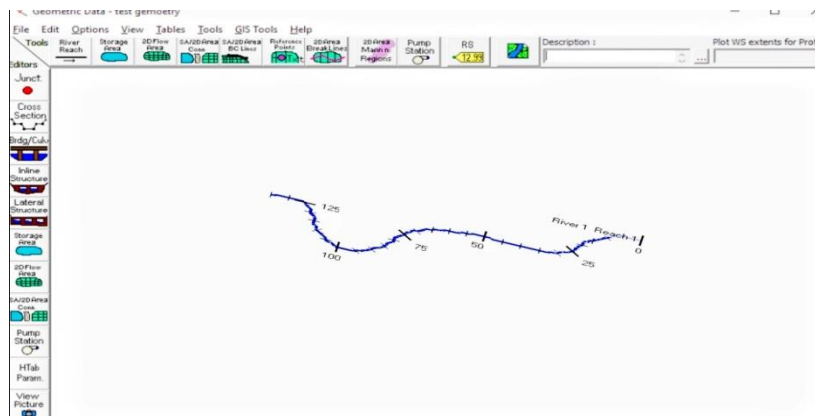
c. Masukkan nama File yang akan disimpan.



d. Kemudian pilih Menu Edit, dan pilih *Geometric Data*.



e. Setelah itu gambarkan sungai dengan memilih *River Reach*, dan masukkan nama sungai.



f. Selanjutnya pilih *Cross Section* dan masukkan data Elevasi Sungai lalu *Apply Data*.

Cross Section Coordinates		
Station	Elevation	
1	0	86
2	0.33	86.16
3	0.66	86.18
4	0.9	85.7
5	1.32	86.2
6	1.65	86.25
7	3.6	102
8		
9		
10		
11		

Downstream Reach Lengths		
LOB	Channel	ROB
120.	120.	120.

Manning's n Values		
LOB	Channel	ROB
0.03	0.03	0.03

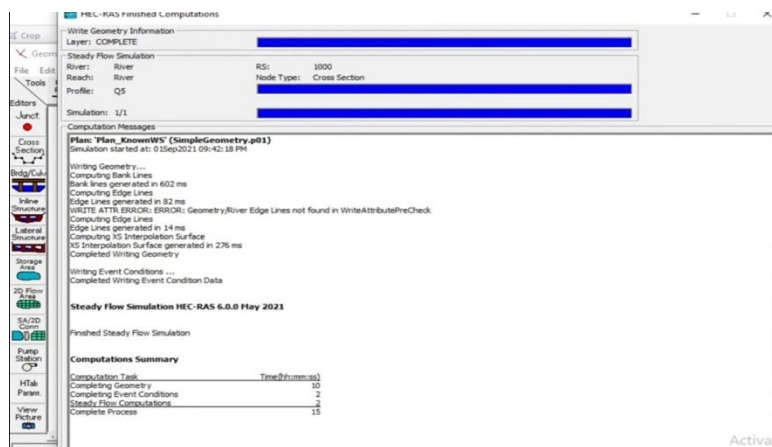
Main Channel Bank Stations	
Left Bank	Right Bank
0	1.65

Cont\Exp Coefficient (Steady)	
Contraction	Expansion
0.1	0.3

g. Lalu pilih Menu Edit data pilih *Steady Flow* data kemudian masukkan data debit banjir rancangan dan *Apply Data*.

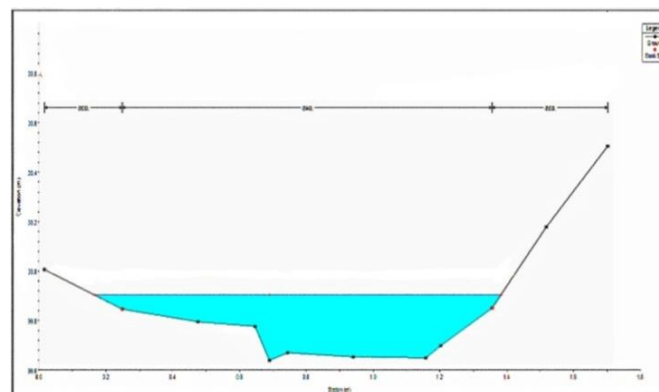
File Options Help	
Plan:	Plan 01 Short ID: Plan 01
Geometry File:	sungai1
Steady Flow File:	DEBIT
Flow Regime	Plan Description
☐ Subcritical ☐ Supercritical ☒ Mixed	
Optional Programs	
☐ Floodplain Mapping	
Compute	

h. Kemudian lakukan analisis data dengan memilih Menu *Run*, pilih *Steady Flow Analysis* lalu klik komputer.

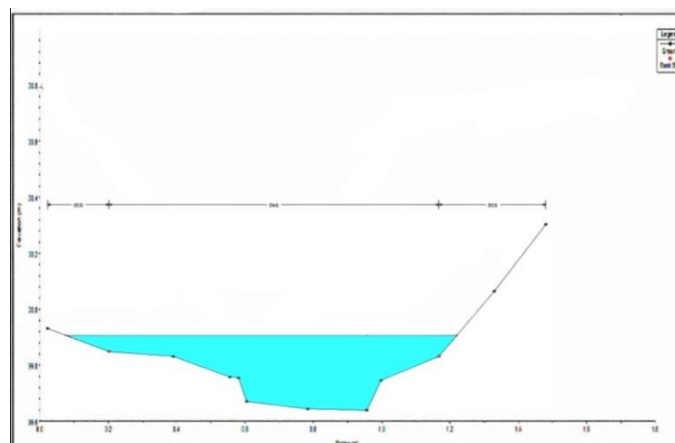


i. Untuk melihat hasil analisis pilih menu *View* lalu klik *Cross Section*, Sebagai berikut :

a. Penampang Sungai Sta 0

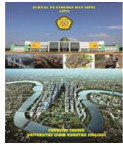


b. Penampang Sungai Sta 20



4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dalam skripsi berjudul Studi Perencanaan Tanggul untuk Pengendalian Banjir di Sungai Orde 2 (Studi Kasus: Desa Logas Hilir, Kecamatan Singingi, Kabupaten Kuantan Singingi), penulis dapat menarik beberapa kesimpulan berdasarkan hasil analisis



dan perhitungan yang telah dilakukan. Pola distribusi hujan yang paling sesuai untuk daerah pengaliran di kawasan penelitian adalah distribusi Log Pearson Tipe III. Hujan rancangan yang dihitung untuk berbagai periode ulang, yaitu 2, 5, 10, dan 25 tahun, masing-masing sebesar 235,9 mm, 161,2 mm, 97,8 mm, dan 23,0 mm. Waktu konsentrasi, yaitu waktu yang dibutuhkan air hujan untuk mengalir dari titik terjauh (hulu) ke titik keluar sungai (hilir), diperoleh selama 23 menit atau sekitar 0,39 jam. Dari hasil pengolahan data, diperoleh nilai koefisien pengaliran (C) rata-rata sebesar 1,73. Sementara itu, debit banjir untuk periode ulang 2, 5, 10, dan 25 tahun berturut-turut adalah sebesar 1,638 m³/detik, 2,034 m³/detik, 1,810 m³/detik, dan 3,172 m³/detik. Perlu dicatat bahwa terjadi ketidakteraturan pada urutan debit akibat variabilitas data hujan dan karakteristik DAS (daerah aliran sungai) yang kompleks. Berdasarkan hasil simulasi hidraulik menggunakan aplikasi HEC-RAS, diketahui bahwa tinggi muka air yang melampaui tebing sungai adalah sebesar 40 cm, sementara tinggi tebing sungai mencapai 4 meter. Untuk mencegah terjadinya limpasan air dan risiko banjir ke wilayah permukiman, maka diperlukan perencanaan tanggul yang sesuai. Dari hasil perhitungan, tinggi tanggul yang dibutuhkan adalah hasil penjumlahan antara tinggi muka air tertinggi (50 cm) dan tinggi jagaan (freeboard) sebesar 30 cm, sehingga total tinggi tanggul yang disarankan adalah 80 cm atau 0,8 meter. Selain itu, lebar mercu tanggul direncanakan selebar 2 meter dengan kemiringan lereng tanggul 1:2, agar tanggul memiliki kestabilan yang baik dan mampu menahan tekanan air secara optimal.

UCAPAN TERIMAKASIH

Berisi ucapan terima kasih kepada lembaga pemberi dana/individu, dan atau yang telah membantu dalam pelaksanaan penelitian dan penulisan manuskrip serta lembaga afiliasi penulis. [Times New Roman, 12, normal], spasi 1.

DAFTAR PUSTAKA

- Chitra Hermawan (2019). *Studi Perencanaan Tanggul Untuk Pengendali Banjir Sungai Petapahan Kabupaten Kuantan Singingi*, Universitas Islam Kuantan Singingi.
- Asdak, Chay. 2001. "Hidrologi dan Pengelolaan DAS". Yogyakarta : Gajah Mada University Press.
- Himawan Yudhantoko "Studi Pengendalian Banjir Sungai Plumbon dengan Perencanaan Tanggul dan Normalisasi Sungai" Universitas Islam Indonesia, 2020.
- Rosdiana, 2023. "Perencanaan Tanggul Pengendali Banjir di Sungai Mess desa Logas Kecamatan Singingi"
- Sosrodarsono, S. Dan M. Tominaga. 1985. *Perbaikan dan Pengaturan Sungai*. Jakarta : PT. Pradnya Paramita.
- Taufiq rahmad sholeh "analisis hubungan muka air banjir dan stabilitas dinding penahan Tanah Pada perencanaan pengendalian banjir sungai Sunter" Universitas Pembangunan Jaya, 2018.
- Wiji Anto Noor Salim, Adhitya surya Manggala "Analisis dan Evaluasi Kapasitas Penampang Sungai Jatiroto dengan Menggunakan Program HEC-RAS 4.1", Universitas Muhammadiyah Jember Karang Sari Sukodono, Lumajang, Jawa Timur, 2019.