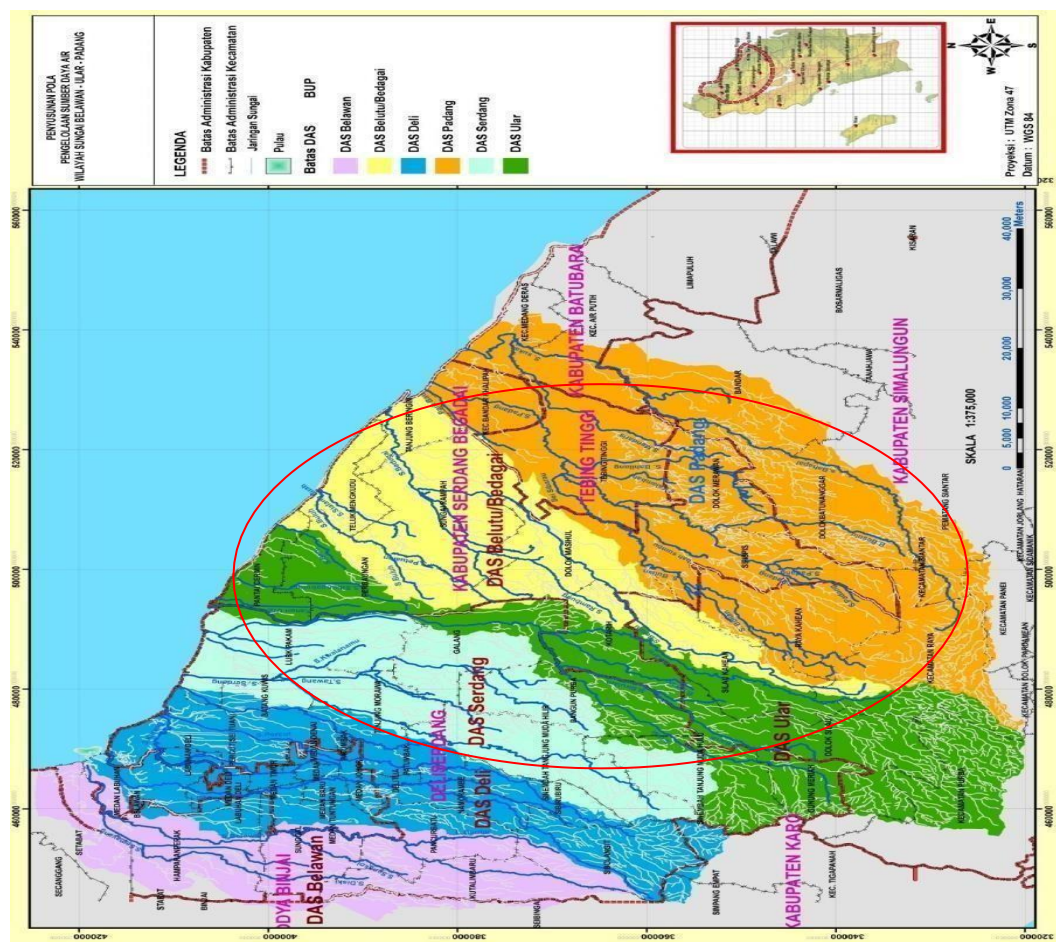


## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

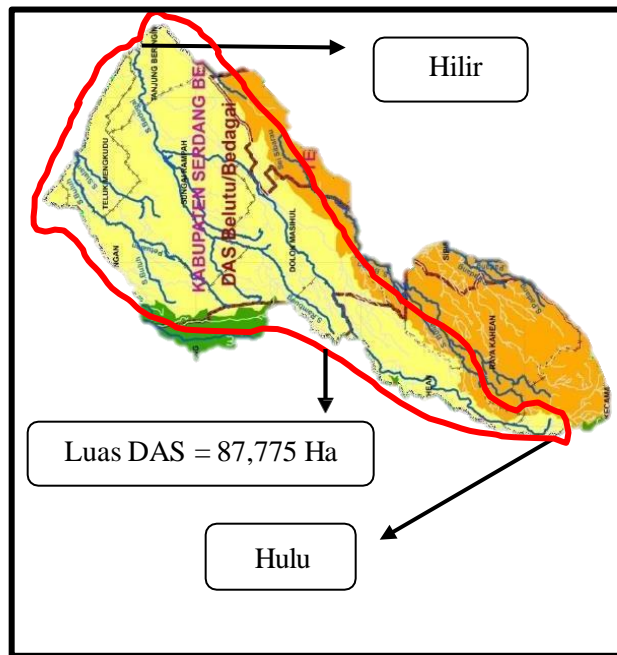
#### 3.1 Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di Sungai Belutu, di Kecamatan Sei Rampah, Kabupaten Serdang Bedagai. Dalam cakupan wilayah pola DAS Belawan-Ular-Padang Semua sungai tersebut bermuara ke pantai timur Sumatera Utara (Selat Malaka). Sungai dalam WS Belawan-Ular-Padang tidak saling mengalir satu ke lain, tapi mereka berhubungan dalam satu kesatuan wilayah sungai, punya muara yang berdekatan di pantai timur, saling mempengaruhi lewat banjir/pasang laut, dan harus dikelola terpadu.

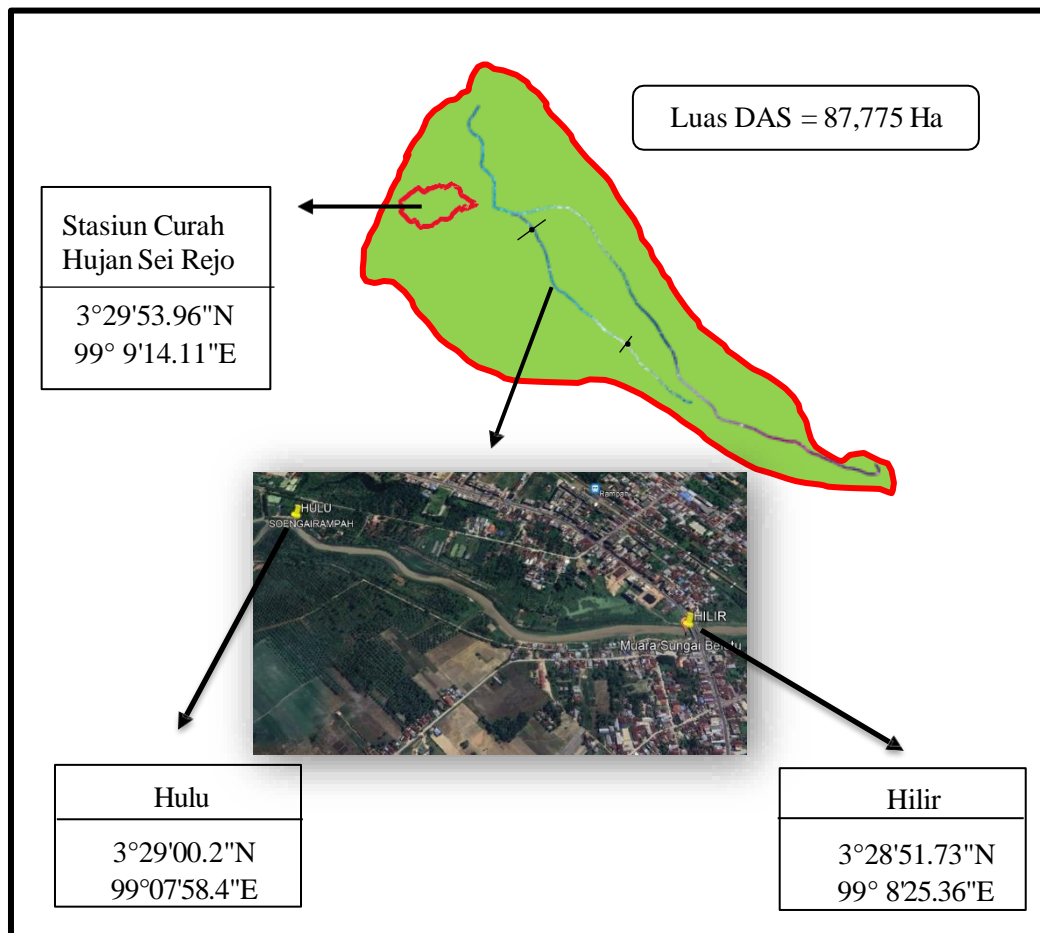


Gambar 3.1 Peta DAS

Sumber: Kementerian PUPR, 2023



Gambar 3.2 Luas DAS Belutu  
Sumber : Dokumen Kemenpupr 2023



Gambar 3.3 Lokasi Penelitian  
Sumber : Google Earth

### 3.2 Peralatan Penelitian

Penelitian dilakukan dengan menggunakan beberapa peralatan dan *software* untuk memudahkan penelitian. Berikut peralatan yang digunakan untuk mendapatkan data di lapangan serta *software* yang digunakan pada penelitian, yaitu: Beberapa alat untuk menunjang penulisan penelitian, yaitu:

1. Laptop

Digunakan sebagai sarana utama dalam pengolahan data hidrologi dan hidraulika, menjalankan perangkat lunak analisis, serta menyusun laporan penelitian dan untuk menyimpan seluruh data yang telah diperoleh dan yang telah diolah.

2. Alat tulis

Digunakan untuk mencatat informasi lapangan, hasil observasi langsung.

Beberapa adalah software yang digunakan pada penelitian, yaitu:

1. *Hydraulic Engineering Center-River Analysis System (HEC-RAS)*

Sebagai analisis hidraulika sungai, termasuk pemodelan aliran, simulasi kondisi banjir, serta penentuan tinggi muka air dan luas genangan.

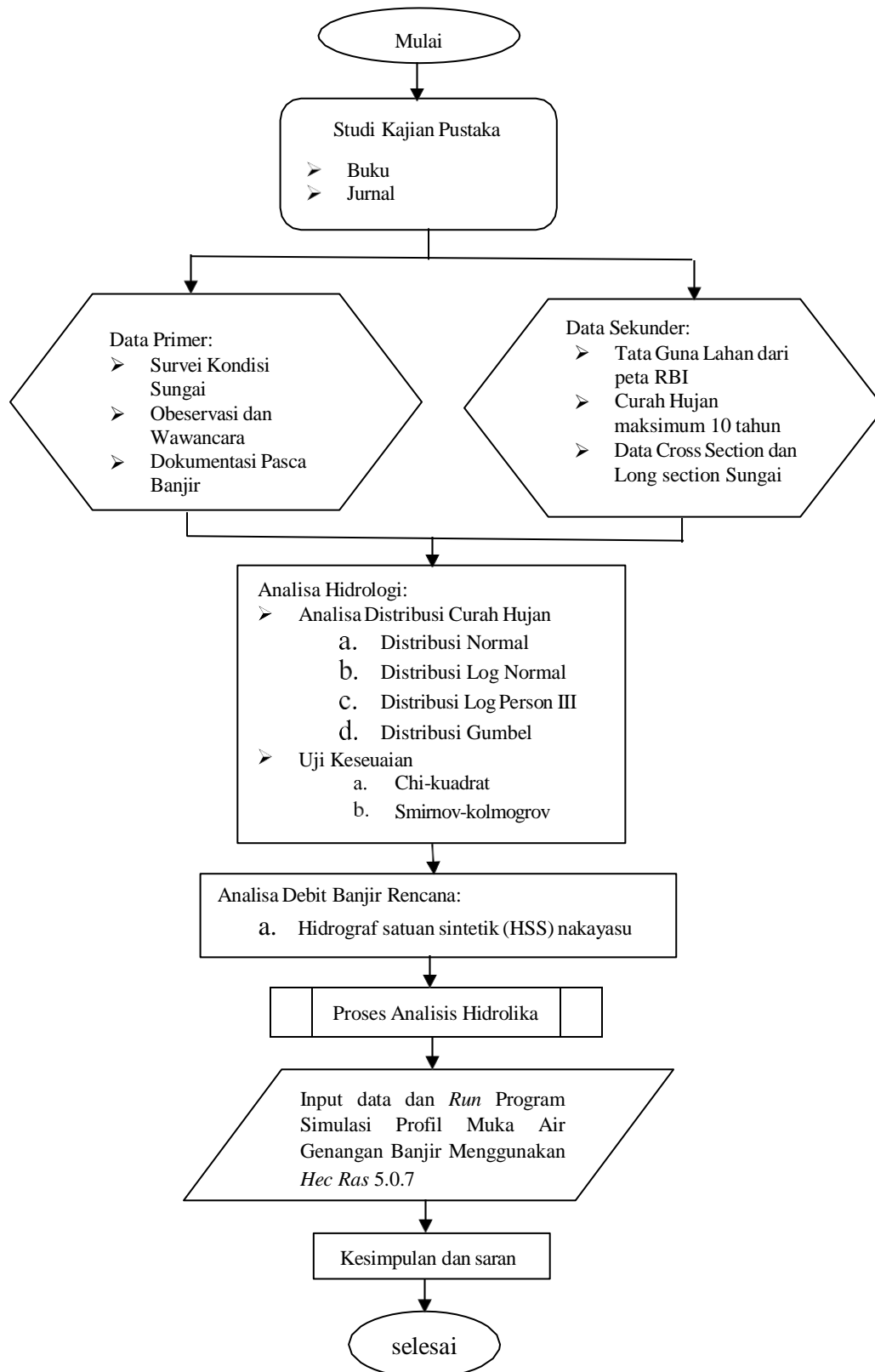
2. *Arc-Geographic Information System*

Berfungsi untuk mengolah data spasial, melakukan overlay antara data hidrologi dengan tata guna lahan.

3. *Microsoft Excel* sebagai perhitungan analisa hidrologi seperti analisis distribusi frekuensi curah hujan, perhitungan hujan rencana, debit banjir rencana, serta pembuatan tabel hasil perhitungan.

4. *Microsoft Word* untuk penulisan deskripsi penelitian

### 3.3 Bagan Alir Penelitian



Gambar 3.4 Bagan Alir Penelitian  
Sumber : Dokumen Pribadi

### **3.4 Metode Pelaksanaan dan Teknik Pengumpulan Data**

Penelitian ini menggunakan beberapa metode analisis, termasuk analisis statistik data hidrologi, analisis intensitas curah hujan, analisis debit banjir rencana, analisis hidrograf banjir rencana, dan pemodelan menggunakan Hec-Ras 5.0.7. Analisis kapasitas sungai juga merupakan bagian penting dalam menangani masalah banjir. Penggunaan program Hec-Ras 5.0.7 ini memudahkan analisis kapasitas sungai dan memunculkan alternatif perencanaan sungai, sehingga program ini cocok digunakan dalam penelitian ini.

Untuk pengumpulan data digunakan dua jenis, yaitu data primer dan sekunder. Data primer berasal dari pengamatan dan pengukuran langsung, sedangkan data sekunder diperoleh dari instansi terkait.

#### **3.4.1 Data Primer**

1. Observasi dan mewawancarai masyarakat sekitar sungai
2. Survei kondisi sungai yang terdiri dari :
  - Kedalaman sungai
  - Panjang sungai
  - Sampah yang menumpuk
  - Sedimentasi
3. Mengambil dokumentasi sungai sebagai bukti kondisi eksisting sungai.

#### **3.4.2 Data Sekunder**

1. Data Geometri Sungai

Data Geometri Sungai ini di dapat dari Balai Wilayah Sungai Sumatera II (BWS SUMUT II). Data Geometri sungai yang dibutuhkan berupa:

a) Data penampang memanjang dan melintang sungai

Yaitu gambar detail potongan memanjang dan melintang (*cross section*) beserta posisi stasioningnya. Data tersebut nantinya digunakan dalam pemodelan penampang sungai pada program HEC-RAS.

2. Data Curah Hujan

Data curah hujan digunakan untuk menghitung debit air pertahun daerah aliran sungai (DAS). Data curah hujan dan debit sungai setiap daerah dapat dilihat melalui Website Resmi Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) Kelas I Sumatera Utara. Dalam pengambilan nilai curahhujan akan diambil nilai maksimum sebagai dasar perencanaan.

### 3.5 Teknis Analisis Data

Dalam menganalisis banjir dengan menggunakan software Hec-Ras, memiliki 2 tahapan, yaitu analisis hidrologi dan analisis hidrolika. Berikut beberapa penjelasan tahapan perhitungannya.

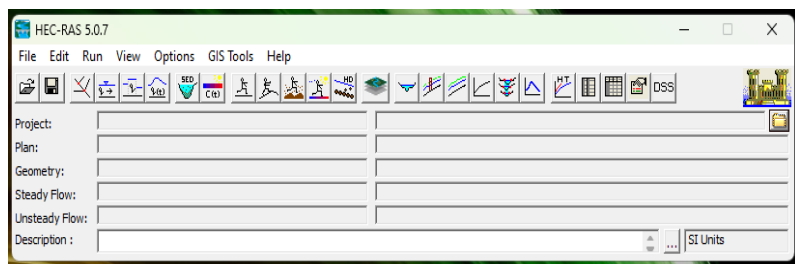
1. Analisis Hidrologi:

- a. Perhitungan intensitas hujan.
- b. Perhitungan pengedaran hujan
- c. Analisis hitungan hidrograf satuan debit banjir dengan menggunakan metode (HSS) Nakayasu
- d. Pemodelan dengan program *Hec Ras 5.0.7*

2. Analisa Hidrolika:
  - a. Penyiapan Skematik Sungai
  - b. Input data Geometri Sungai (Melintang dan memanjang)
  - c. Input data Debit aliran Sungai (*Flow data*)
  - d. Perhitungan elevasi muka air banjir
3. *Input data dan Run Program Simulasi Profil Muka Air Menggunakan Hec Ras 5.0.7*

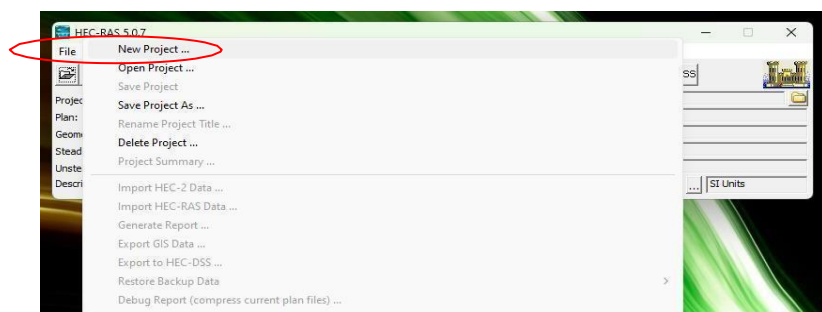
Berikut cara membuat project di *Hec-Ras* versi 5.0.7

- a. Membuat projek baru pada Hec-Ras versi 5.0.7
  - 1) Membuka *software Hec-Ras*. Berikut adalah tampilan awal software Hec-Ras versi 5.0.7

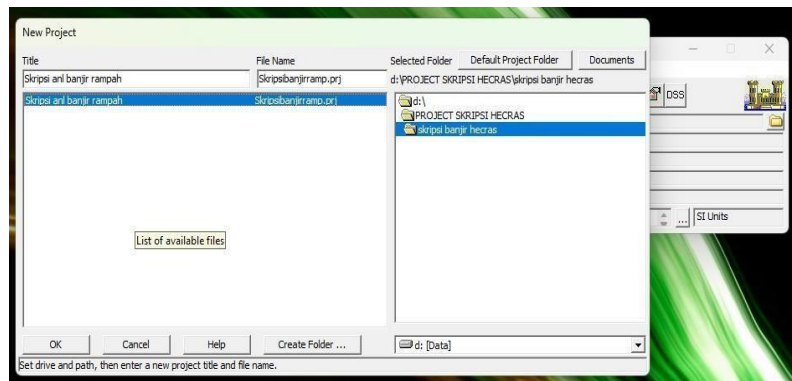


Gambar 3.5 Tampilan awal software Hec-Ras versi 5.0.7  
Sumber : Tools Software Hec-Ras 5.0.7

- 2) Membuat New Project dari menu *file Hec-Ras*. Dengan memilih tempat penyimpanan file sesuka hati untuk menyimpan file project yang akan dikerjakan di Hec-Ras, seperti gambar berikut:

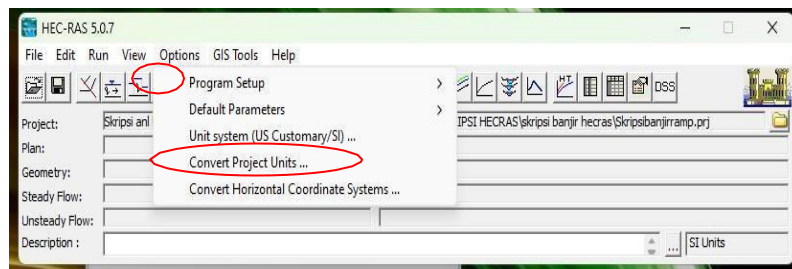


Gambar 3.6 Membuat New File Project di Hec-Ras  
Sumber : Tools Software Hec-Ras 5.0.7



Gambar 3.7 Tampilan Menyimpan New File Project  
Sumber : Tools Software Hec-Ras 5.0.7

- 3) Mengatur *unit system* pada *Hec-Ras*. Pada *unit system* di *Hec-Ras*, terdapat 2 unit sistem, yaitu Sistem Amerika (*US Customary*) dan Sistem Internasional (SI). Yang digunakan dalam membuat *Project* adalah Sistem Internasional (SI). Untuk mengubah nya, ketik *options*, lalu klik *Unit System (US Customary/SI)*, kemudian ubah menjadi *System International (SI) (Metric System)*, lalu klik ok.



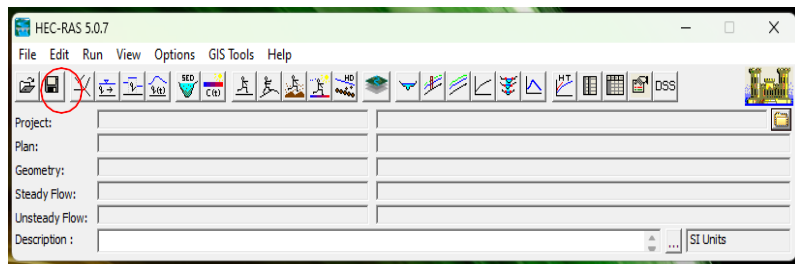
Gambar 3.8 Tampilan Mengubah Unit System Pada Hec-Ras  
Sumber : Tools Software Hec-Ras 5.0.7



Gambar 3.9 Tampilan Memilih Unit System Pada Hec-Ras  
Sumber : Tools Software Hec-Ras 5.0.7

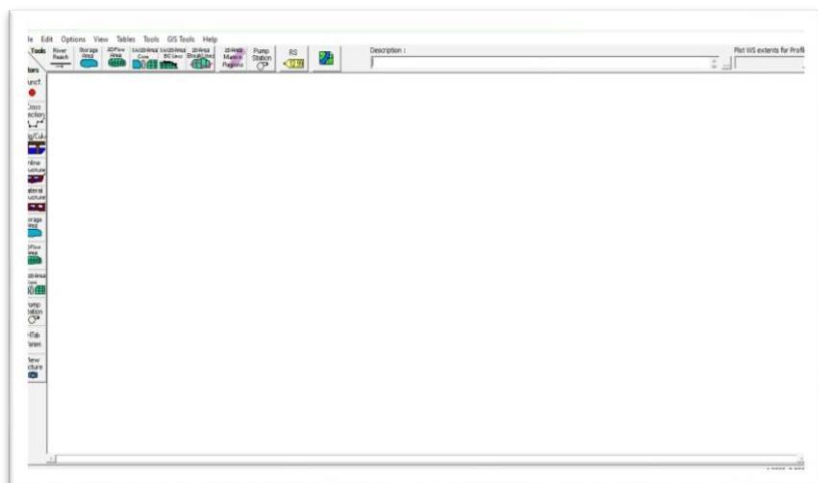
b. Menginput *geometry* data pada *Hec-Ras*

- 1) Menggambar alur aliran sungai pada *Hec-Ras*, dengan mengklik *tools edit menu geometry* data, kemudian klik *River Reach* untuk menggambarkan alur sungai.



Gambar 3.10 Tools Edit Geometry Data

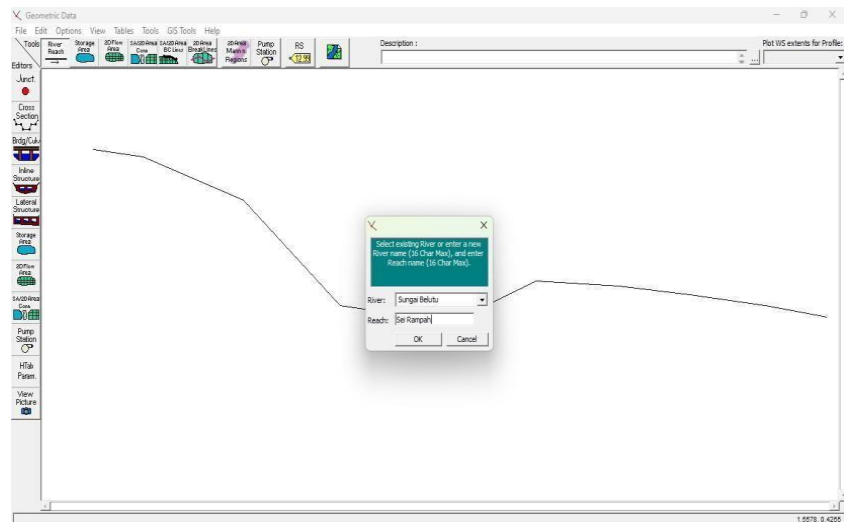
Sumber : *Tools Software Hec-Ras 5.0.7*



Gambar 3.11 Tampilan Geometri Data

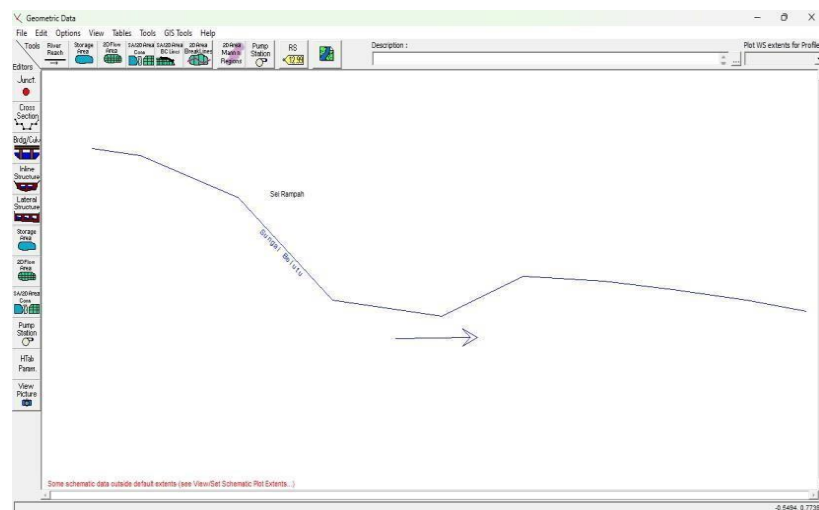
*Tools Software Hec-Ras 5.0.7*

- 2) Lalu gambarkan alur Sungai sesuai dengan bentuk sungai yang ingin diteliti, lalu klik dua kali pada *cursor* kiri mouse, lalu akan tampil *river and reach name* pada *hec-ras* nya. Lalu ketik *river name* nya sesuai dengan nama sungai yang ingin diteliti, dan *reach name* nya sesuai daerah pada sungai yang diteliti tersebut.



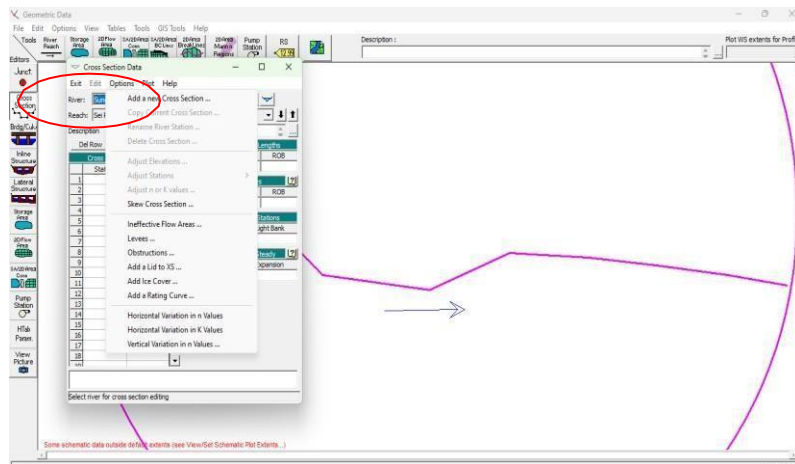
Gambar 3.12 Tampilan Mengisi River and Reach pada Geometri Data  
 Sumber : *Tools Software Hec-Ras 5.0.7*

3) Jika sudah, lalu akan tampil tampilan seperti berikut:



Gambar 3.13 Tampilan Jika Sudah menggambar alur sungai  
 Sumber : *Tools Software Hec-Ras 5.0.7*

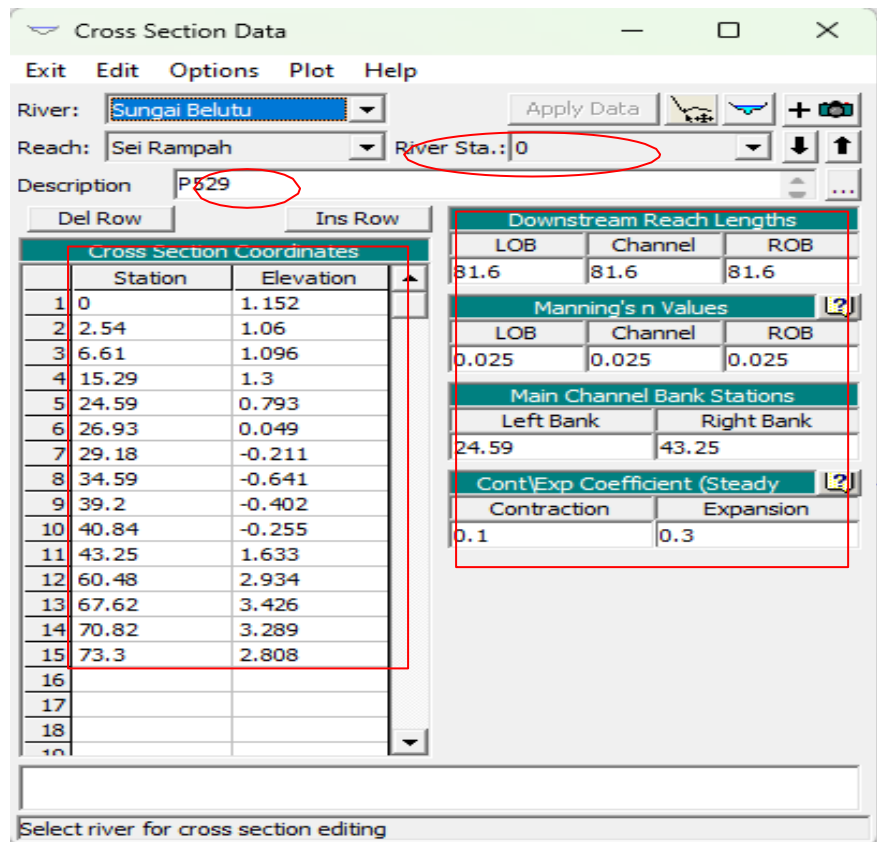
4) Kemudian masukkan data cross dan long section pada menu *Cross Section*, lalu klik *options*, lalu klik *add a new cross section* untuk memasukkan data cross dan long section



Gambar 3.14 Tampilan untuk mengisi data cross section

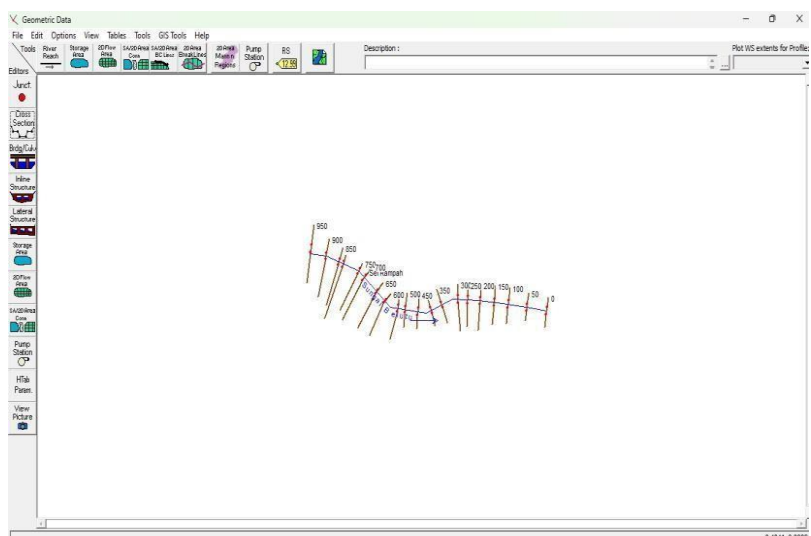
Sumber : *Tools Software Hec-Ras 5.0.7*

- 5) Setelah itu, kita isi *station river* nya dengan dimulai dari STA 0. Kemudian isi data *stasions* dan *elevation* dari data *cross section* yang anda miliki, kemudian jarak *stations* dan *elevations* tersebut harus di komulatifkan. Kemudian isi data *Left Of Bank (LOB)*, *Bank Channel (Channel)*, *Right Of Bank (ROB)* => (Jarak antar cross section), lalu isi data *mannings value* nya 0.025 sesuai dengan persyaratan. Kemudian isi data *Main Channel Bank Stations* (bantaran kiri dan kanan sungai). Dan untuk *Cont/Exp Coefficient* nya kita biarkan *default* saja. Dan buat deskripsi *stations* nya sesuai apa yang kita inginkan. Seperti pada gambar berikut:



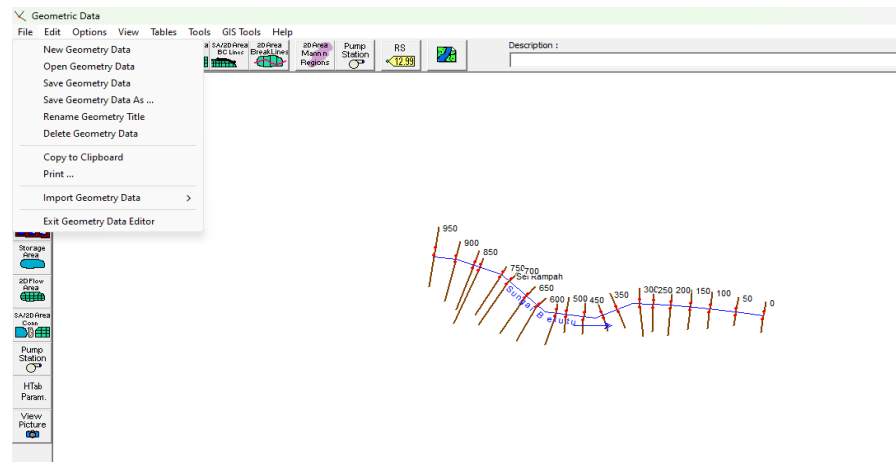
Gambar 3.15 Tampilan mengisi data cross section  
Sumber : Tools Software Hec-Ras 5.0.7

- 6) Isi geometry data tersebut sepanjang *cross* dan *long section* yang anda ingin teliti. Jika sudah diisi akan seperti tampilan berikut:



Gambar 3.16 Tampilan jika sudah selesai mengisi data cross section  
Sumber : Tools Software Hec-Ras 5.0.7

- 7) Kemudian jika sudah tampilan tersebut, berarti data geometry tersebut telah selesai diisi, kemudian jangan lupa save data geometry dengan cara klik file, lalu klik save geometry data.

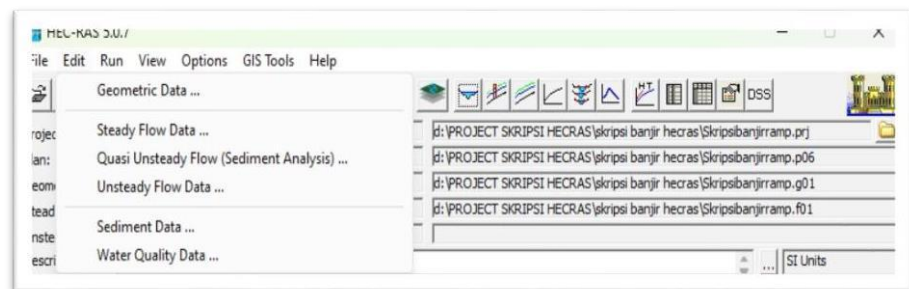


Gambar 3.17 Tampilan Save Geometri Data

Sumber : *Tools Software Hec-Ras 5.0.7*

- c. Input data *Steady Flow* pada *project Hec-Ras 5.0.7*

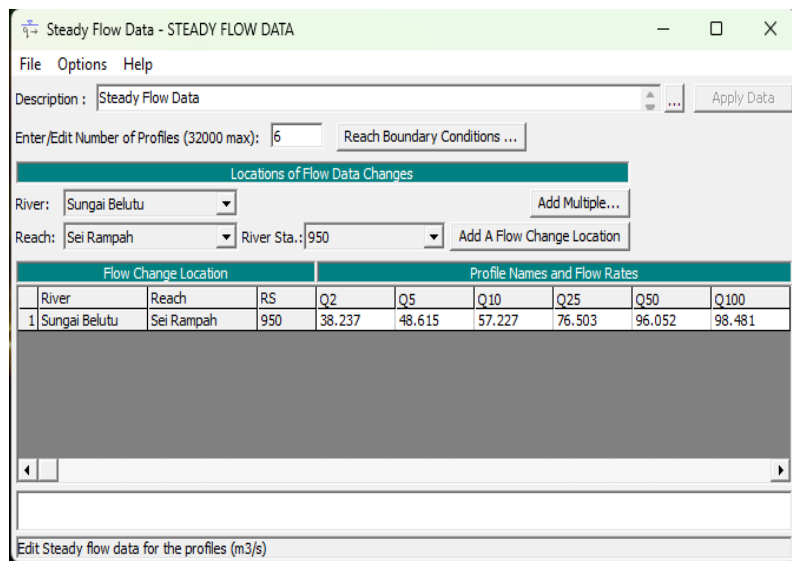
- 1) Klik menu *steady flow* pada tools edit, lalu klik *steady flow* data.



Gambar 3.18 Tools Mengisi data steady flow

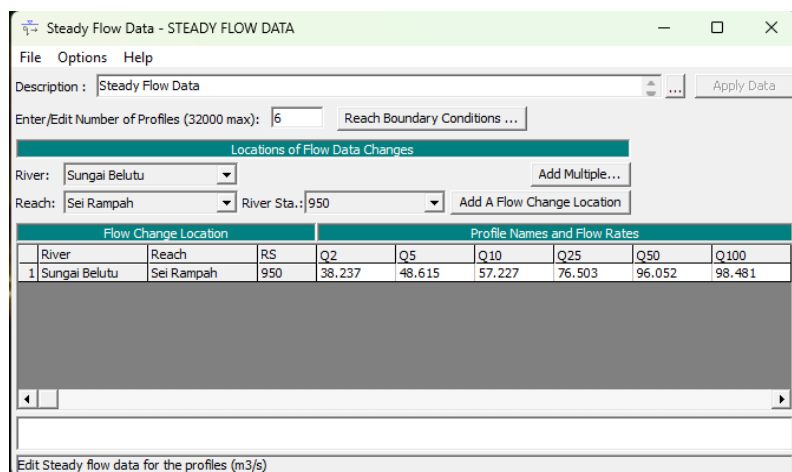
Sumber : *Tools Software Hec-Ras 5.0.7*

- 2) Lalu isi bagian *description* sesuka hati, lalu isi *number of profiles* sesuai dengan debit kala ulang yang udah kita analisis. Dalam penelitian ini berjumlah 6. Lalu klik *apply data*

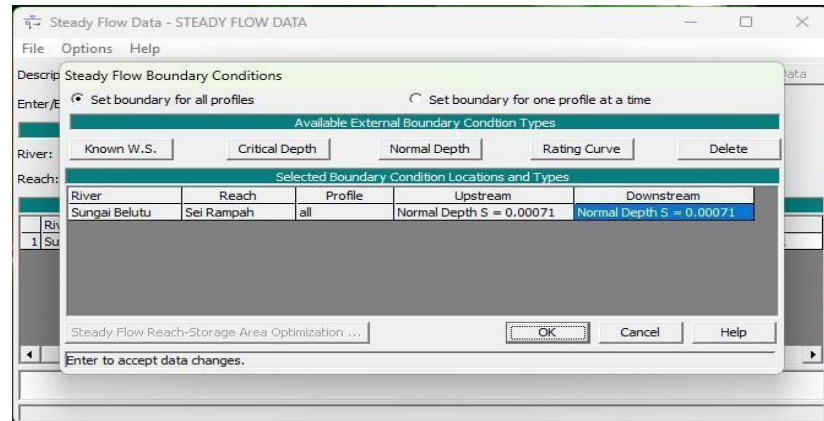


Gambar 3.19 Tampilan mengisi data steady flow  
Sumber : *Tools Software Hec-Ras 5.0.7*

- 3) Kemudian klik bagian *boundary condition*, lalu isi dibagian *downstream*, lalu isi data kemiringan sungai dari bagian kanan ke tengah sungai dari total keseluruhan elevasi sungai, kemudian isi dibagian *upstream*, lalu isi data kemiringan sungai dari bagian kiri ke tengah sungai dari total keseluruhan data kemiringan sungai. Setelah itu klik ok.



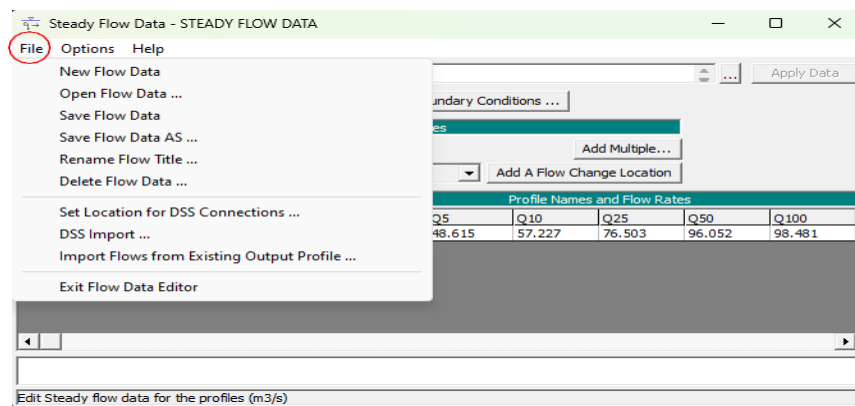
Gambar 3.20 Tampilan untuk mengisi boundary condition  
Sumber : *Tools Software Hec-Ras 5.0.7*



Gambar 3.21 Tampilan mengisi data normal *depth*

Sumber : *Tools Software Hec-Ras 5.0.7*

- 4) Lalu save data steady flow, dengan meng-klik tools file, lalu save flow data.

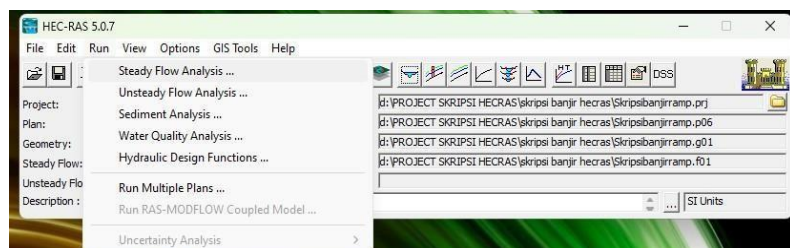


Gambar 3.22 Tampilan Save File Steady Flow Data

Sumber : *Tools Software Hec-Ras 5.0.7*

- d. Running Unsteadyflow untuk Data yang sudah dimasukkan

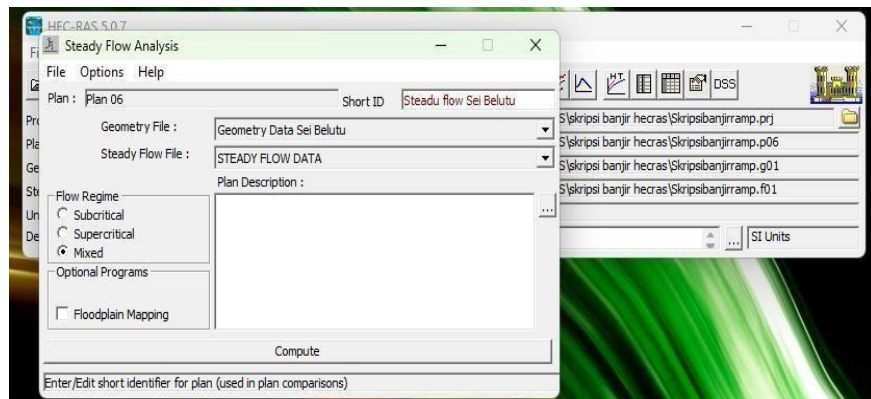
- 1) Selanjutnya yaitu proses running yang diawali dengan klik *tools Run*, lalu klik *steady flow analysis* pada jendela awal *software HEC-RAS*



Gambar 3.23 Tampilan Running Steady Flow Data

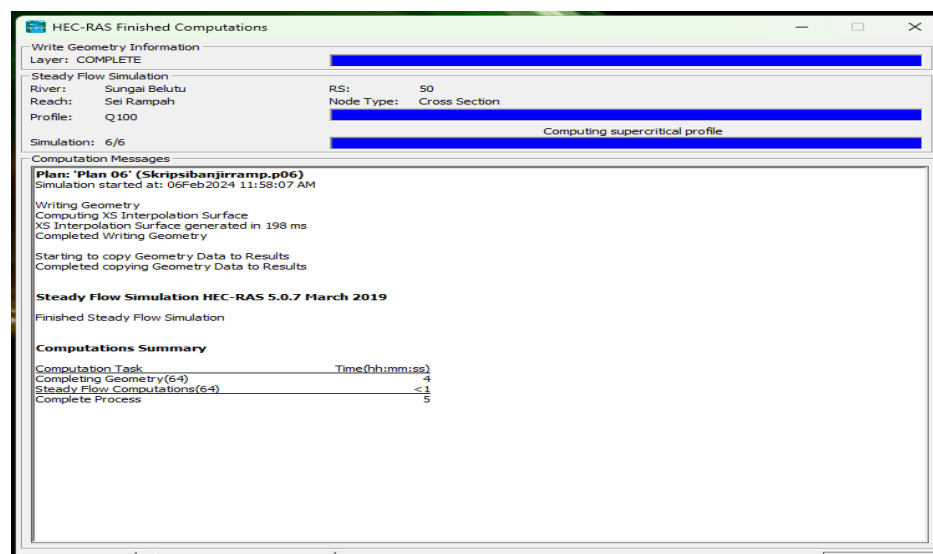
Sumber : *Tools Software Hec-Ras 5.0.7*

- 2) Lalu centang pada *Flow Regime* yaitu *Mixed*. Lalu buat deskripsi di bagian Short ID nya sesuka hati. Lalu Save Data Running nya. Kemudian klik Compute. Setelah itu proses running sedang berjalan.



Gambar 3.24 Tampilan untuk merunning data steady flow  
Sumber : Tools Software Hec-Ras 5.0.7

- 3) Ketika ingin melakukan *running* pada *HEC-RAS* dan terkadang terjadi kesalahan inputdata maka, *software* akan memberitahu bahwa ada data yang kosong ataupun data yang tidak masuk akal. Dan juga ketika ini terjadi maka semua kesalahan yang menyebabkan gagalnya aplikasi untuk merunning data akan tertulis pada aplikasi *HEC-RAS*. Berikut hasil tampilan running Ketika proses running telah berhasil.



Gambar 3.25. Proses Running Data Berhasil  
Sumber : Tools Software Hec-Ras 5.0.7

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Analisis Hidrologi

Analisis hidrologi ini, bertujuan untuk mengetahui besarnya debit banjir rencana yang nantinya akan menjadi masukan pada aplikasi HEC-RAS 5.0.7. Debit banjir rencana yang dianalisa adalah debit banjir dengan periode ulang 2, 5, 10, 25, 50, dan 100. Metode perhitungan debit banjir dilakukan dengan data curah hujan 10 tahun terakhir yang dikonversi menjadi limpasan permukaan air.

Data-data yang digunakan dalam menganalisa debit banjir adalah data curah hujan di Sei Rampah dalam 10 tahun terakhir yang dihitung dimulai tahun 2015-2024 yang diperoleh dari data Stasiun Curah Hujan Badan Meteorologi, Klimatologi Dan Geofisika (BMKG) Sampali Kelas I Sumatera Utara. Pada table 1 ditampilkan hasil direkapitulasi untuk mendapatkan Rmax tiap tahunnya.

Tabel 4.1 Data Curah Hujan Sei Rampah Pos Sei Rejo

No.	Tahun	Max Tahunan (mm)
1.	2015	102 mm
2.	2016	102 mm
3.	2017	105 mm
4.	2018	85 mm
5.	2019	99 mm
6.	2020	97 mm
7.	2021	115 mm
8.	2022	94 mm
9.	2023	126 mm
10.	2024	120 mm
	Total	1045 mm
	Rata-rata	104.5 mm

Sumber: Stasiun BMKG Kelas I Sampali

#### 4.1.1 Perhitungan Distribusi Curah Hujan

##### a. Metode Distribusi Gumbel

Metode perhitungan distribusi Gumbel dapat dilihat dari tabel berikut:

Tabel 4.2 Perhitungan Metode Gumbel

No.	Tahun	Curah Hujan Max (mm)	$\bar{X}_i$	$(X_i - \bar{X}_i)^2$	$(X_i - \bar{X}_i)^3$	$(X_i - \bar{X}_i)^4$
		$X_i$				
1.	2015	102 mm	104.5 Mm	6.25	-15.625	39.0625
2.	2016	102 mm		6.25	-15.625	39.0625
3.	2017	105 mm		0.25	0.125	0.0625
4.	2018	85 mm		380.25	-7414.88	144590.0625
5.	2019	99 mm		30.25	-166.375	915.0625
6.	2020	97 mm		56.25	-421.875	3164.0625
7.	2021	115 mm		110.25	1157.625	12155.0625
8.	2022	94 mm		110.25	-1157.63	12155.0625
9.	2023	126 mm		462.25	9938.375	213675.0625
10.	2024	120 mm		240.25	3723.875	57720.0625
Total		1045 mm		1402.5	5628	444452.63
Rata-rata		104.5 mm				

Sumber: Perhitungan

Untuk data curah hujan yang nilai nya 10 ditentukan besarnya *reduce mean* ( $Y_n$ ) dan *reduce standar deviation* ( $S_n$ ), dan Nilai *reduce variate* ( $Y_t$ ). Untuk ketentuan syarat nilai *reduce mean* ( $Y_n$ ) dan *reduce standar deviation* ( $S_n$ ), dan Nilai *reduce variate* ( $Y_t$ ) dapat dilihat pada bab II tabel 2.2 - 2.4. Besar curah hujan yang diharapkan berulang setiap t (kala ulang) tahun dapat diketahui melalui perhitungan metode gumbel sebagai berikut:

## 1. Standar Deviasi (Sd)

$$Sd = \frac{\sqrt{\Sigma (X-Xi)^2}}{n-1}$$

$$Sd = \frac{\sqrt{1402.5}}{10-1}$$

$$Sd = 12.48$$

2. Koefisien Kemencengan (*Skewnes*) Cs

$$Cs = \frac{n \times \Sigma (X-Xi)^3}{(n-1)(n-2)(Sd)^3}$$

$$Cs = \frac{10(5628)}{(10-1)(10-2)(12.48)^3}$$

$$Cs = 0.4018$$

## 3. Koefisien Kurtois (Ck)

$$Cs = \frac{n \times \Sigma (X-Xi)^4}{(n-1)(n-2)(Sd)^4}$$

$$Cs = \frac{10(444452.63)}{(10-1)(10-2)(12.48)^4}$$

$$Cs = 0.363$$

## 4. Koefisien Variasi (Cv)

$$Cv = \frac{Sd}{X}$$

$$Cv = \frac{12.48}{104.5}$$

$$Cv = 0.1195$$

Tabel 4.3 Hasil Perhitungan Metode Gumbel

Kala Ulang	Yt	Yn	Sn	Curah Hujan Rencana
T				X <sub>T</sub>
2	0.3668	0.4952	0.9496	102.81
5	1.5004			117.71
10	2.2510			127.58
25	3.1993			140.05
50	3.9028			149.30
100	4.6012			158.48

Sumber: Hasil perhitungan

## b. Metode Distribusi Log Normal

Metode perhitungan distribusi *log normal* dapat dilihat dari tabel berikut:

Tabel 4.4 Perhitungan Metode Log Normal

No.	Tahun	Curah Hujan Max (mm)	$\bar{X}_i$	$(X_i - \bar{X}_i)^2$	$(X_i - \bar{X}_i)^3$	$(X_i - \bar{X}_i)^4$
		X <sub>i</sub>				
1.	2015	102 mm	104.5 mm	0.000	(0.0000)	0.0000
2.	2016	102 mm		0.000	0.0000	0.0000
3.	2017	105 mm		0.000	0.0000	0.0000
4.	2018	85 mm		0.008	-0.0007	0.0001
5.	2019	99 mm		0.000	0.0000	0.0000
6.	2020	97 mm		0.001	0.0000	0.0000
7.	2021	115 mm		0.002	0.0001	0.0000
8.	2022	94 mm		0.002	-0.0001	0.0000
9.	2023	126 mm		0.007	0.0006	0.0000
10.	2024	120 mm		0.004	0.0002	0.0000
Total		1045 mm		0.0238	0.0002	0.0001
Rata-rata		104.5 mm				

Sumber: Hasil perhitungan

## 1. Standar Deviasi (Sd)

$$Sd = \frac{\sqrt{\sum (X-Xi)^2}}{n-1}$$

$$Sd = \frac{\sqrt{0.0238}}{10-1}$$

$$Sd = 0.0515$$

2. Koefisien Kemencengan (*Skewnes*) Cs

$$Cs = \frac{n \times \sum (X-Xi)^3}{(n-1)(n-2)(Sd)^3}$$

$$Cs = \frac{10(0.0002)}{(10-1)(10-2)(0.0515)^3}$$

$$Cs = 0.1573$$

## 3. Koefisien Kurtois (Ck)

$$Cs = \frac{n \times \sum (X-Xi)^4}{(n-1)(n-2)(Sd)^4}$$

$$Cs = \frac{10(0.0001)}{(10-1)(10-2)(0.0515)^4}$$

$$Cs = 0.0000$$

## 4. Koefisien Variasi (Cv)

$$Cv = \frac{Sd}{X}$$

$$Cv = \frac{0.0515}{104.5}$$

$$Cv = 0.0000$$

Untuk data curah hujan yang nilai nya 10 ditentukan besarnya Variabel Nilai Gaus. Persyaratan variable nilai gaus dapat dilihat pada bab II pada table 2.6. Dan Besar curah hujan t (kala ulang) tahun dapat diketahui melalui perhitungan metode gumbel sebagai berikut:

Tabel 4.5 Hasil Perhitungan Metode Log Normal

Kala Ulang	Besar Variabel Gaus	$\log X_T = \log \bar{X} + (K_T \times S_{\log X})$	Curah Hujan Rencana
T	KT		X <sub>T</sub>
2	0	2.02	103.84
5	0,84	2.06	114.71
10	1,28	2.08	120.85
25	1,71	2.10	127.14
50	2,05	2.12	132.40
100	2,33	2.14	136.87

Sumber: Hasil Perhitungan

c. Metode Distribusi *Log Pearson Type III*

Metode perhitungan log pearson type III dapat dilihat dari table berikut:

Tabel 4.6 Perhitungan Log Pearson Type III

No.	Tahun	Curah Hujan Max (mm)	$\bar{X}_i$	$(X_i - \bar{X}_i)^2$	$(X_i - \bar{X}_i)^3$	$(X_i - \bar{X}_i)^4$
		X <sub>i</sub>				
1.	2015	102 mm	104.5 Mm	0.000	(0.0000)	0.0000
2.	2016	102 mm		0.000	0.0000	0.0000
3.	2017	105 mm		0.000	0.0000	0.0000
4.	2018	85 mm		0.008	-0.0007	0.0001
5.	2019	99 mm		0.000	0.0000	0.0000
6.	2020	97 mm		0.001	0.0000	0.0000
7.	2021	115 mm		0.002	0.0001	0.0000
8.	2022	94 mm		0.002	-0.0001	0.0000
9.	2023	126 mm		0.007	0.0006	0.0000
10.	2024	120 mm		0.004	0.0002	0.0000
Total		1045 mm		0.0238	0.0002	0.0001
Rata-rata		104.5 mm				

Sumber : Hasil perhitungan

## 1. Standar Deviasi (Sd)

$$Sd = \frac{\sqrt{\sum (X-Xi)^2}}{n-1}$$

$$Sd = \frac{\sqrt{0.0238}}{10-1}$$

$$Sd = 0.0515$$

2. Koefisien Kemencengan (*Skewnes*) Cs

$$Cs = \frac{n \times \sum (X-Xi)^3}{(n-1)(n-2)(Sd)^3}$$

$$Cs = \frac{10(0.0002)}{(10-1)(10-2)(0.0515)^3}$$

$$Cs = 0.1573$$

## 3. Koefisien Kurtois (Ck)

$$Cs = \frac{n \times \sum (X-Xi)^4}{(n-1)(n-2)(Sd)^4}$$

$$Cs = \frac{10(0.0001)}{(10-1)(10-2)(0.0515)^4}$$

$$Cs = 0.0000$$

## 4. Koefisien Variasi (Cv)

$$Cv = \frac{Sd}{X}$$

$$Cv = \frac{0.0515}{104.5}$$

$$Cv = 0.0000$$

Untuk data curah hujan yang nilai nya 10 ditentukan besarnya nilai reduksi variabel gaus dan nilai K distribusi *Log Pearson Type III*. Persyaratan nilai K distribusi *Log Pearson Type III* dapat dilihat pada bab II pada table 2.5.

Tabel 4.7. Nilai K distribusi Log Pearson Type III

Nilai K Distribusi Log Pearson Type III								
Kala Ulang (Tahun)								
Cs	1.0101	125	2	5	10	25	50	100
	Persentase Peluang Terlampaui							
	99	80	50	20	10	4	2	1
0.400	-2.029	-0.855	-0.066	0.816	1.317	1.880	2.261	2.615
0.200	-2.178	-0.850	-0.033	0.830	1.301	1.818	2.159	2.472
0.157	-2.20981	-0.849	-0.026	0.833	1.298	1.805	2.137	2.441

Sumber: Nilai K distribusi Log Pearson Type III yang digunakan

Dan Besar curah hujan  $t$  (kala ulang) tahun dapat diketahui melalui perhitungan metode gumbel sebagai berikut:

Tabel 4.8 Hasil Perhitungan Log Pearson Type III

Kala Ulang	Besar Variabel Gaus	$\log X_T = \log \bar{X} + (K_T \times S_{\log X})$	Curah Hujan Rencana
T	KT		X <sub>T</sub>
2	-0.026	2.02	103.52
5	0.833	2.06	114.61
10	1.298	2.08	121.10
25	1.805	2.11	128.61
50	2.137	2.13	133.77
100	2.441	2.14	138.69

Sumber: Hasil Perhitungan

Berdasarkan Tabel 4.8 di atas, dapat dilihat bahwa nilai curah hujan rencana meningkat seiring dengan bertambahnya kala ulang. Hal ini menunjukkan bahwa semakin besar periode kala ulang ( $T$ ), maka kemungkinan terjadinya hujan ekstrem juga semakin besar.

## d. Metode Distribusi Normal

Metode perhitungan distribusi normal dapat dilihat dari tabel berikut:

Tabel 4.9 Perhitungan Metode Distribusi Normal

No.	Tahun	Curah Hujan Max (mm)	$\bar{X}_i$	$(X_i - \bar{X}_i)^2$	$(X_i - \bar{X}_i)^3$	$(X_i - \bar{X}_i)^4$
		$X_i$				
1.	2013	102 mm	104.5 Mm	6.25	-15.625	39.0625
2.	2014	102 mm		6.25	-15.625	39.0625
3.	2015	105 mm		0.25	0.125	0.0625
4.	2016	85 mm		380.25	-7414.88	144590.0625
5.	2017	99 mm		30.25	-166.375	915.0625
6.	2018	97 mm		56.25	-421.875	3164.0625
7.	2019	115 mm		110.25	1157.625	12155.0625
8.	2020	94 mm		110.25	-1157.63	12155.0625
9.	2021	126 mm		462.25	9938.375	213675.0625
10.	2022	120 mm		240.25	3723.875	57720.0625
Total		1045 mm		1402.5	5628	444452.63
Rata-rata		104.5 mm				

Sumber: Hasil perhitungan

## 1. Standar Deviasi (Sd)

$$Sd = \frac{\sqrt{\sum (X - X_i)^2}}{n-1}$$

$$Sd = \frac{\sqrt{1402.5}}{10-1}$$

$$Sd = 12.48$$

2. Koefisien Kemencengan (*Skewnes*) Cs

$$Cs = \frac{n \times \sum (X - X_i)^3}{(n-1)(n-2)(Sd)^3}$$

$$Cs = \frac{10(5628)}{(10-1)(10-2)(12.48)^3}$$

$$Cs = 0.4018$$

## 3. Koefisien Kurtois (Ck)

$$C_s = \frac{n \times \sum (X - X_i)^4}{(n-1)(n-2)(Sd)^4}$$

$$C_s = \frac{10 (444452.63)}{(10-1)(10-2)(12.48)^4}$$

$$C_s = 0.363$$

#### 4. Koefisien Variasi (Cv)

$$C_v = \frac{Sd}{X}$$

$$C_v = \frac{12.48}{104.5}$$

$$C_v = 0.1195$$

Untuk data curah hujan yang nilai nya 10 ditentukan besarnya nilai reduksi variabel gaus untuk distribusi normal. Dan Besar curah hujan t (kala ulang) tahun dapat diketahui melalui perhitungan metode distribusi normal sebagai berikut:

Tabel 4.10. Hasil Perhitungan Distribusi Normal

Kala Ulang	Besar Variabel Gaus	Curah Hujan Rencana
T	K	$X_T = X + K_T S$
2	0	104.50
5	0.84	114.99
10	1.28	120.48
25	1.71	125.83
50	2.05	130.09
100	2.33	133.59

Sumber: Hasil Perhitungan

Kemudian, setelah diperoleh hasil perhitungan dari keempat distribusi, yaitu distribusi gumbel, log normal, log *pearson type III*, dan normal. Kemudian hasil perhitungan distribusi tersebut dapat direkap seperti pada table berikut:

Tabel 4.11 Rekap Hasil Perhitungan Distribusi

No.	Kala Ulang	Analisis Frekuensi Hujan Rencana (mm)			
	T	Gumbel	Log Pearson III	Normal	Log Normal
1.	2	102.81	103.52	104.50	103.84
2.	5	117.71	114.61	114.99	114.71
3.	10	127.58	121.10	120.48	120.85
4.	25	140.05	128.61	125.83	127.14
5.	50	149.30	133.77	130.09	132.40
6.	100	158.48	138.69	133.59	136.87

Sumber: Hasil Perhitungan

#### 4.1.2 Penentuan Uji Kesesuaian Distribusi

Keempat metode distribusi yang telah dihitung dilakukan pengujian lebih awal untuk menentukan distribusi manakah yang dapat diukur melalui dispersi. Terdapat beberapa parameter statistik yang dimiliki oleh setiap distribusi yaitu, standar deviasi (Sd), koefisien variasi (Cv), koefisien asimetri (Cs) dan koefisien kurtois (Ck). Berikut adalah rekap hasil perhitungan parameter statistik yang telah dihitung:

Tabel 4.12 Rekap Hasil Parameter Statistik

No.	Jenis Distribusi	Cv	Cs	Ck
1.	Gumbel	0.1195	0.4018	0.3631
2.	Log Pearson III	0.0255	0.1573	0.0000
3.	Normal	0.1195	0.4018	0.3631
4.	Log Normal	0.0255	0.1573	0.0000

Sumber: Hasil Perhitungan

Selanjutnya untuk memilih metode distribusi yang cocok maka dilakukan pengujian. Setelah nilai parameter statistik pada table diatas, maka selanjutnya dilakukan perbandingan antara syarat yang telah ditentukan. Syarat tersebut dapat dilihat pada bab II di tabel 2.7. Adapun hasil perbandingan perhitungan dari

parameter statistik tersebut sebagai berikut:

Tabel 4.13. Hasil Perbandingan Parameter Statistik

No	Jenis Distribusi	Syarat Distribusi	Hasil Perhitungan Data	Keterangan Pemenuhan	Penjelasan Kenapa Tidak Memenuhi
1	Gumbel	$Cs \approx 1,1396Ck \approx 5,4002$	$Cs = 0,402Ck = 0,363$	✗ Tidak memenuhi	Nilai $Cs$ dan $Ck$ data jauh lebih kecil dari syarat Gumbel. Distribusi Gumbel cocok untuk data ekstrem dengan kemencengan tinggi ( $Cs$ besar). Karena data abang memiliki $Cs$ dan $Ck$ rendah, bentuk datanya tidak sesuai dengan karakter distribusi Gumbel.
2	Normal	$Cs \approx 0Ck \approx 3$	$Cs = 0,4018Ck = 0,3631$	✗ Tidak memenuhi	Distribusi Normal mengharuskan data simetris sempurna ( $Cs = 0$ ). Nilai $Cs$ pada data menunjukkan adanya kemencengan, dan nilai $Ck$ jauh dari nilai teoritis (3). Maka data tidak mengikuti distribusi Normal.
3	Log Normal	$Cs \approx 3Cv + Cv^3Ck \approx Cv^8 + 6Cv^6 + 15Cv^4 + 16Cv^2 + 3$	$Cs = 0,1573Ck = 0,0000$	✗ Tidak memenuhi	Distribusi Log Normal memerlukan nilai $Cs$ dan $Ck$ tertentu sesuai hubungan matematika dengan $Cv$ . Namun nilai $Cs$ dan $Ck$ data tidak sesuai dengan nilai syarat tersebut, sehingga bentuk data tidak mencerminkan karakteristik Log Normal.
4	Log Pearson III	$Cs \neq 0$	$Cs = 0,1573$	✓ Memenuhi	Distribusi Log Pearson III memang digunakan saat data memiliki kemencengan yang tidak sama dengan 0. Karena $Cs$ data $\neq 0$ , distribusi ini paling cocok digunakan untuk analisis frekuensi hujan.

Sumber: Hasil Perhitungan

Dari hasil perhitungan perbandingan dari parameter statistik pada table diatas, dapat disimpulkan bahwa metode log *pearson type III* adalah perhitungan distribusi yang terpilih. Kemudian untuk memastikan pemilihan distribusi tersebut perlu dilakukan pengujian perbandingan hasil perhitungan statistik dengan uji keselarasan. Adapun tahapan pengujiannya dilakukan dengan 2 tahap pengujian yaitu:

a. Pengujian Smirnov Kolmogrov

Dari hasil perbandingan nilai parameter statistik/jenis sebaran, maka dipilihlah metode *log pearson type III* yang telah memenuhi syarat jenis sebaran. Untuk hasil perhitungan pengujian Smirnov Kolmogrov dapat dilihat pada table berikut:

Tabel 4.14 Hasil Perhitungan Smirnov-Kolmogrov

No	Tahun	Curah Hujan Max (mm)	Urutan Min-Max	Log Xi
		Xi		
1	2015	102.00	85	1.93
2	2016	102.00	94	1.97
3	2017	105.00	97	1.99
4	2018	85.00	99	2.00
5	2019	99.00	102	2.01
6	2020	97.00	102	2.01
7	2021	115.00	105	2.02
8	2022	94.00	115	2.06
9	2023	126.00	120	2.08
10	2024	120.00	126	2.10
<b>Jumlah</b>		1045	1045	3.02
<b>Xrt</b>		104.5	190.00	2.28
<b>S</b>		12.48	12.48	0.05
<b>Cs</b>		0.40	0.40	0.16
<b><math>\Delta P</math> Max</b>		<b>-0.09</b>	<b>0.09</b>	<b>tidak memenuhi</b>
<b>Do</b>	<b>0.410</b>			

Sumber: Hasil Perhitungan

Pada hasil perhitungan *Smirnov-Kolmogrov* didapatkan  $\Delta P$  Max = 0,09. Dari tabel Do atau Dkritis apabila jumlah data 10 tahun maka derajat kepercayaan adalah 5% (0,05). Sehingga dari table diatas didapat nilai kritis nya adalah 0,410. Hasil perhitungan dari Smirnov- kolmogrov didapatkan  $\Delta P$  Max = 0,09. Sehingga dapat disimpulkan bahwa  $\Delta P < D_o = OK \rightarrow (0,09 < 0,410 = \text{TIDAK})$ . Maka dari hasil perhitungan dari metode smirniv-kolmogrof tidak memenuhi.

b. Pengujian Chi-Kuadrat

Untuk cara pengujian Chi-Kuadrat dapat dilihat pada table berikut:

Tabel 4.15 Urutan data CH dari yang terbesar ke terkecil untuk chi-kuadrat

No	Tahun	Curah Hujan Max (mm)	Urutan min max	logX <sub>i</sub>
		Xi		
1	2015	102.00	85	1.93
2	2016	102.00	94	1.97
3	2017	105.00	97	1.99
4	2018	85.00	99	2.00
5	2019	99.00	102	2.01
6	2020	97.00	102	2.01
7	2021	115.00	105	2.02
8	2022	94.00	115	2.06
9	2023	126.00	120	2.08
10	2024	120.00	126	2.10
			Jumlah	20.16
			X <sub>rt</sub>	2.02
			S	0.05

Sumber : Hasil Perhitungan

Pengujian chi-kuadrat dilakukan dengan mengurutkan data curah hujan dari nilai yang terbesar ke terkecil atau sebaliknya. Kemudian menghitung jumlah kelas distribusi dan jumlah data curah hujan. Dimana pada perhitungan chi-kuadrat telah didapatkan jumlah kelas distribusi yaitu dengan melakukan persamaan:

$$(K) = 1 + 3,3 \log n$$

$$(K) = 1 + 3,3 \log 10 = 4,3 \approx 5$$

Maka didapatkan nilai kelas distribusi adalah 4,3. Sehingga jika dibulatkan menjadi = 5.

Kemudian menghitung derajat kebebasan ( $D_k$ ) dan  $X^2_{cr}$ . Dimana di dapatkan nilai parameter untuk Chi-Kuadrat adalah 2. Dan persamaan derajat kebebasan ( $D_k$ ) adalah:

$$D_k = 5 - (2 + 1) = 2.$$

Dari bab II pada tabel 2.8, untuk persyaratan nilai parameter *chi-kuadrat* kritis didapatkan nilai untuk  $D_k = 2$  dengan menggunakan signifikansi ( $\alpha$ ) = 0,05 maka diperoleh nilai  $X^2$  kritis = 5,991.

Kemudian menghitung kelas distribusi dimana  $1/5 \times 100\% = 20\%$ , interval distribusinya adalah 40%, 60%, 80%. Maka persamaan dan penjumlahan nya sebagai berikut:

Untuk penjumlahan nya adalah :

- Persentasi 20 %

$$P_x 20\% \text{ diperoleh } T = \frac{1}{0.20} = 5 \text{ Tahun}$$

- Persentase 40%

$$P_x 40\% \text{ diperoleh } T = \frac{1}{0.40} = 2,5 \text{ Tahun}$$

- Persentase 60%

$$P_x 60\% \text{ diperoleh } T = \frac{1}{0.60} = 1,67 \text{ Tahun}$$

- Persentase 80%

$$P_x 80\% \text{ diperoleh } T = \frac{1}{0.80} = 1,25 \text{ Tahun}$$

Selanjutnya adalah menghitung chi-kuadrat dengan probabilitas untuk *log pearson type III* yang terpilih. Dimana untuk perhitungan ini nilai  $K_T$  dihitung berdasarkan nilai  $C_s$  (Koefisien Kemencengan) yang telah didapat dari perhitungan *log pearson type III* sebelumnya. Sehingga didapatlah nilai  $C_s$  yaitu 2,6521.

Tabel 4.16 Nilai Probabilitas Log Pearson Type III

T	KT	Sd	Log Xt	XT
5	0.830	0.0515	2.0591	114.5732
2.5	0.110833	0.0515	2.0221	105.2118
1.67	-0.39611	0.0515	1.9960	99.0763
1.25	-0.850	0.0515	1.9726	93.8871

Sumber: Hasil Perhitungan

Dari tabel terlihat

$$T = 5, \text{ maka } KT = 0,449$$

$$T = 2,5 \text{ maka } KT = 0,2235$$

$$T = 1,67, \text{ maka } KT = - 0,5135$$

$$T = 1,25 \text{ maka } KT = - 0,696$$

Untuk nilai log Xi (rata-rata) log pearson type III adalah 2,04. Dan nilai standar deviasi dalam perhitungan log pearson type III adalah 0,1220. Kemudian untuk perhitungan interval kelas log XT yaitu :

Maka  $\text{Log } X_T = 2,04 + K_T + 0,1220$ . Sehingga untuk nilai  $X_T$  didapat dengan 10 dipangkatkan nilai log  $X_T$ . Sehingga didapatlah nilai  $X_T$  seperti yang tertera didalam tabel 4.16. Kemudian dilakukan perhitungan nilai  $X^2$  untuk *log pearson type III* sekaligus juga untuk menentukan apakah nilai  $X^2$  Chi-Kuadrat memenuhi apa tidak. Kemudian setelah mengetahui nilai nya memenuhi atau tidak, maka selanjutnya melakukan perhitungan koefisien limpasan untuk mengetahui limpasan air pada Daerah Aliran Sungai. Berikut nilai chi-kuadrat yang tertera pada tabel berikut dibawah ini:

Tabel 4.17 Hasil Perhitungan Chi-Kuadrat

Kelas	Interval	Ef	Of	Of-Ef	$\frac{(Of - Ef)^2}{Ef}$
1	>114.5732	2	3	1	0.5
2	114.5732 - 105.2118	2	1	-1	0.5
3	99.0763 - 105.2118	2	3	1	0.5
4	93.8871 - 99.0763	2	2	0	0
5	<93.8871	2	1	-1	0.5
		10	10		2
$X^2 < X^2_{cr}$					Memenuhi

Sumber: Hasil Perhitungan

Dari hasil perhitungan chi-kuadrat pada tabel diatas terdapat 5 kelas yang telah didapat dari nilai  $X_T$  yang tertera pada tabel 4.17. Kemudian nilai  $X_T$  diintervalkan menurut persyaratan chi-square kritis yaitu  $X^2 < X^2_{cr}$ . Kemudian nilai Ef (frekuensi yang diharapkan sesuai dengan pembagian kelas nya) adalah nilai dari parameter (p) chi- kuadrat yaitu 2. Kemudian nilai Of (frekuensi yang diamati pada kelas yang sama) adalah nilai min max dari log pearson type III yang dilihat dari nilai interval berdasarkan persyaratan *chi-square* kritis yaitu  $X^2 < X^2_{cr}$ . Sehingga berapa jumlah dari nilai interval yang sesuai dengan syarat *chi-square* kritis yang dilihat dari nilai min max log pearson type III.

Dengan demikian, jumlah nilai interval yang memenuhi syarat chi-square kritis tersebut merupakan interval yang memiliki nilai  $X^2$  lebih kecil dari  $X^2_{cr}$ , sehingga dapat dinyatakan bahwa distribusi Log Pearson Type III telah sesuai atau memenuhi kriteria uji kecocokan. Maka setelah dilakukan penjumlahan pada persamaan tersebut didapatkan nilai 2. Maka untuk persyaratan  $X^2 < X^2_{cr}$  yaitu  $2 < 5,991$ . Maka hasil untuk perhitungan *chi-kuadrat log pearson type III* memenuhi.

### 4.1.3 Perhitungan Koefisien Limpasan

Berikut adalah zona penggunaan lahan pada DAS Belutu di Kec. Sei Rampah Kabupaten Serdang Bedagai:

Tabel 4.18. Zona Penggunaan Lahan DAS Belutu

No.	Jenis Penutupan Lahan	Luas Area (km <sup>2</sup> )
1	Semak Belukar	2.62
2	Hutan Rawa Belukar	0.05
3	Hutan Lahan Kering Skunder	1.28
4	Hutan Mangrove Skunder	0.26
5	Hutan Tanaman Industri	0.13
6	Pemukiman	0.64
7	Perairan	0.11
8	Perkebunan	35.94
9	Lahan Kering Campur Semak	35.82
10	Pertanian Lahan Kering	5.59
11	Rawa	0.20
12	Sawah	16.14
13	Tambak	0.66
14	Lahan Terbuka	0.54
Jumlah		99.98
Rata-Rata		7.141428571

Sumber: Peta RBI Kec. Sei Rampah

Dari tabel di atas, diketahui bahwa penggunaan lahan terbesar pada DAS Belutu didominasi oleh perkebunan dengan luas mencapai 35,94 km<sup>2</sup>, diikuti oleh lahan kering campur semak seluas 35,82 km<sup>2</sup>, serta sawah seluas 16,14 km<sup>2</sup>. Nilai koefisien limpasan ini menggambarkan besarnya proporsi air hujan yang menjadi aliran permukaan. Semakin kedap permukaan lahan, seperti pada kawasan pemukiman dan jalan, maka nilai koefisien limpasan akan semakin tinggi, sedangkan pada lahan vegetatif seperti hutan atau perkebunan nilainya lebih rendah. Dengan demikian, penggunaan lahan pada DAS Belutu berpengaruh terhadap besarnya limpasan permukaan dan potensi terjadinya banjir.

Perhitungan nilai koefisien limpasan pengaliran di DAS Belutu dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4.19 Hasil Perhitungan Koefisien Limpasan DAS Belutu

No.	Jenis Penutupan Lahan	Luas Area (km <sup>2</sup> )	Koefisien Limpasan	C x A
1	Semak Belukar	2.62	0.20	0.524
2	Hutan Rawa Belukar	0.05	0.20	0.01
3	Hutan Lahan Kering Skunder	1.28	0.15	0.192
4	Hutan Mangrove Skunder	0.26	0.20	0.052
5	Hutan Tanaman Industri	0.13	0.25	0.0325
6	Pemukiman	0.64	0.55	0.352
7	Perairan	0.11	0.95	0.1045
8	Perkebunan	35.94	0.30	10.782
9	Lahan Kering Campur Semak	35.82	0.25	8.955
10	Pertanian Lahan Kering	5.59	0.35	1.9565
11	Rawa	0.20	0.80	0.16
12	Sawah	16.14	0.60	9.684
13	Tambak	0.66	0.85	0.561
14	Lahan Terbuka	0.54	0.40	0.216
Jumlah		99.98		33.5815
Rata-Rata		7.141428571		2.3986786
Total				0.336

Sumber: Hasil Perhitunga

$$C_{\text{rata}} = \Sigma \text{Luas Area} / C \times A$$

$$C_{\text{rata}} = 99,98 / 33.58$$

$$C_{\text{rata}} = 0.336$$

#### 4.1.4 Analisa Intensitas Curah Hujan

Persamaan yang dipakai dalam menentukan besarnya intensitas curah hujan menggunakan metode Dr. Mononobe. Persamaan yang dipakai dalam menentukan besarnya intensitas curah hujan ialah menggunakan metode Dr. Mononobe pada (BAB II, Persamaan 25) dan besarnya nilai curah hujan diambil dari distribusi *Log Person Type III* sehingga didapat hasil perhitungan seperti pada tabel berikut:

Tabel 4.20 Hasil Perhitungan Intensitas Hujan Dengan Periode Ulang

Periode Ulang	Intensitas (I)					
	2	5	10	25	50	100
R24 (mm)	103.52	114.61	121.10	128.61	133.77	138.69
T	mm/jam	mm/jam	mm/jam	mm/jam	mm/jam	mm/jam
1	35.888	39.734	41.984	44.585	46.377	48.080
2	22.608	25.031	26.448	28.087	29.216	30.288
3	17.253	19.102	20.184	21.434	22.296	23.114
4	14.242	15.769	16.661	17.694	18.405	19.080
5	12.274	13.589	14.358	15.248	15.861	16.443
6	10.869	12.034	12.715	13.503	14.045	14.561
7	9.807	10.858	11.473	12.184	12.674	13.139
8	8.972	9.934	10.496	11.146	11.594	12.020
9	8.295	9.183	9.703	10.304	10.719	11.112
10	7.732	8.561	9.045	9.606	9.992	10.358
11	7.256	8.033	8.488	9.014	9.376	9.721
12	6.847	7.581	8.010	8.506	8.848	9.173
13	6.491	7.187	7.594	8.064	8.388	8.696
14	6.178	6.840	7.228	7.675	7.984	8.277
15	5.901	6.533	6.903	7.330	7.625	7.905
16	5.652	6.258	6.612	7.022	7.304	7.572
17	5.428	6.010	6.350	6.744	7.015	7.272
18	5.225	5.785	6.113	6.491	6.752	7.000
19	5.040	5.580	5.896	6.262	6.513	6.752
20	4.871	5.393	5.698	6.051	6.294	6.525
21	4.715	5.220	5.516	5.857	6.093	6.317
22	4.571	5.061	5.347	5.679	5.907	6.124
23	4.437	4.913	5.191	5.513	5.734	5.945
24	4.313	4.776	5.046	5.359	5.574	5.779

Sumber: Hasil Perhitungan

Menurut Lubis (1992) intensitas hujan (mm/jam) dapat diturunkan dari data curah hujan harian (mm) empirik menggunakan *metode mononobe* sebagai berikut:

#### 4.1.5 Distribusi Hujan Jam-Jaman

Sebagai pendekatan untuk pengaliran DAS Belutu diambil asumsi hujan harian selama 6 jam. Asumsi hujan = 6 jam

a. Perhitungan rata-rata hujan sampai jam ke

$$T R_T = (R_{24}/6) \cdot (6/T)^{2/3}$$

$$R_t = T \cdot R_T - (T-1) (R_{T-1}) R_{24}$$

b. Misalkan T=1 adalah jam ke -1, maka :

$$R_T = (R_{24}/6) \cdot (6/1)^{2/3} = 0,55 \cdot R_{24}$$

$$R_t = 1 \cdot 0,55 \cdot R_{24} - (1-1) (R_{T-1}) R_{24}$$

$$= 0,55 \cdot R_{24}$$

Maka, untuk :

Jam Ke 1 = 55%	Jam Ke 4 = 7%
Jam Ke 2 = 15%	Jam Ke 5 = 7%
Jam Ke 3 = 11%	Jam Ke 6 = 5%

Dari hasil perhitungan di atas, diperoleh distribusi hujan selama 6 jam dengan persentase yang bervariasi pada setiap jamnya. Nilai tersebut menunjukkan bahwa intensitas hujan tertinggi terjadi pada jam pertama, yaitu sebesar 55% dari total hujan harian ( $R_{24}$ ), kemudian menurun secara bertahap hingga jam keenam sebesar 5%. Pola distribusi ini menggambarkan bahwa hujan dengan durasi 6 jam di DAS Belutu bersifat hujan awal tinggi (*front-loaded*), di mana curah hujan terbesar terjadi pada awal kejadian hujan dan semakin berkurang pada jam-jam berikutnya. Rekapitulasi perhitungan intensitas curah hujan dan hujan efektif periode ulang 2, 5, 10, 25, 50, dan 100 tahun, disajikan pada tabel berikut:

Tabel 4.21 Intensitas Curah Hujan &amp; Hujan Efektik Jam-jaman

Kala Ulang	Curah Hujan (mm)	Hujan Efektif jam ke -					
		1	2	3	4	5	6
T		55%. R24	15%. R24	11%. R24	7%. R24	7%. R24	5%. R24
2	103.52	56.969	15.495	11.387	7.246	7.246	5.176
5	114.61	63.074	17.155	12.608	8.023	8.023	5.731
10	121.10	66.645	18.126	13.321	8.477	8.477	6.055
25	128.61	70.774	19.249	14.147	9.002	9.002	6.430
50	133.77	73.619	20.023	14.715	9.364	9.364	6.689
100	138.69	76.322	20.758	15.255	9.708	9.708	6.934

Sumber: Hasil Perhitungan

#### 4.1.6 Metode Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu (HSS Nakayasu)

Data karakteristik DAS Belutu yang diketahui:

- a. Luas Daerah Aliran Sungai (A) = 60,715 Km<sup>2</sup>
- b. Panjang Sungai Utama (L) = 12 Km
- c. Kemiringan Sungai (S) = 0.018
- d. Koefisien pengaliran (C) = 0.336
- e. Tinggi Hujan Satun (Ro) = 1 mm

Dari data diatas dapat dihitung parameter yang digunakan dalam metode nakayasu dan diperoleh hasil besar nilai hidrograf satuan sintetik nakayasu sebagai berikut:

- a. Parameter Waktu Kelambatan (T<sub>g</sub>)

$$t_g = 0,4 + 0,058 \times L$$

$$t_g = 0,4 + 0,058 \times 12.000$$

$$t_g = 1.096 \text{ jam}$$

- b. Parameter Durasi Hujan (T<sub>r</sub>)

$$T_r = 0,75 \times t_g$$

$$T_r = 0,75 \times 1.096$$

$$T_r = 0,822 \text{ jam}$$

c. Parameter Waktu Puncak ( $T_p$ )

$$T_p = t_g + (0.8 \times T_r)$$

$$T_p = 1.096 + (0,8 \times 0,822)$$

$$T_p = 1,753 \text{ jam}$$

d. Paramtere Waktu Saat Debit Sama Dengan 0,3 kali Debit Puncak ( $t_{0,3}$ )

$$t_{0,3} = \alpha \times t_g$$

Koefisien perbandingan diambil  $\alpha = 2$  (untuk daerah pengaliran biasa

(CD.Soemarto 1986)

$$t_{0,3} = 2 \times 1.096$$

$$t_{0,3} = 2.192 \text{ jam}$$

e. Debit Puncak ( $Q_p$ ) :

Curah hujan spesifik ( $R_0$ ) = 1 mm

$$Q_p = \frac{A \times R_0}{3.6 (0.3T_p \times T_{0.3})}$$

$$Q_p = \frac{0,336 \times 1}{3,6 \times (0,3 \times 1,753 \times 2.192)}$$

$$Q_p = 2.084 \text{ m}^3/\text{s}$$

f. Base *Flow* ( $Q_B$ )

$$Q_B = 0,5 \times Q_p$$

$$Q_B = 0,5 \times 0,324$$

$$Q_B = 0.16 \text{ m}^3/\text{s}$$

g. Menentukan bagian lengkung naik (*Rising climb*) hidrograf satuan ( $Q_t$ )

Bagian kurva naik ( $0 < t < T_p$ )

$$Q_t = Q_p \times \left[ \frac{t}{T_p} \right]^{2.4}$$

$$Q_t = 0,324 \times \frac{1}{1,753} 2^4$$

$$Q_t = 0,084 \text{ m}^3/\text{s}$$

h. Menentukan bagian lengkung turun (*Decreasing limb*) hidrograf satuan ( $Q_{d1}$ )

Bagian kurva turun ( $Q_{d1}$ ) :  $0 < t < (t_p + T_{0,3})$

$$Q_{d1} = Q_p \times 0,3 \frac{t - T_p}{t_{0,3}}$$

$$Q_{d1} = 0,324 \times 0,3 \frac{2 - 1,753}{2,192}$$

$$Q_{d1} = 0,283 \text{ m}^3/\text{s}$$

i. Bagian kurva turun ( $Q_{d2}$ ) :  $T_p + t_{0,3} < t < T_p + t_{0,3} + 1,5 t_{0,3}$

$$Q_{d2} = Q_p \times 0,3 \frac{t - T_p + t_{0,3}}{1,5 t_{0,3}}$$

$$Q_{d2} = 1,258 \times 0,3 \frac{4 - 1,753 + 0,5 \times t_{0,3}}{1,5 \times 2,192}$$

$$Q_{d2} = 0,095 \text{ m}^3/\text{s}$$

j. Bagian kurva turun ( $Q_{d3}$ ):  $t > T_p + t_{0,3} + 1,5 t_{0,3}$

$$Q_{d2} = Q_p \times 0,3 \frac{t - T_p + 0,5 \times t_{0,3}}{2 \times t_{0,3}}$$

$$Q_{d2} = 1,258 \times 0,3 \frac{8 - 1,753 + 0,5 \times 2,19}{2 \times 2,192}$$

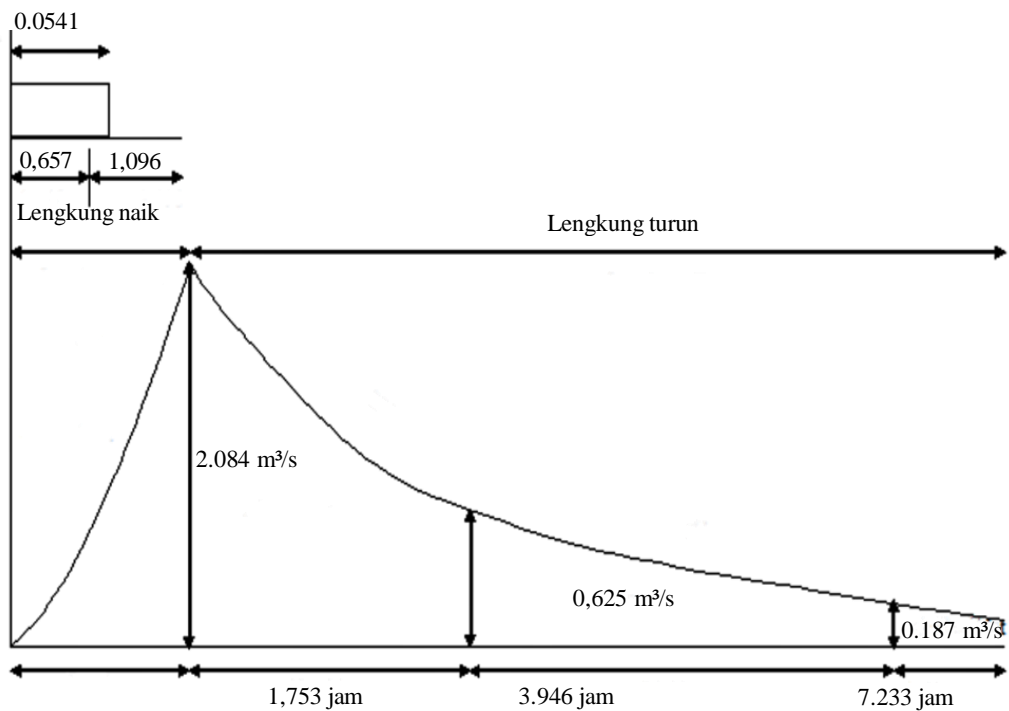
$$Q_{d2} = 0,023 \text{ m}^3/\text{s}$$

Dari perhitungan diatas, berikut hasil rekap perhitungan unit hidrograf Nakayasu seperti pada tabel berikut:

Tabel 4.22 Ordinat Hidrograf Satuan Nakayasu

	t (jam)	(Qt) m <sup>3</sup> /det
Q <sub>a</sub>	0	0
	1	0.541358467
	1.7536	2.08409841
Q <sub>d1</sub>	2	1.820296237
	3	1.050999472
	3.946	0.625092173
Q <sub>d2</sub>	4	0.612898335
	5	0.424973705
	6	0.294669833
Q <sub>d3</sub>	7	0.204319254
	7.2336	0.187568857
	8	0.151968077
	9	0.115473567
	10	0.087743064
	11	0.066671927
	12	0.050660937
	13	0.038494921
	14	0.029250524
	15	0.02222613
	16	0.016888616
	17	0.012832885
	18	0.00975112
	19	0.007409429
	20	0.005630085
	21	0.004278043
	22	0.003250688
23	0.002470049	
24	0.001876877	

Sumber: Hasil Perhitungan



Gambar 4.1 Grafik HSS Nakayasu DAS Belutu Sumber: Hasil Analisis Perhitungan  
Sumber : Hasil Analisis

Dari Gambar 4.1 dapat dilihat bahwa grafik hubungan antara debit aliran ( $Q$ ) dan waktu ( $t$ ) menunjukkan peningkatan secara bertahap seiring berjalannya waktu hingga mencapai nilai puncak sebesar  $0,584 \text{ m}^3/\text{dtk}$  pada waktu  $1,7536 \text{ jam}$ . Setelah mencapai puncaknya, grafik menunjukkan penurunan debit secara perlahan, yang menandakan bahwa aliran permukaan mulai berkurang seiring menurunnya intensitas hujan dan meningkatnya proses infiltrasi serta aliran keluar dari sistem DAS. Pola ini menggambarkan karakteristik tipikal dari hidrograf limpasan langsung (direct runoff hydrograph) pada suatu kejadian hujan tunggal

Selanjutnya untuk menghitung besarnya debit banjir rancangan pada periode ulang dari 2 hingga 100 tahun dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 4.23 Hidrograf banjir rancangan nakayasu kala ulang 2 Tahun

Kala Ulang 2 Tahun									
t (jam)	HS m/det	Distribusi Hujan Jam-jaman Hidrograf Satuan (m3/det)						Qb (m3/det)	Qttotal (m3/det)
		jam ke 1	jam ke 2	jam ke 3	jam ke 4	jam ke 5	jam ke 6		
		56.97	15.49	11.39	7.25	7.25	5.18		
0	0.00	0						1.04	1.04
1	0.54	30.84	0.00					1.04	31.88
1.7536	2.08	118.73	8.39	0.00				1.04	128.16
2	1.82	103.70	32.29	6.16				1.04	143.20
3	1.05	59.87	28.20	23.73	0.00			1.04	112.85
3.946	0.63	35.61	16.28	20.73	3.92	0.00		1.04	77.59
4	0.61	34.92	9.69	11.97	15.10	3.92	0.00	1.04	76.64
5	0.42	24.21	9.50	7.12	13.19	15.10	2.80	1.04	72.96
6	0.29	16.79	6.58	6.98	7.62	13.19	10.79	1.04	62.99
7	0.20	11.64	4.57	4.84	4.53	7.62	9.42	1.04	43.65
7.2336	0.19	10.69	3.17	3.36	4.44	4.53	5.44	1.04	32.66
8	0.15	8.66	2.91	2.33	3.08	4.44	3.24	1.04	25.69
9	0.12	6.58	2.35	2.14	2.14	3.08	3.17	1.04	20.50
10	0.09	5.00	1.79	1.73	1.48	2.14	2.20	1.04	15.38
11	0.07	3.80	1.36	1.31	1.36	1.48	1.53	1.04	11.88
12	0.05	2.89	1.03	1.00	1.10	1.36	1.06	1.04	9.48
13	0.04	2.19	0.78	0.76	0.84	1.10	0.97	1.04	7.69
14	0.03	1.67	0.60	0.58	0.64	0.84	0.79	1.04	6.14
15	0.02	1.27	0.45	0.44	0.48	0.64	0.60	1.04	4.92
16	0.02	0.96	0.34	0.33	0.37	0.48	0.45	1.04	3.99
17	0.01	0.73	0.26	0.25	0.28	0.37	0.35	1.04	3.28
18	0.01	0.56	0.20	0.19	0.21	0.28	0.26	1.04	2.74
19	0.01	0.42	0.15	0.15	0.16	0.21	0.20	1.04	2.33
20	0.01	0.32	0.11	0.11	0.12	0.16	0.15	1.04	2.02
21	0.00	0.24	0.09	0.08	0.09	0.12	0.12	1.04	1.79
22	0.00	0.19	0.07	0.06	0.07	0.09	0.09	1.04	1.61
23	0.00	0.14	0.05	0.05	0.05	0.07	0.07	1.04	1.47
24	0.00	0.11	0.04	0.04	0.04	0.05	0.05	1.04	1.37
			0.03	0.03	0.03	0.04	0.04	1.04	1.21
				0.02	0.02	0.03	0.03	1.04	1.15
					0.02	0.02	0.02	1.04	1.11
					0.01	0.02	0.02	1.04	1.09
						0.01	0.01	1.04	1.07
							0.01	1.04	1.05
Qpuncak									143.200

Sumber: Hasil Analisis Perhitungan

Tabel 4.24 Hidrograf banjir rancangan nakayasu kala ulang 5 Tahun

Kala Ulang 5 Tahun									
t (jam)	HS m/det	Distribusi Hujan Jam-jaman Hidrograf Satuan (m <sup>3</sup> /det)						Qb (m <sup>3</sup> /det)	Qttotal (m <sup>3</sup> /det)
		jam ke 1	jam ke 2	jam ke 3	jam ke 4	jam ke 5	jam ke 6		
		63.07	17.16	12.61	8.02	8.02	5.73		
0	0.00	0.00						1.04	1.04
1	0.54	34.15	0.00					1.04	35.19
1.7536	2.08	131.45	9.29	0.00				1.04	141.78
2	1.82	114.81	35.75	6.83				1.04	158.43
3	1.05	66.29	31.23	26.28	0.00			1.04	124.84
3.946	0.63	39.43	18.03	22.95	4.34	0.00		1.04	85.79
4	0.61	38.66	10.72	13.25	16.72	4.34	0.00	1.04	84.74
5	0.42	26.80	10.51	7.88	14.60	16.72	3.10	1.04	80.67
6	0.29	18.59	7.29	7.73	8.43	14.60	11.94	1.04	69.63
7	0.20	12.89	5.06	5.36	5.02	8.43	10.43	1.04	48.22
7.2336	0.19	11.83	3.51	3.72	4.92	5.02	6.02	1.04	36.05
8	0.15	9.59	3.22	2.58	3.41	4.92	3.58	1.04	28.33
9	0.12	7.28	2.61	2.36	2.36	3.41	3.51	1.04	22.58
10	0.09	5.53	1.98	1.92	1.64	2.36	2.44	1.04	16.91
11	0.07	4.21	1.51	1.46	1.50	1.64	1.69	1.04	13.04
12	0.05	3.20	1.14	1.11	1.22	1.50	1.17	1.04	10.38
13	0.04	2.43	0.87	0.84	0.93	1.22	1.07	1.04	8.40
14	0.03	1.84	0.66	0.64	0.70	0.93	0.87	1.04	6.69
15	0.02	1.40	0.50	0.49	0.53	0.70	0.66	1.04	5.33
16	0.02	1.07	0.38	0.37	0.41	0.53	0.50	1.04	4.30
17	0.01	0.81	0.29	0.28	0.31	0.41	0.38	1.04	3.52
18	0.01	0.62	0.22	0.21	0.23	0.31	0.29	1.04	2.92
19	0.01	0.47	0.17	0.16	0.18	0.23	0.22	1.04	2.47
20	0.01	0.36	0.13	0.12	0.14	0.18	0.17	1.04	2.13
21	0.00	0.27	0.10	0.09	0.10	0.14	0.13	1.04	1.87
22	0.00	0.21	0.07	0.07	0.08	0.10	0.10	1.04	1.67
23	0.00	0.16	0.06	0.05	0.06	0.08	0.07	1.04	1.52
24	0.00	0.12	0.04	0.04	0.05	0.06	0.06	1.04	1.40
			0.03	0.03	0.03	0.05	0.04	1.04	1.23
				0.02	0.03	0.03	0.03	1.04	1.16
					0.02	0.03	0.02	1.04	1.11
					0.02	0.02	0.02	1.04	1.10
						0.02	0.01	1.04	1.07
							0.01	1.04	1.05
Qpuncak									158.435

Sumber: Hasil Analisis Perhitungan

Tabel 4.25 Hidrograf banjir rancangan nakayasu kala ulang 10 Tahun

Kala Ulang 10 Tahun									
t (jam)	HS m/det	Distribusi Hujan Jam-jaman Hidrograf Satuan (m3/det)						Qb (m3/det)	Qtotal (m3/det)
		jam ke 1	jam ke 2	jam ke 3	jam ke 4	jam ke 5	jam ke 6		
		66.65	18.13	13.32	8.48	8.48	6.06		
0	0.00	0						1.04	1.04
1	0.54	36.08	0.00					1.04	37.12
1.7536	2.08	138.89	9.81					1.04	149.75
2	1.82	121.31	37.78	0.00				1.04	160.13
3	1.05	70.04	33.00	7.21	0.00			1.04	111.29
3.946	0.63	41.66	19.05	27.76	4.59	0.00		1.04	94.10
4	0.61	40.85	11.33	24.25	17.67	4.59	0.00	1.04	99.72
5	0.42	28.32	11.11	14.00	15.43	17.67	3.28	1.04	90.85
6	0.29	19.64	7.70	8.33	8.91	15.43	12.62	1.04	73.67
7	0.20	13.62	5.34	8.16	5.30	8.91	11.02	1.04	53.40
7.2336	0.19	12.50	3.70	5.66	5.20	5.30	6.36	1.04	39.77
8	0.15	10.13	3.40	3.93	3.60	5.20	3.78	1.04	31.08
9	0.12	7.70	2.75	2.72	2.50	3.60	3.71	1.04	24.03
10	0.09	5.85	2.09	2.50	1.73	2.50	2.57	1.04	18.28
11	0.07	4.44	1.59	2.02	1.59	1.73	1.78	1.04	14.21
12	0.05	3.38	1.21	1.54	1.29	1.59	1.24	1.04	11.28
13	0.04	2.57	0.92	1.17	0.98	1.29	1.14	1.04	9.10
14	0.03	1.95	0.70	0.89	0.74	0.98	0.92	1.04	7.22
15	0.02	1.48	0.53	0.67	0.57	0.74	0.70	1.04	5.74
16	0.02	1.13	0.40	0.51	0.43	0.57	0.53	1.04	4.61
17	0.01	0.86	0.31	0.39	0.33	0.43	0.40	1.04	3.75
18	0.01	0.65	0.23	0.30	0.25	0.33	0.31	1.04	3.10
19	0.01	0.49	0.18	0.22	0.19	0.25	0.23	1.04	2.61
20	0.01	0.38	0.13	0.17	0.14	0.19	0.18	1.04	2.23
21	0.00	0.29	0.10	0.13	0.11	0.14	0.13	1.04	1.95
22	0.00	0.22	0.08	0.10	0.08	0.11	0.10	1.04	1.73
23	0.00	0.16	0.06	0.07	0.06	0.08	0.08	1.04	1.56
24	0.00	0.13	0.04	0.06	0.05	0.06	0.06	1.04	1.44
			0.03	0.04	0.04	0.05	0.04	1.04	1.25
				0.03	0.03	0.04	0.03	1.04	1.17
				0.03	0.02	0.03	0.03	1.04	1.14
					0.02	0.02	0.02	1.04	1.10
						0.02	0.01	1.04	1.07
							0.01	1.04	1.05
Qpuncak									160.133

Sumber: Hasil Analisis

Tabel 4.26 Hidrograf banjir rancangan nakayasu kala ulang 25 Tahun

Kala Ulang 25 Tahun									
t (jam)	HS m/det	Distribusi Hujan Jam-jaman Hidrograf Satuan (m <sup>3</sup> /det)						Qb (m <sup>3</sup> /det)	Qtotal (m <sup>3</sup> /det)
		jam ke 1	jam ke 2	jam ke 3	jam ke 4	jam ke 5	jam ke 6		
		70.77	19.25	14.15	9.00	9.00	6.43		
0	0.00	0.00						1.04	1.04
1	0.54	38.31	0.00					1.04	39.36
1.7536	2.08	147.50	10.42					1.04	158.96
2	1.82	128.83	40.12	0.00				1.04	169.99
3	1.05	74.38	35.04	7.66	0.00			1.04	118.12
3.946	0.63	44.24	20.23	29.48	4.87	0.00		1.04	99.87
4	0.61	43.38	12.03	25.75	18.76	4.87	0.00	1.04	105.84
5	0.42	30.08	11.80	14.87	16.39	18.76	3.48	1.04	96.42
6	0.29	20.86	8.18	8.84	9.46	16.39	13.40	1.04	78.17
7	0.20	14.46	5.67	8.67	5.63	9.46	11.70	1.04	56.64
7.2336	0.19	13.28	3.93	6.01	5.52	5.63	6.76	1.04	42.17
8	0.15	10.76	3.61	4.17	3.83	5.52	4.02	1.04	32.94
9	0.12	8.17	2.93	2.89	2.65	3.83	3.94	1.04	25.45
10	0.09	6.21	2.22	2.65	1.84	2.65	2.73	1.04	19.35
11	0.07	4.72	1.69	2.15	1.69	1.84	1.89	1.04	15.02
12	0.05	3.59	1.28	1.63	1.37	1.69	1.31	1.04	11.91
13	0.04	2.72	0.98	1.24	1.04	1.37	1.21	1.04	9.60
14	0.03	2.07	0.74	0.94	0.79	1.04	0.98	1.04	7.60
15	0.02	1.57	0.56	0.72	0.60	0.79	0.74	1.04	6.03
16	0.02	1.20	0.43	0.54	0.46	0.60	0.56	1.04	4.83
17	0.01	0.91	0.33	0.41	0.35	0.46	0.43	1.04	3.92
18	0.01	0.69	0.25	0.31	0.26	0.35	0.33	1.04	3.23
19	0.01	0.52	0.19	0.24	0.20	0.26	0.25	1.04	2.70
20	0.01	0.40	0.14	0.18	0.15	0.20	0.19	1.04	2.30
21	0.00	0.30	0.11	0.14	0.12	0.15	0.14	1.04	2.00
22	0.00	0.23	0.08	0.10	0.09	0.12	0.11	1.04	1.77
23	0.00	0.17	0.06	0.08	0.07	0.09	0.08	1.04	1.60
24	0.00	0.13	0.05	0.06	0.05	0.07	0.06	1.04	1.46
			0.04	0.05	0.04	0.05	0.05	1.04	1.26
				0.03	0.03	0.04	0.04	1.04	1.18
				0.03	0.02	0.03	0.03	1.04	1.15
					0.02	0.02	0.02	1.04	1.10
						0.02	0.02	1.04	1.07
							0.01	1.04	1.05
Qpuncak									169.990

Sumber: Hasil Analisis

Tabel 4.26 Hidrograf banjir rancangan nakayasu kala ulang 25 Tahun

Kala Ulang 50 Tahun									
t (jam)	HS m/det	Distribusi Hujan Jam-jaman Hidrograf Satuan (m <sup>3</sup> /det)						Qb (m <sup>3</sup> /det)	Qtotal (m <sup>3</sup> /det)
		jam ke 1	jam ke 2	jam ke 3	jam ke 4	jam ke 5	jam ke 6		
		73.62	20.02	14.72	9.36	9.36	6.69		
0	0.00	0.00						1.04	1.04
1	0.54	39.85	0.00					1.04	40.90
1.7536	2.08	153.43	10.84					1.04	165.31
2	1.82	134.01	41.73	0.00				1.04	176.78
3	1.05	77.37	36.45	7.97	0.00			1.04	122.83
3.946	0.63	46.02	21.04	30.67	5.07	0.00		1.04	103.84
4	0.61	45.12	12.52	26.79	19.52	5.07	0.00	1.04	110.05
5	0.42	31.29	12.27	15.47	17.05	19.52	3.62	1.04	100.25
6	0.29	21.69	8.51	9.20	9.84	17.05	13.94	1.04	81.27
7	0.20	15.04	5.90	9.02	5.85	9.84	12.18	1.04	58.87
7.2336	0.19	13.81	4.09	6.25	5.74	5.85	7.03	1.04	43.82
8	0.15	11.19	3.76	4.34	3.98	5.74	4.18	1.04	34.22
9	0.12	8.50	3.04	3.01	2.76	3.98	4.10	1.04	26.43
10	0.09	6.46	2.31	2.76	1.91	2.76	2.84	1.04	20.09
11	0.07	4.91	1.76	2.24	1.76	1.91	1.97	1.04	15.58
12	0.05	3.73	1.33	1.70	1.42	1.76	1.37	1.04	12.35
13	0.04	2.83	1.01	1.29	1.08	1.42	1.25	1.04	9.94
14	0.03	2.15	0.77	0.98	0.82	1.08	1.02	1.04	7.87
15	0.02	1.64	0.59	0.75	0.62	0.82	0.77	1.04	6.23
16	0.02	1.24	0.45	0.57	0.47	0.62	0.59	1.04	4.98
17	0.01	0.94	0.34	0.43	0.36	0.47	0.45	1.04	4.04
18	0.01	0.72	0.26	0.33	0.27	0.36	0.34	1.04	3.32
19	0.01	0.55	0.20	0.25	0.21	0.27	0.26	1.04	2.77
20	0.01	0.41	0.15	0.19	0.16	0.21	0.20	1.04	2.36
21	0.00	0.31	0.11	0.14	0.12	0.16	0.15	1.04	2.04
22	0.00	0.24	0.09	0.11	0.09	0.12	0.11	1.04	1.80
23	0.00	0.18	0.07	0.08	0.07	0.09	0.09	1.04	1.62
24	0.00	0.14	0.05	0.06	0.05	0.07	0.07	1.04	1.48
			0.04	0.05	0.04	0.05	0.05	1.04	1.27
				0.04	0.03	0.04	0.04	1.04	1.19
				0.03	0.02	0.03	0.03	1.04	1.15
					0.02	0.02	0.02	1.04	1.10
						0.02	0.02	1.04	1.08
							0.01	1.04	1.05
Qpuncak									176.780

Sumber: Hasil analisis

Tabel 4.28 Hidrograf banjir rancangan nakayasu kala ulang 100 Tahun

Kala Ulang 100 Tahun									
t (jam)	HS m/det	Distribusi Hujan Jam-jaman Hidrograf Satuan (m <sup>3</sup> /det)						Qb (m <sup>3</sup> /det)	Qtotal (m <sup>3</sup> /det)
		jam ke 1	jam ke 2	jam ke 3	jam ke 4	jam ke 5	jam ke 6		
		76.32	20.76	15.26	9.71	9.71	6.93		
0	0.00	0.00						1.04	1.04
1	0.54	41.32	0.00					1.04	42.36
1.7536	2.08	159.06	11.24					1.04	171.34
2	1.82	138.93	43.26	0.00				1.04	183.23
3	1.05	80.21	37.79	8.26	0.00			1.04	127.30
3.946	0.63	47.71	21.82	31.79	5.26	0.00		1.04	107.62
4	0.61	46.78	12.98	27.77	20.23	5.26	0.00	1.04	114.05
5	0.42	32.43	12.72	16.03	17.67	20.23	3.75	1.04	103.89
6	0.29	22.49	8.82	9.54	10.20	17.67	14.45	1.04	84.22
7	0.20	15.59	6.12	9.35	6.07	10.20	12.62	1.04	61.00
7.2336	0.19	14.32	4.24	6.48	5.95	6.07	7.29	1.04	45.39
8	0.15	11.60	3.89	4.50	4.13	5.95	4.33	1.04	35.44
9	0.12	8.81	3.15	3.12	2.86	4.13	4.25	1.04	27.36
10	0.09	6.70	2.40	2.86	1.98	2.86	2.95	1.04	20.79
11	0.07	5.09	1.82	2.32	1.82	1.98	2.04	1.04	16.12
12	0.05	3.87	1.38	1.76	1.48	1.82	1.42	1.04	12.77
13	0.04	2.94	1.05	1.34	1.12	1.48	1.30	1.04	10.27
14	0.03	2.23	0.80	1.02	0.85	1.12	1.05	1.04	8.12
15	0.02	1.70	0.61	0.77	0.65	0.85	0.80	1.04	6.42
16	0.02	1.29	0.46	0.59	0.49	0.65	0.61	1.04	5.13
17	0.01	0.98	0.35	0.45	0.37	0.49	0.46	1.04	4.15
18	0.01	0.74	0.27	0.34	0.28	0.37	0.35	1.04	3.40
19	0.01	0.57	0.20	0.26	0.22	0.28	0.27	1.04	2.83
20	0.01	0.43	0.15	0.20	0.16	0.22	0.20	1.04	2.40
21	0.00	0.33	0.12	0.15	0.12	0.16	0.15	1.04	2.08
22	0.00	0.25	0.09	0.11	0.09	0.12	0.12	1.04	1.83
23	0.00	0.19	0.07	0.09	0.07	0.09	0.09	1.04	1.64
24	0.00	0.14	0.05	0.07	0.05	0.07	0.07	1.04	1.50
			0.04	0.05	0.04	0.05	0.05	1.04	1.28
				0.04	0.03	0.04	0.04	1.04	1.19
				0.03	0.02	0.03	0.03	1.04	1.16
					0.02	0.02	0.02	1.04	1.11
						0.02	0.02	1.04	1.08
							0.01	1.04	1.06
Qpuncak									183.233

Sumber : Hasil analisis

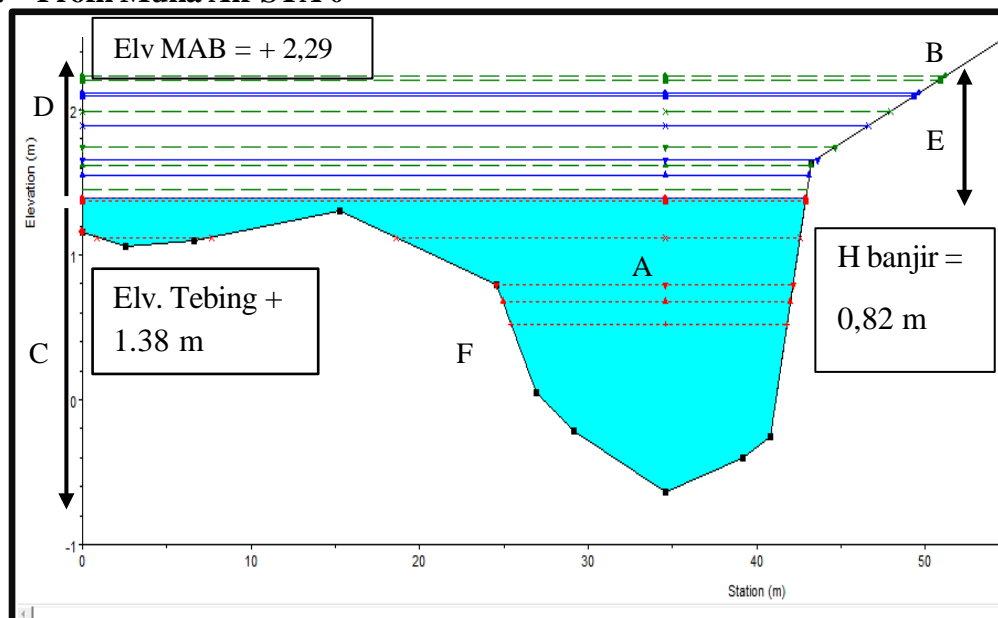
## 4.2 Analisis Hidrolika

Analisis hidrolika sungai bertujuan untuk menilai kemampuan alur sungai saat ini dalam menghadapi banjir rencana dan untuk mengidentifikasi profil muka air banjir di sepanjang alur yang sedang dipelajari. Salah satu hasil dari evaluasi kapasitas alur adalah penentuan nilai kapasitas sungai. Analisis hidrolika sungai bertujuan untuk memeriksa pengaruh pengendalian banjir dengan menganalisis profil muka air banjir pada berbagai skenario debit rencana.

Analisis hidrolika yang dilaksanakan pada penelitian ini menggunakan software sebagai alat bantu dalam melakukan analisis profil muka air banjir dan penampang nya. Salah satu aplikasi yang digunakan dalam studi kasus ini adalah *Hec-Ras*. Dalam penelitian ini *Hec-Ras* digunakan sebagai bahan dalam analisis hidrolika. *Hec-Ras* yang dilaksanakan pada penelitian ini menggunakan versi 5.0.7.

### 4.2.1 Analisis Penampang Profil Muka Air Banjir Dengan *Hec-Ras* 5.0.7

#### a. Profil Muka Air STA 0



Gambar 4.1. Hasil Running Steady Flow Profil Melintang RS 0 Cross Section P529

Ket :

A = sungai

B = Bantaran Sungai

C = Elevasi Tebing

D = Elevasi Tebing + Muka Air Banjir

E = Tinggi Banjir

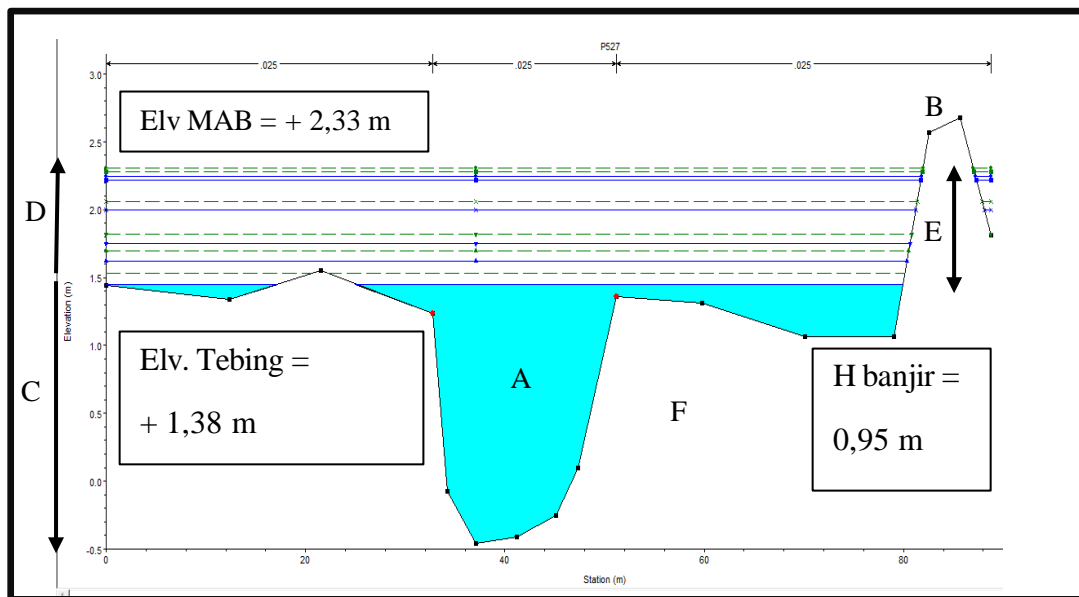
F = Tanah Padat

Simulasi *Hec-Ras* pada RS 0 *cross section* P529, menunjukkan bahwa dari kala ulang 2 tahun (Q2) elevasi muka air banjir setinggi 1,38 m, mengalami kenaikan debit 0,19 m, kala ulang 5 tahun (Q5) dengan elevasi muka air banjir 1.57 m, mengalami kenaikan debit sebesar 0,14 m, kala ulang 10 tahun (Q10) dengan elevasi muka air banjir 1,71 m, mengalami kenaikan debit sebesar 0,31 m, kala ulang 25 tahun (Q25) dengan elevasi muka air banjir 2,02 m, mengalami kenaikan debit sebesar 0,25 m, untuk kala ulang 50 tahun (Q50) dengan elevasi muka air banjir 2,27 m, mengalami kenaikan debit sebesar 0.03 m, untuk kala ulang 100 tahun (Q100) dengan elevasi muka air banjir 2,33 m, mengalami kenaikan maksimal debit sebesar 0,03 m, sehingga, dari semua elevasi muka air banjir Q2, Q5, Q10, Q25, Q50, dan Q100 mengalami kenaikan tinggi muka air banjir keseluruhan sebesar 0,95 m.



tahun (Q100) dengan elevasi muka air banjir 2,23 m, mengalami kenaikan maksimal debit sebesar 0,10 m, sehingga, dari semua elevasi muka air banjir Q2, Q5, Q10, Q25, Q50, dan Q100 mengalami kenaikan tinggi muka air banjir keseluruhan sebesar 0,90 m.

### c. Profil Muka Air STA 100



Gambar 4.3 Hasil Running Steady Flow Profil Melintang RS 100 Cross Section P527

Ket :

A = sungai

B = Bantaran Sungai

C = Elevasi Tebing

D = Elevasi Tebing + Muka Air Banjir

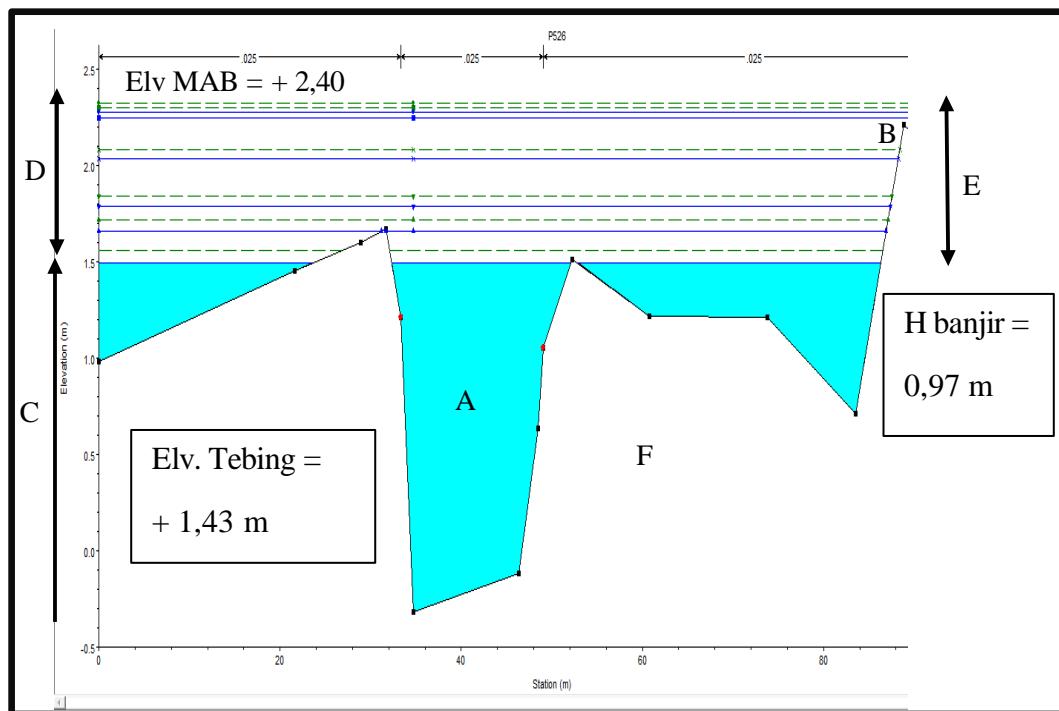
E = Tinggi Banjir

F = Tanah Padat

Simulasi *Hec-Ras* pada RS 100 *cross section* P527, menunjukkan bahwa dari kala ulang 2 tahun (Q2) elevasi muka air banjir setinggi 1,38 m, mengalami kenaikan debit 0,19 m, kala ulang 5 tahun (Q5) dengan elevasi muka air banjir 1.57 m, mengalami kenaikan debit sebesar 0,14 m, kala ulang 10 tahun (Q10) dengan

elevasi muka air banjir 1,71 m, mengalami kenaikan debit sebesar 0,31 m, kala ulang 25 tahun (Q25) dengan elevasi muka air banjir 2,02 m, mengalami kenaikan debit sebesar 0,25 m, untuk kala ulang 50 tahun (Q50) dengan elevasi muka air banjir 2,27 m, mengalami kenaikan debit sebesar 0,03 m, untuk kala ulang 100 tahun (Q100) dengan elevasi muka air banjir 2,33 m, mengalami kenaikan maksimal debit sebesar 0,03 m, sehingga, dari semua elevasi muka air banjir Q2, Q5, Q10, Q25, Q50, dan Q100 mengalami kenaikan tinggi muka air banjir keseluruhan sebesar 0,95 m.

#### d. Profil Muka Air STA 150



Gambar 4.4 Hasil Running Steady Flow Profil Melintang RS 150 Cross Section P526

Ket :

A = sungai

B = Bantaran Sungai

C = Elevasi Tebing

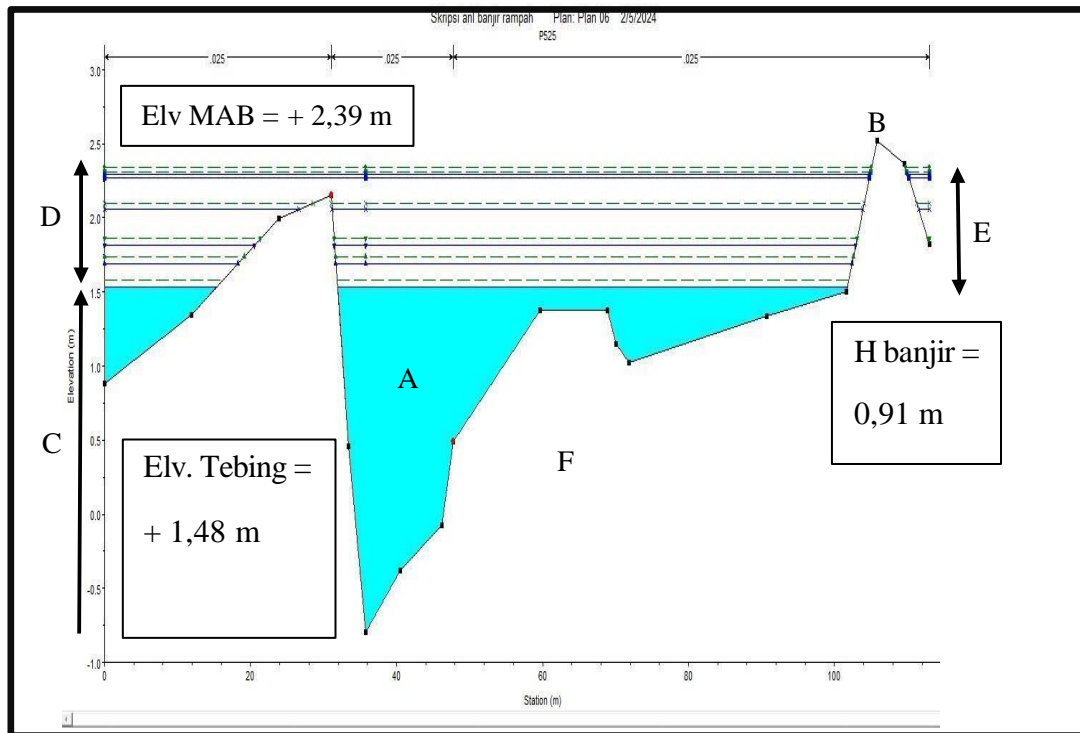
D = Elevasi Tebing + Muka Air Banjir

E = Tinggi Banjir

F = Tanah Padat

Simulasi *Hec-Ras* pada RS 150 *cross section* P526, menunjukkan bahwa dari kala ulang 2 tahun (Q2) elevasi muka air banjir setinggi 1,43 m dari dasar sungai, mengalami kenaikan debit 0,19 m, kala ulang 5 tahun (Q5) dengan elevasi muka air banjir 1.62 m, mengalami kenaikan debit sebesar 0,13 m, kala ulang 10 tahun (Q10) dengan elevasi muka air banjir 1,75m, mengalami kenaikan debit sebesar 0,3 m, kala ulang 25 tahun (Q25) dengan elevasi muka air banjir 2,05 m, mengalami kenaikan debit sebesar 0,25 m, untuk kala ulang 50 tahun (Q50) dengan elevasi muka air banjir 2,30 m, mengalami kenaikan debit sebesar 0.03 m, untuk kala ulang 100 tahun (Q100) dengan elevasi muka air banjir 2,33 m, mengalami kenaikan maksimal debit sebesar 0,07 m, sehingga, dari semua elevasi muka air banjir Q2, Q5, Q10, Q25, Q50, dan Q100 mengalami kenaikan tinggi muka air banjir keseluruhan sebesar 0,97 m.

### e. Profil Muka Air STA 200



Gambar 4.5 Hasil Running Steady Flow Profil Melintang RS 200 Cross Section P525

Ket :

A = sungai

B = Bantaran Sungai

C = Tinggi Elevasi Tebing

D = Elevasi Tebing + Muka Air Banjir

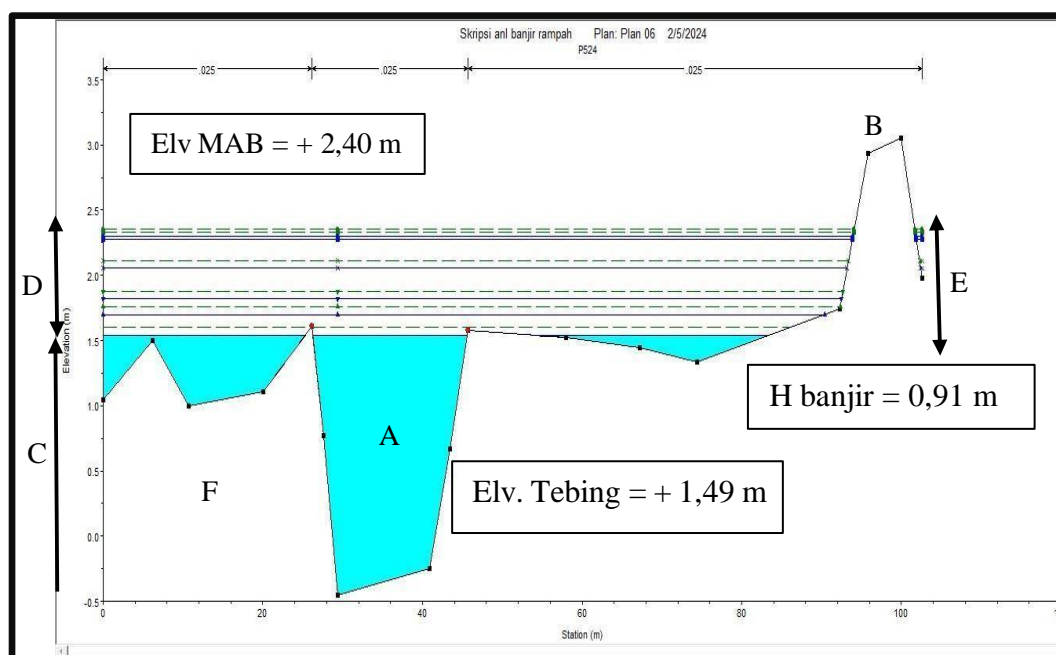
E = Tinggi Banjir

F = Tanah Padat

Simulasi *Hec-Ras* pada RS 200 *cross section* P525, menunjukkan bahwa dari kala ulang 2 tahun (Q2) elevasi muka air banjir setinggi 1,48 m dari dasar sungai, mengalami kenaikan debit 0,18 m, kala ulang 5 tahun (Q5) dengan elevasi muka air banjir 1.66 m, mengalami kenaikan debit sebesar 0,13 m, kala ulang 10 tahun (Q10) dengan elevasi muka air banjir 1,79 m, mengalami kenaikan debit sebesar 0,28 m, kala ulang 25 tahun (Q25) dengan elevasi muka air banjir

2,07 m, mengalami kenaikan debit sebesar 0,25 m, untuk kala ulang 50 tahun (Q50) dengan elevasi muka air banjir 2,32 m, mengalami kenaikan debit sebesar 0.03 m, untuk kala ulang 100 tahun (Q100) dengan elevasi muka air banjir 2,35 m, mengalami kenaikan maksimal debit sebesar 0,04 m, sehingga, dari semua elevasi muka air banjir Q2, Q5, Q10, Q25, Q50, dan Q100 mengalami kenaikan tinggi muka air banjir keseluruhan sebesar 0,91 m.

#### f. Profi Muka Air STA 250



Gambar 4.6 Hasil Running Steady Flow Profil Melintang RS 250 Cross Section P524

Ket :

A = sungai

B = Bantaran sungai

C = Tinggi Elevasi Tebing

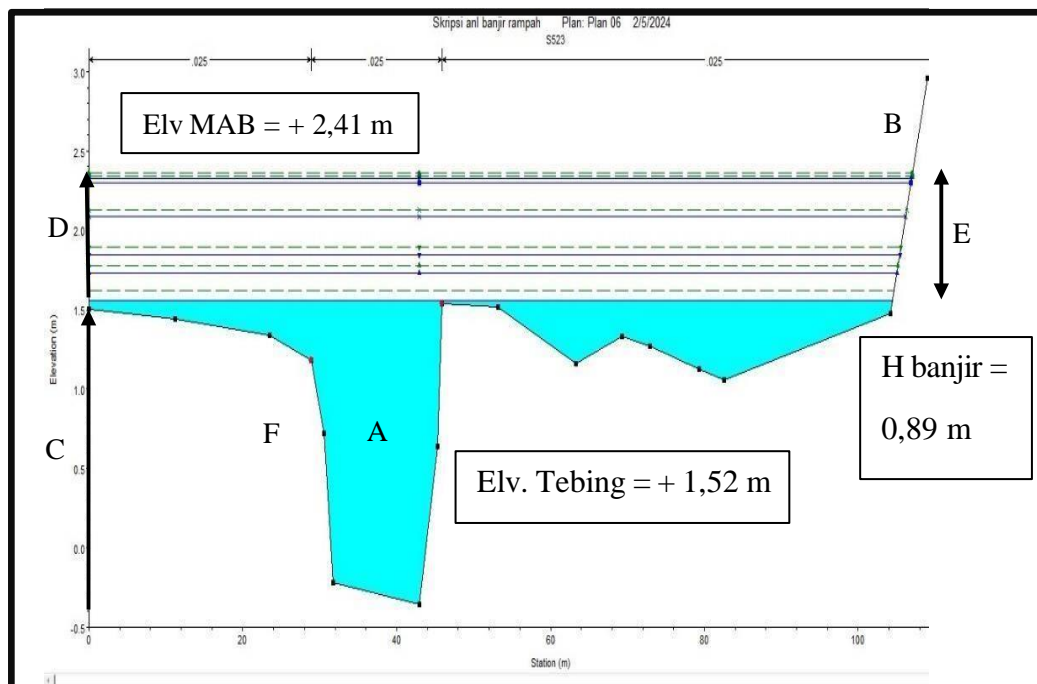
D = Elevasi Tebing + Muka Air Banjir

E = Tinggi Banjir

F = Tanah padat

Simulasi *Hec-Ras* pada RS 250 cross section P524, menunjukkan bahwa dari kala ulang 2 tahun (Q2) elevasi muka air banjir setinggi 1,49 m dari dasar sungai, mengalami kenaikan debit 0,17 m, kala ulang 5 tahun (Q5) dengan elevasi muka air banjir 1.66 m, mengalami kenaikan debit sebesar 0,13 m, kala ulang 10 tahun (Q10) dengan elevasi muka air banjir 1,79 m, mengalami kenaikan debit sebesar 0,29 m, kala ulang 25 tahun (Q25) dengan elevasi muka air banjir 2,08 m, mengalami kenaikan debit sebesar 0,24 m, untuk kala ulang 50 tahun (Q50) dengan elevasi muka air banjir 2,32 m, mengalami kenaikan debit sebesar 0.03 m, untuk kala ulang 100 tahun (Q100) dengan elevasi muka air banjir 2,3540 m, mengalami kenaikan maksimal debit sebesar 0,05 m, sehingga, dari semua elevasi muka air banjir Q2, Q5, Q10, Q25, Q50, dan Q100 mengalami kenaikan tinggi muka air banjir keseluruhan sebesar 0,91 m

**g. Profil Muka Air STA 300**



Gambar 4.7 Hasil Running Steady Flow Profil Melintang RS 300 Cross Section P523

Ket :

A = sungai

B = Bantaran sungai

C = Tinggi Elevasi Tebing

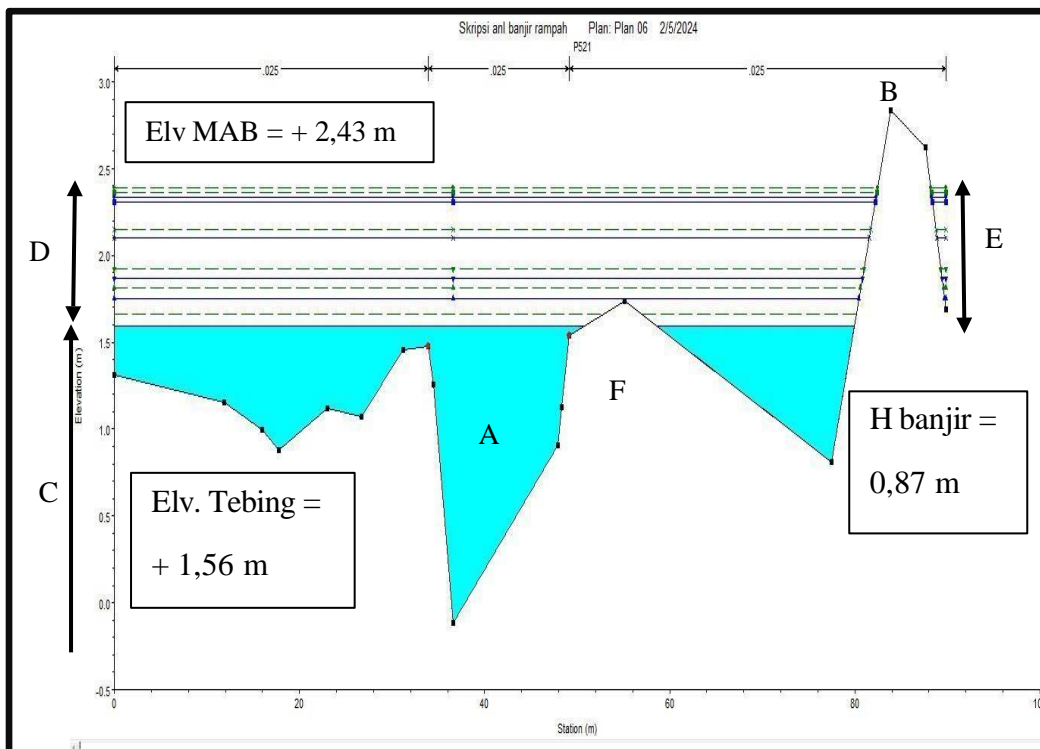
D = Elevasi Tebing + Muka Air Banjir

E = Tinggi Banjir

F = Tanah padat

Simulasi *Hec-Ras* pada RS 300 *cross section* P523, menunjukkan bahwa dari kala ulang 2 tahun (Q2) tinggi elevasi muka air banjir setinggi 1,52 m dari dasar sungai, mengalami kenaikan debit 0,18 m, kala ulang 5 tahun (Q5) dengan elevasi muka air banjir 1.70 m, mengalami kenaikan debit sebesar 0,12 m, kala ulang 10 tahun (Q10) dengan elevasi muka air banjir 1,82 m, mengalami kenaikan debit sebesar 0,28 m, kala ulang 25 tahun (Q25) dengan elevasi muka air banjir 2,10 m, mengalami kenaikan debit sebesar 0,25 m, untuk kala ulang 50 tahun (Q50) dengan elevasi muka air banjir 2,35 m, mengalami kenaikan debit sebesar 0.03 m, untuk kala ulang 100 tahun (Q100) dengan elevasi muka air banjir 2,38 m, mengalami kenaikan maksimal debit sebesar 0,03 m, sehingga, dari semua elevasi muka air banjir Q2, Q5, Q10, Q25, Q50, dan Q100 mengalami kenaikan tinggi muka air banjir keseluruhan sebesar 0,89 m

#### h. Profil Muka Air STA 350



Gambar 4.8 Hasil Running Steady Flow Profil Melintang RS 350 Cross Section P521

Ket :

A = sungai

B = Bantaran sungai

C = Tinggi Elevasi Tebing

D = Elevasi Tebing + Muka Air Banjir

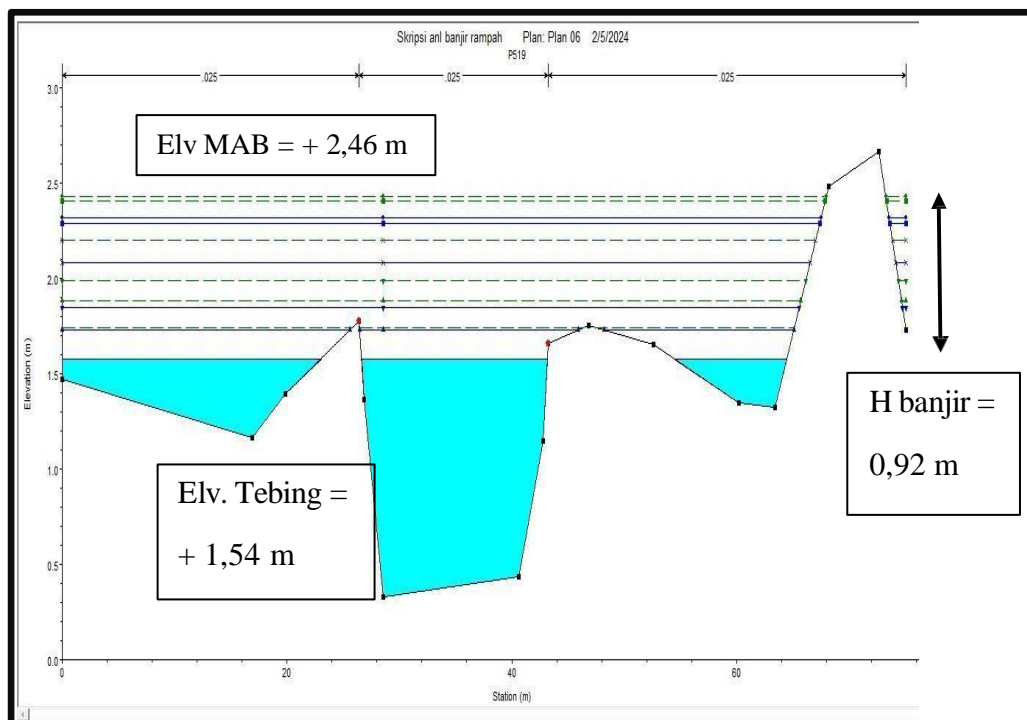
E = Tinggi Banjir

F = Tanah padat

Simulasi *Hec-Ras* pada RS 350 *cross section* P521, menunjukkan bahwa dari kala ulang 2 tahun ( $Q_2$ ) elevasi muka air banjir setinggi 1,56 m, dari dasar sungai, mengalami kenaikan debit 0,16 m, kala ulang 5 tahun ( $Q_5$ ) dengan elevasi muka air banjir 1,72 m, mengalami kenaikan debit sebesar 0,12 m, kala ulang 10 tahun ( $Q_{10}$ ) dengan elevasi muka air banjir 1,84 m, mengalami kenaikan

debit sebesar 0,27 m, kala ulang 25 tahun (Q25) dengan elevasi muka air banjir 2,11 m, mengalami kenaikan debit sebesar 0,24 m, untuk kala ulang 50 tahun (Q50) dengan elevasi muka air banjir 2,35 m, mengalami kenaikan debit sebesar 0,03 m, untuk kala ulang 100 tahun (Q100) dengan elevasi muka air banjir 2,38 m, mengalami kenaikan maksimal debit sebesar 0,05 m, sehingga, dari semua elevasi muka air banjir Q2, Q5, Q10, Q25, Q50, dan Q100 mengalami kenaikan tinggi muka air banjir keseluruhan sebesar 0,87 m

#### i. Profil Muka Air STA 400

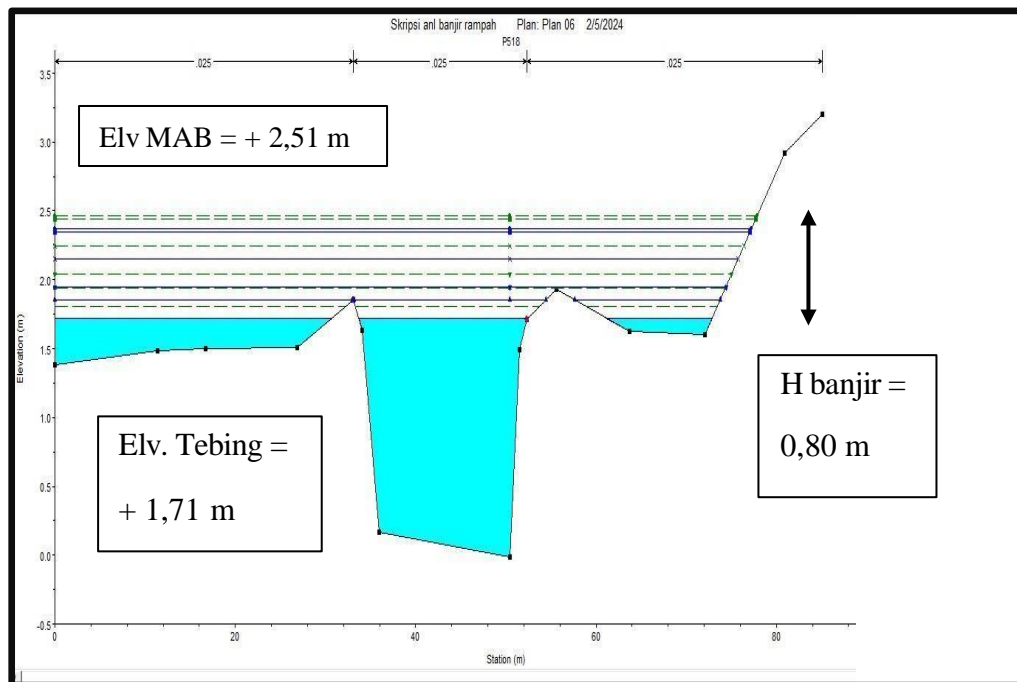


Gambar 4.9 Hasil Running Steady Flow Profil Melintang RS 400 Cross Section P519

Simulasi *Hec-Ras* pada RS 400 *cross section* P519, menunjukkan bahwa dari kala ulang 2 tahun (Q2) elevasi muka air banjir setinggi 1,54 m dari dasar sungai, mengalami kenaikan debit 0,16 m, kala ulang 5 tahun (Q5) dengan elevasi muka air banjir 1.70 m, mengalami kenaikan debit sebesar 0,12 m, kala

ulang 10 tahun (Q10) dengan elevasi muka air banjir 1,82 m, mengalami kenaikan debit sebesar 0,28 m, kala ulang 25 tahun (Q25) dengan elevasi muka air banjir 2,10 m, mengalami kenaikan debit sebesar 0,24 m, untuk kala ulang 50 tahun (Q50) dengan elevasi muka air banjir 2,34 m, mengalami kenaikan debit sebesar 0,02 m, untuk kala ulang 100 tahun (Q100) dengan elevasi muka air banjir 2,36 m, mengalami kenaikan maksimal debit sebesar 0,10 m, sehingga, dari semua elevasi muka air banjir Q2, Q5, Q10, Q25, Q50, dan Q100 mengalami kenaikan tinggi muka air banjir keseluruhan sebesar 0,92 m

#### j. Profil Muka Air STA 450

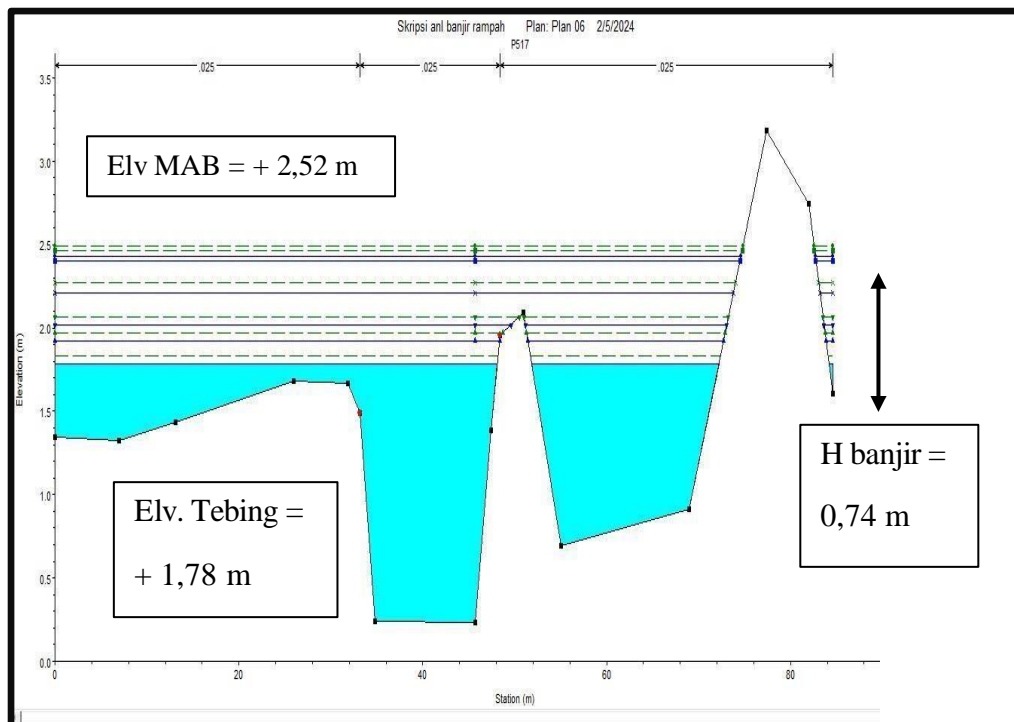


Gambar 4.10 Hasil Running Steady Flow Profil Melintang RS 450 Cross Section P518

Simulasi *Hec-Ras* pada RS 450 *cross section* P518, menunjukkan bahwa dari kala ulang 2 tahun (Q2) elevasi muka air banjir setinggi 1,71 m dari dasar sungai, mengalami kenaikan debit 0,13 m, kala ulang 5 tahun (Q5) dengan elevasi muka air banjir 1.84 m, mengalami kenaikan debit sebesar 0,09 m, kala ulang 10 tahun (Q10) dengan elevasi muka air banjir 1,93 m, mengalami kenaikan

debit sebesar 0,23 m, kala ulang 25 tahun (Q25) dengan elevasi muka air banjir 2,16 m, mengalami kenaikan debit sebesar 0,23 m, untuk kala ulang 50 tahun (Q50) dengan elevasi muka air banjir 2,39 m, mengalami kenaikan debit sebesar 0,02 m, untuk kala ulang 100 tahun (Q100) dengan elevasi muka air banjir 2,41 m, mengalami kenaikan maksimal debit sebesar 0,10 m, sehingga, dari semua elevasi muka air banjir Q2, Q5, Q10, Q25, Q50, dan Q100 mengalami kenaikan tinggi muka air banjir keseluruhan sebesar 0,80 m

#### k. Profil Muka Air STA 500

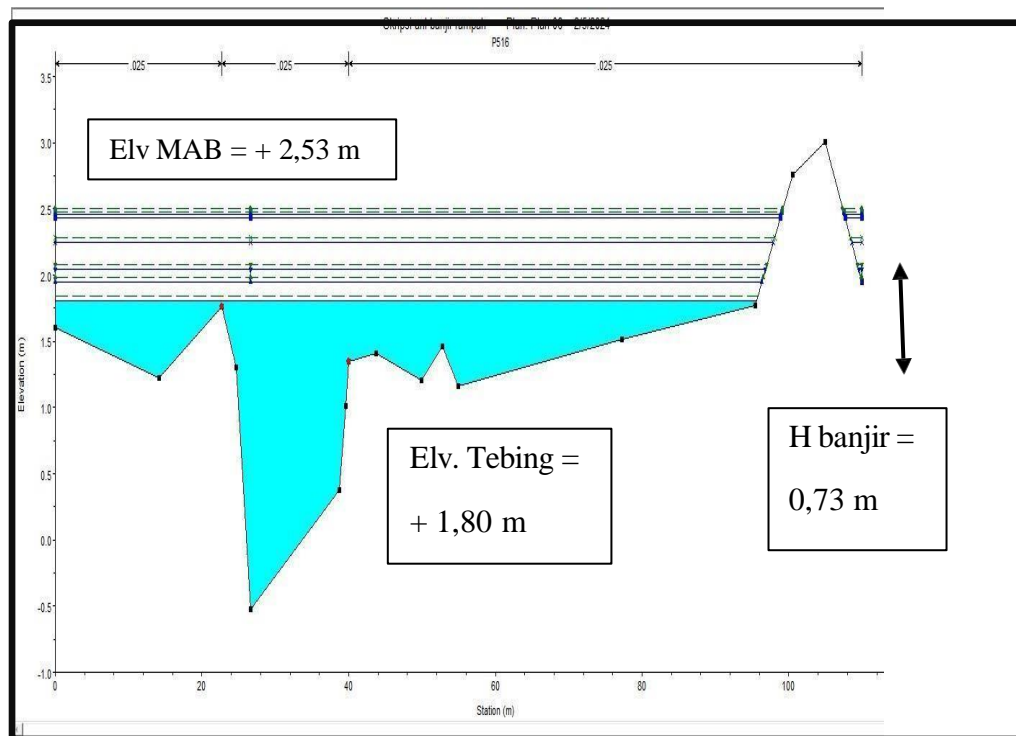


Gambar 4.11 Hasil Running Steady Flow Profil Melintang RS 500 Cross Section P517

Simulasi *Hec-Ras* pada RS 500 *cross section* P517, menunjukkan bahwa dari kala ulang 2 tahun (Q2) elevasi muka air banjir setinggi 1,78 m, mengalami kenaikan debit 0,13 m, kala ulang 5 tahun (Q5) dengan elevasi muka air banjir 1.91 m, mengalami kenaikan debit sebesar 0,10 m, kala ulang 10 tahun

(Q10) dengan elevasi muka air banjir 2.01 m, mengalami kenaikan debit sebesar 0,21 m, kala ulang 25 tahun (Q25) dengan elevasi muka air banjir 2,22 m, mengalami kenaikan debit sebesar 0,22 m, untuk kala ulang 50 tahun (Q50) dengan elevasi muka air banjir 2,44 m, mengalami kenaikan debit sebesar 0.02 m, untuk kala ulang 100 tahun (Q100) dengan elevasi muka air banjir 2,46 m, mengalami kenaikan maksimal debit sebesar 0,06 m, sehingga, dari semua elevasi muka air banjir Q2, Q5, Q10, Q25, Q50, dan Q100 mengalami kenaikan tinggi muka air banjir keseluruhan sebesar 0,74 m.

### I. Profil Muka Air STA 550

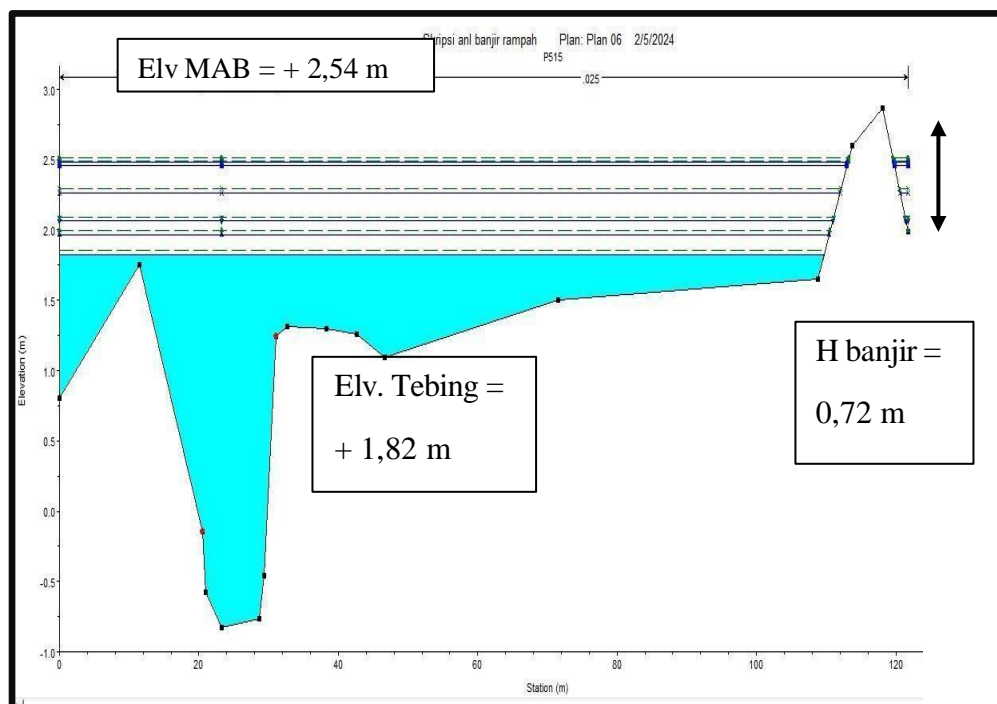


Gambar 4.12 Hasil Running Steady Flow Profil Melintang RS 550 Cross Section P516

Simulasi *Hec-Ras* pada RS 550 *cross section* P516, menunjukkan bahwa dari kala ulang 2 tahun (Q2) elevasi muka air banjir setinggi 1,80 m dari dasar sungai, mengalami kenaikan debit 0,14 m, kala ulang 5 tahun (Q5) dengan

elevasi muka air banjir 1.94 m, mengalami kenaikan debit sebesar 0,10 m, kala ulang 10 tahun (Q10) dengan elevasi muka air banjir 2,04 m, mengalami kenaikan debit sebesar 0,21 m, kala ulang 25 tahun (Q25) dengan elevasi muka air banjir 2,25 m, mengalami kenaikan debit sebesar 0,22 m, untuk kala ulang 50 tahun (Q50) dengan elevasi muka air banjir 2,47 m, mengalami kenaikan debit sebesar 0.02 m, untuk kala ulang 100 tahun (Q100) dengan elevasi muka air banjir 2,49 m, mengalami kenaikan maksimal debit sebesar 0,04 m, sehingga, dari semua elevasi muka air banjir Q2, Q5, Q10, Q25, Q50, dan Q100 mengalami kenaikan tinggi muka air banjir keseluruhan sebesar 0,73 m.

#### m. Profil Muka Air STA 600

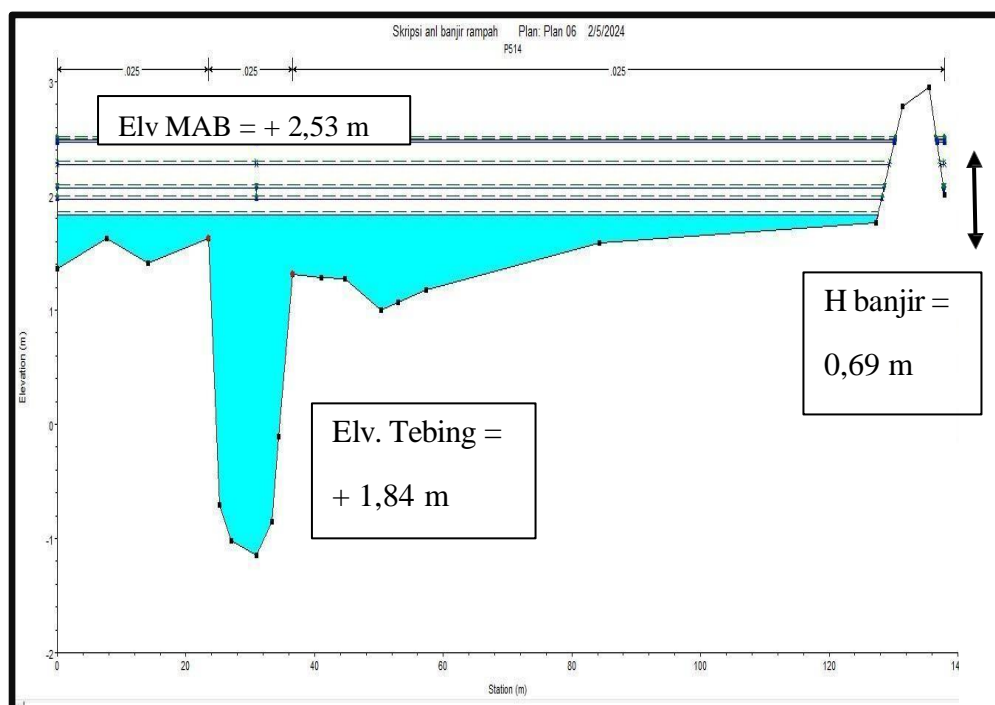


Gambar 4.13 Hasil Running Steady Flow Profil Melintang RS 600 Cross Section P515

Simulasi *Hec-Ras* pada RS 600 *cross section* P515, menunjukkan bahwa dari kala ulang 2 tahun (Q2) elevasi muka air banjir setinggi 1,82 m dari dasar sungai, mengalami kenaikan debit 0,14 m, kala ulang 5 tahun (Q5) dengan

elevasi muka air banjir 1.96 m, mengalami kenaikan debit sebesar 0,11 m, kala ulang 10 tahun (Q10) dengan elevasi muka air banjir 2,07 m, mengalami kenaikan debit sebesar 0,20 m, kala ulang 25 tahun (Q25) dengan elevasi muka air banjir 2,27 m, mengalami kenaikan debit sebesar 0,22 m, untuk kala ulang 50 tahun (Q50) dengan elevasi muka air banjir 2,49 m, mengalami kenaikan debit sebesar 0.02 m, untuk kala ulang 100 tahun (Q100) dengan elevasi muka air banjir 2,51 m, mengalami kenaikan maksimal debit sebesar 0,03 m, sehingga, dari semua elevasi muka air banjir Q2, Q5, Q10, Q25, Q50, dan Q100 mengalami kenaikan tinggi muka air banjir keseluruhan sebesar 0,72 m

**n. Profil Muka Air STA 650**

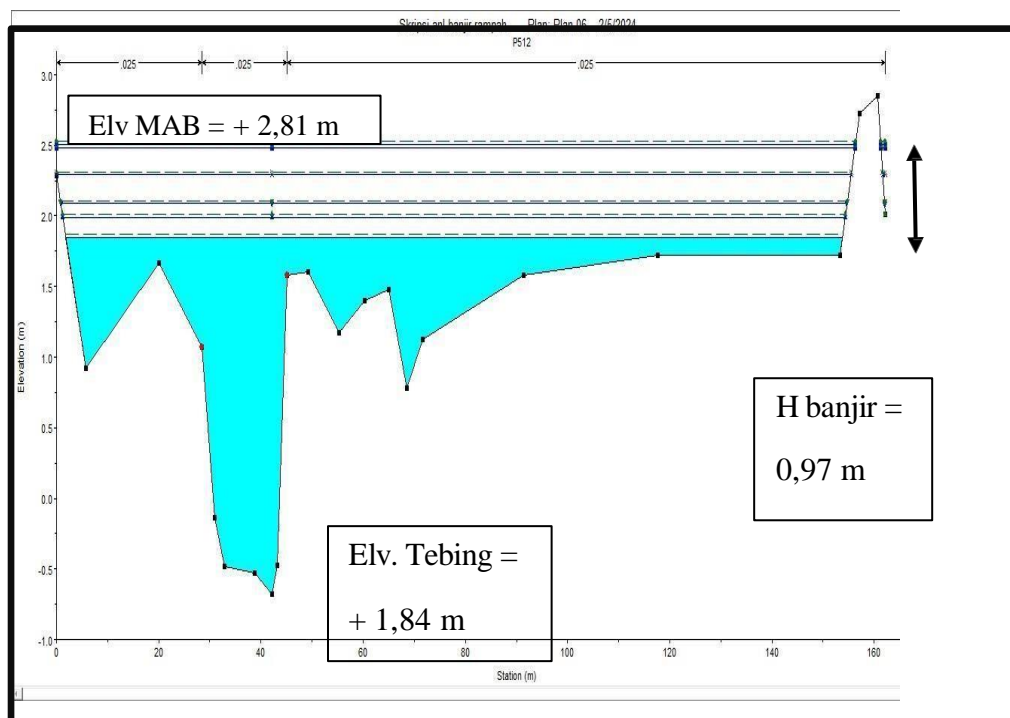


Gambar 4.14 Hasil Running Steady Flow Profil Melintang RS 650 Cross Section P514

Simulasi *Hec-Ras* pada RS 650 *cross section* P514, menunjukkan bahwa dari kala ulang 2 tahun (Q2) elevasi muka air banjir setinggi 1,84 m dari dasar sungai, mengalami kenaikan debit 0,12 m, kala ulang 5 tahun (Q5) dengan

elevasi muka air banjir 1.96 m, mengalami kenaikan debit sebesar 0,10 m, kala ulang 10 tahun (Q10) dengan elevasi muka air banjir 2,06 m, mengalami kenaikan debit sebesar 0,22 m, kala ulang 25 tahun (Q25) dengan elevasi muka air banjir 2,28 m, mengalami kenaikan debit sebesar 0,22 m, untuk kala ulang 50 tahun (Q50) dengan elevasi muka air banjir 2,50 m, mengalami kenaikan debit sebesar 0.02 m, untuk kala ulang 100 tahun (Q100) dengan elevasi muka air banjir 2,52 m, mengalami kenaikan maksimal debit sebesar 0,01 m, sehingga, dari semua elevasi muka air banjir Q2, Q5, Q10, Q25, Q50, dan Q100 mengalami kenaikan tinggi muka air banjir keseluruhan sebesar 0,69 m

**o. Profil Muka Air STA 700**

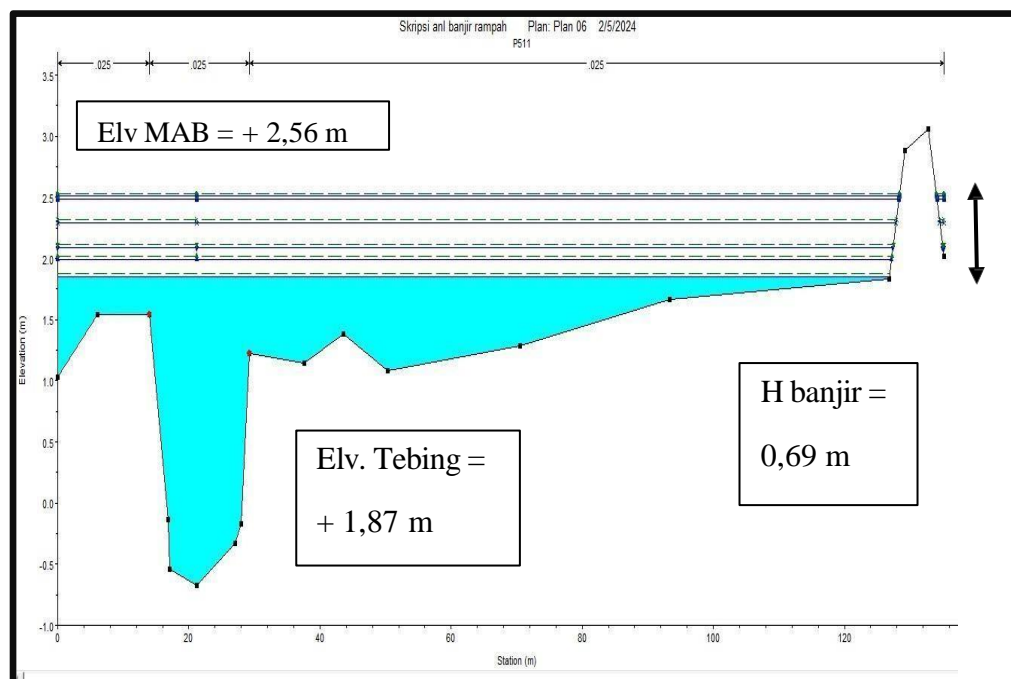


Gambar 4.15 Hasil Running Steady Flow Profil Melintang RS 700 Cross Section P512

Simulasi *Hec-Ras* pada RS 700 *cross section* P512, menunjukkan bahwa dari kala ulang 2 tahun (Q2) elevasi muka air banjir setinggi 1,84 m dari dasarsungai, mengalami kenaikan debit 0,19 m, kala ulang 5 tahun (Q5)

dengan elevasi muka air banjir 1,98 m, mengalami kenaikan debit sebesar 0,14 m, kala ulang 10 tahun (Q10) dengan elevasi muka air banjir 2,08 m, mengalami kenaikan debit sebesar 0,31 m, kala ulang 25 tahun (Q25) dengan elevasi muka air banjir 2,30 m, mengalami kenaikan debit sebesar 0,25 m, untuk kala ulang 50 tahun (Q50) dengan elevasi muka air banjir 2,51 m, mengalami kenaikan debit sebesar 0,03 m, untuk kala ulang 100 tahun (Q100) dengan elevasi muka air banjir 2,5456 m, mengalami kenaikan maksimal debit sebesar 0,05 m, sehingga, dari semua elevasi muka air banjir Q2, Q5, Q10, Q25, Q50, dan Q100 mengalami kenaikan tinggi muka air banjir keseluruhan sebesar 0,97 m

**p. Profil Muka Air STA 750**

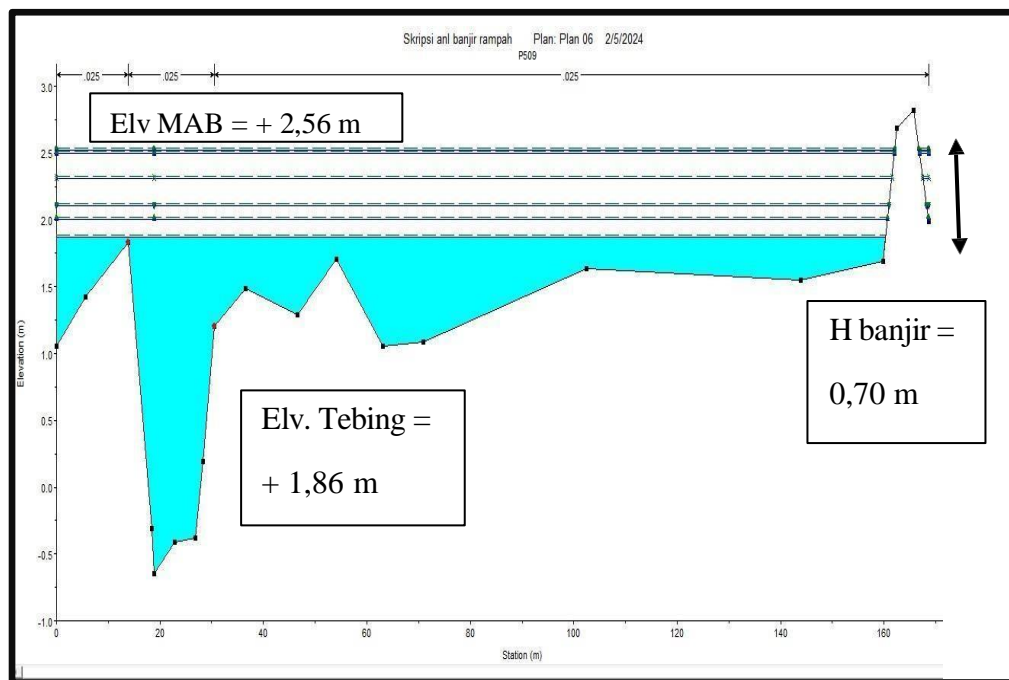


Gambar 4.16 Hasil Running Steady Flow Profil Melintang RS 750 Cross Section P511

Simulasi *Hec-Ras* pada RS 750 cross section P511, menunjukkan bahwa dari kala ulang 2 tahun (Q2) elevasi muka air banjir setinggi 1,87 m dari dasar sungai, mengalami kenaikan debit 0,11 m, kala ulang 5 tahun (Q5) dengan

elevasi muka air banjir 1,98 m, mengalami kenaikan debit sebesar 0,10 m, kala ulang 10 tahun (Q10) dengan elevasi muka air banjir 2,08 m, mengalami kenaikan debit sebesar 0,22 m, kala ulang 25 tahun (Q25) dengan elevasi muka air banjir 2,30 m, mengalami kenaikan debit sebesar 0,21 m, untuk kala ulang 50 tahun (Q50) dengan elevasi muka air banjir 2,51 m, mengalami kenaikan debit sebesar 0,04 m, untuk kala ulang 100 tahun (Q100) dengan elevasi muka air banjir 2,55 m, mengalami kenaikan maksimal debit sebesar 0,01 m, sehingga, dari semua elevasi muka air banjir Q2, Q5, Q10, Q25, Q50, dan Q100 mengalami kenaikan tinggi muka air banjir keseluruhan sebesar 0,69 m.

**q. Profil Muka Air STA 800**

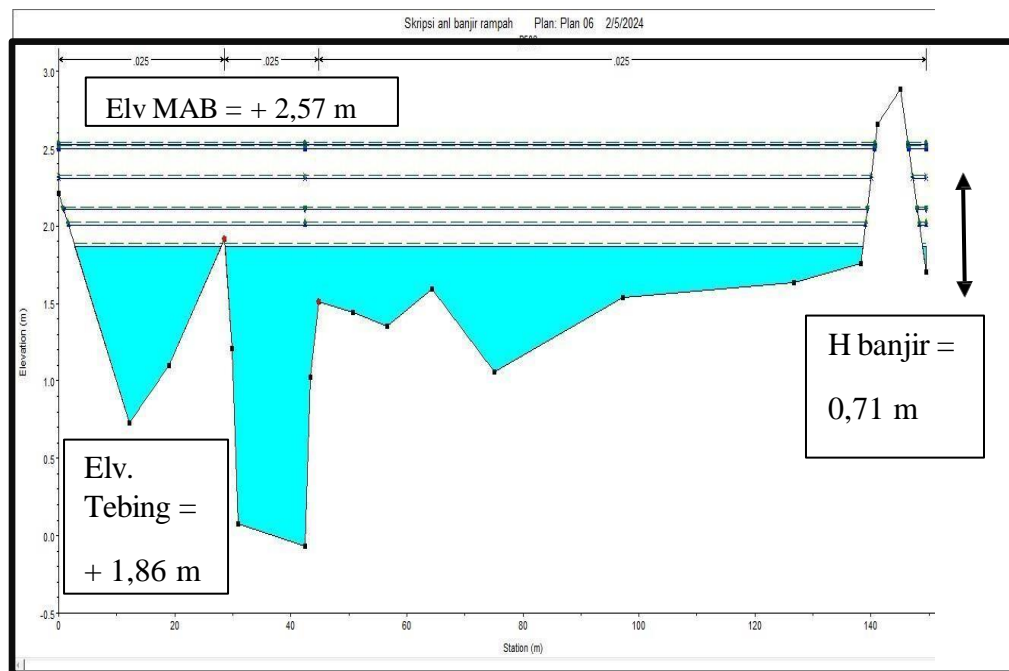


Gambar 4.17 Hasil Running Steady Flow Profil Melintang RS 800 Cross Section P509

Simulasi *Hec-Ras* pada RS 800 *cross section* P509, menunjukkan bahwa dari kala ulang 2 tahun (Q2) elevasi muka air banjir setinggi 1,86 m dari dasar sungai, mengalami kenaikan debit 0,14 m, kala ulang 5 tahun (Q5) dengan elevasi muka air banjir 2,00 m, mengalami kenaikan debit sebesar 0,11 m, kala

ulang 10 tahun (Q10) dengan elevasi muka air banjir 2,11 m, mengalami kenaikan debit sebesar 0,21 m, kala ulang 25 tahun (Q25) dengan elevasi muka air banjir 2,32 m, mengalami kenaikan debit sebesar 0,21 m, untuk kala ulang 50 tahun (Q50) dengan elevasi muka air banjir 2,53 m, mengalami kenaikan debit sebesar 0.02 m, untuk kala ulang 100 tahun (Q100) dengan elevasi muka air banjir 2,55 m, mengalami kenaikan maksimal debit sebesar 0,01 m, sehingga, dari semua elevasi muka air banjir Q2, Q5, Q10, Q25, Q50, dan Q100 mengalami kenaikan tinggi muka air banjir keseluruhan sebesar 0,70 m.

**r. Profil Muka Air STA 850**

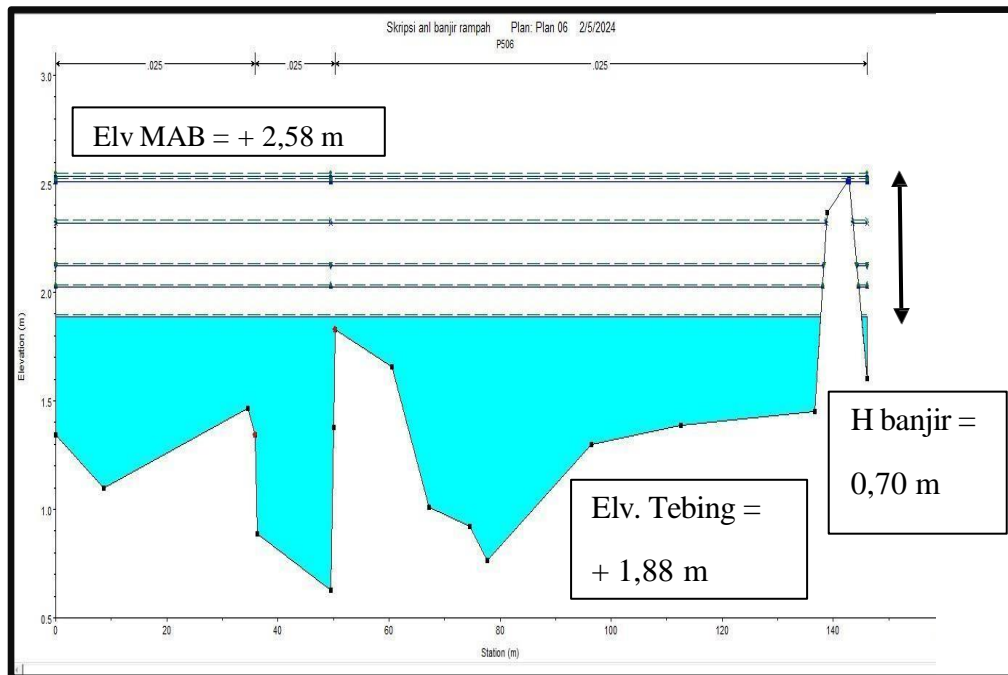


Gambar 4.18 Hasil Running Steady Flow Profil Melintang RS 850 Cross Section P508

Simulasi *Hec-Ras* pada RS 850 *cross section* P508, menunjukkan bahwa dari kala ulang 2 tahun (Q2) elevasi muka air banjir setinggi 1,86 m, mengalami kenaikan debit 0,14 m, kala ulang 5 tahun (Q5) dengan elevasi muka air banjir 2,00 m, mengalami kenaikan debit sebesar 0,10 m, kala ulang 10 tahun

(Q10) dengan elevasi muka air banjir 2,10 m, mengalami kenaikan debit sebesar 0,22 m, kala ulang 25 tahun (Q25) dengan elevasi muka air banjir 2,32 m, mengalami kenaikan debit sebesar 0,21 m, untuk kala ulang 50 tahun (Q50) dengan elevasi muka air banjir 2,53 m, mengalami kenaikan debit sebesar 0,02 m, untuk kala ulang 100 tahun (Q100) dengan elevasi muka air banjir 2,5557 m, mengalami kenaikan maksimal debit sebesar 0,02 m, sehingga, dari semua elevasi muka air banjir Q2, Q5, Q10, Q25, Q50, dan Q100 mengalami kenaikan tinggi muka air banjir keseluruhan sebesar 0,71 m.

#### s. Profil Muka Air STA 900

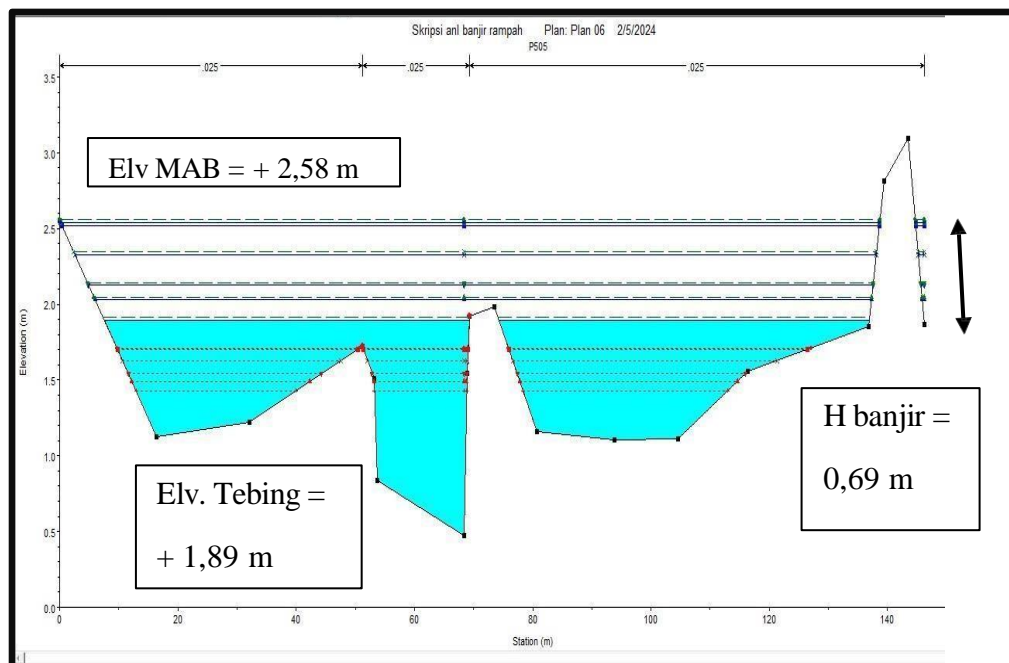


Gambar 4.19 Hasil Running Steady Flow Profil Melintang RS 900 Cross Section P506

Simulasi *Hec-Ras* pada RS 900 *cross section* P506, menunjukkan bahwa dari kala ulang 2 tahun (Q2) elevasi muka air banjir setinggi 1,88 m, mengalami kenaikan debit 0,14 m, kala ulang 5 tahun (Q5) dengan elevasi muka air banjir 2,02 m, mengalami kenaikan debit sebesar 0,10 m, kala ulang 10 tahun (Q10) dengan elevasi muka air banjir 2,12 m, mengalami kenaikan debit sebesar

0,20 m, kala ulang 25 tahun (Q25) dengan elevasi muka air banjir 2,32 m, mengalami kenaikan debit sebesar 0,22 m, untuk kala ulang 50 tahun (Q50) dengan elevasi muka air banjir 2,54 m, mengalami kenaikan debit sebesar 0,02 m, untuk kala ulang 100 tahun (Q100) dengan elevasi muka air banjir 2,56 m, mengalami kenaikan maksimal debit sebesar 0,02 m, sehingga, dari semua elevasi muka air banjir Q2, Q5, Q10, Q25, Q50, dan Q100 mengalami kenaikan tinggi muka air banjir keseluruhan sebesar 0,70 m

#### t. Profil Muka Air STA 950



Gambar 4.19 Hasil Running Steady Flow Profil Melintang RS 900 Cross Section P506

Simulasi *Hec-Ras* pada RS 950 *cross section* P505, menunjukkan bahwa dari kala ulang 2 tahun (Q2) elevasi muka air banjir setinggi 1,89 m dari dasar sungai, mengalami kenaikan debit 0,19 m, kala ulang 5 tahun (Q5) dengan elevasi muka air banjir 2,02 m, mengalami kenaikan debit sebesar 0,14 m, kala ulang 10 tahun (Q10) dengan elevasi muka air banjir 2,12 m, mengalami kenaikan

debit sebesar 0,31 m, kala ulang 25 tahun (Q25) dengan elevasi muka air banjir 2,34 m, mengalami kenaikan debit sebesar 0,25 m, untuk kala ulang 50 tahun (Q50) dengan elevasi muka air banjir 2,54 m, mengalami kenaikan debit sebesar 0,02 m, untuk kala ulang 100 tahun (Q100) dengan elevasi muka air banjir 2,56 m, mengalami kenaikan maksimal debit sebesar 0,02 m, sehingga dari semua elevasi muka air banjir Q2, Q5, Q10, Q25, Q50, dan Q100 mengalami kenaikan tinggi muka air banjir keseluruhan sebesar 0,69 m

Rekap Hasil debit banjir yang naik di kala ulang  $Q^2$ ,  $Q^5$ ,  $Q^{10}$ ,  $Q^{25}$ ,  $Q^{50}$  setiap River Stations:

Tabel 4.29 Rekap Hasil Tinggi Muka Air Banjir

River Stations (RS)/ STA	Cross Section	Keterangan	Tinggi Muka Air
			Total tinggi muka air keseluruhan di Kala Ulang 2,5,10,25,50,100 Tahun
0	P529	Naik	0,95 m
50	P528	Naik	0,90 m
100	P527	Naik	0,95 m
150	P526	Naik	0,97 m
200	P525	Naik	0,91 m
250	P524	Naik	0,91 m
300	P523	Naik	0,89 m
350	P521	Naik	0,87 m
400	P519	Naik	0,92 m
450	P518	Naik	0,80 m
500	P517	Naik	0,74 m
550	P516	Naik	0,73 m
600	P515	Naik	0,72 m
650	P514	Naik	0,69 m
700	P512	Naik	0,97 m
750	P511	Naik	0,69 m
800	P509	Naik	0,70 m
850	P508	Naik	0,71 m
900	P506	Naik	0,70 m
950	P505	Naik	0,69 m

Sumber : Hasil analisis

Dari tabel berikut, bahwasannya ketinggian muka air banjir mengalami kenaikan di setiap cross section sungai.

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

1. Hasil dari analisis hidrologi didapatkan bahwa perhitungan debit banjir rencana melalui dari curah hujan maksimum yang telah dianalisis dengan metode Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu (HSS Nakayasu) adalah sebagai berikut :

$$Q_{2\text{tahun}} = 143.200 \text{ m}^3/\text{det}$$

$$Q_{5\text{tahun}} = 158.435 \text{ m}^3/\text{det}$$

$$Q_{10\text{tahun}} = 160.133 \text{ m}^3/\text{det}$$

$$Q_{25\text{tahun}} = 169.990 \text{ m}^3/\text{det}$$

$$Q_{50\text{tahun}} = 176.780 \text{ m}^3/\text{det}$$

$$Q_{100\text{tahun}} = 183.233 \text{ m}^3/\text{det}$$

Dari rangkaian perhitungan mulai dari pengolahan data curah hujan, penentuan distribusi probabilitas, perhitungan hujan rencana, waktu konsentrasi, hingga penerapan metode HSS Nakayasu bersifat pendukung untuk menghasilkan nilai debit tersebut. Dengan kata lain semua analisis sebelumnya adalah input debit banjir rencana adalah output. Jadi debit Q2–Q100 tahun adalah angka yang secara langsung digunakan untuk desain saluran, dan dalam pemodelan software Hec-Ras 5.0.7. Karena itu, meskipun banyak tahapan perhitungan dilakukan, nilai debit banjir rencana menjadi hasil akhir yang relevan untuk disimpulkan, sementara perhitungan detail sudah dijelaskan pada bab analisis.

2. Dari hasil analisis hidrolika, melalui software Hec-Ras 5.0.7 dapat diketahui bahwa tinggi muka air pada setiap stasiun pengamatan (River Station/STA) menunjukkan tren kenaikan (naik) di sepanjang penampang sungai.

Nilai tinggi muka air bervariasi antara 0,69 m hingga 0,97 m, dengan nilai tertinggi terjadi pada STA 150 (P526) dan STA 700 (P512), masing-masing sebesar 0,97 m. Hal ini menunjukkan bahwa pada kala ulang 2, 5, 10, 25, 50, dan 100 tahun, terjadi peningkatan tinggi muka air yang relatif seragam di sepanjang alur sungai.

3. Hasil dari tinggi curah hujan maksimum di Kecamatan Sei Rampah, Kabupaten Serdang Bedagai yaitu :

Tabel 5.1 Curah hujan maximum tahunan

No.	Tahun	Max Tahunan
1.	2015	102 mm
2.	2016	102 mm
3.	2017	105 mm
4.	2018	85 mm
5.	2019	99 mm
6.	2020	97 mm
7.	2021	115 mm
8.	2022	94 mm
9.	2023	126 mm
10.	2024	120 mm
	<b>Total</b>	1045 mm
	<b>Rata-rata</b>	104.5 mm

Berdasarkan data curah hujan maksimum tahunan dari tahun 2015 hingga 2024, dapat disimpulkan bahwa kondisi hujan ekstrem di Kecamatan Sei Rampah menunjukkan variasi yang cukup signifikan setiap tahunnya. Nilai curah hujan maksimum tahunan berkisar antara 85 mm (paling rendah pada tahun 2018) hingga 126 mm (paling tinggi pada tahun 2023). Rata-rata curah hujan maksimum tahunan selama periode 10 tahun tersebut adalah 104,5 mm, yang menggambarkan bahwa secara umum wilayah Sei Rampah mengalami intensitas hujan maksimum tahunan di kisaran 100 mm. Angka ini menjadi indikasi penting dalam memahami karakteristik hujan ekstrem yang berpotensi mempengaruhi limpasan permukaan dan risiko banjir di wilayah tersebut.

4 Hasil analisis hidrolika, melalui software Hec-Ras 5.0.7 menunjukkan bahwa total keseluruhan tinggi muka air banjir dari kala ulang Q2, Q5, Q10, Q25 Q50, Q100 bahwa tinggi muka air banjir naik di setiap cross section sungai.

### **5.1 Saran**

- 1 Pihak Balai Wilayah Sungai Ditjen Kementerian PUPR atau dinas terkait, perlu melakukan pemeliharaan Garis Sepandan Sungai (GSS).
- 2 Agar tidak terjadinya luapan air sungai, maka diperluka adanya pembangunan tanggul sungai setinggi  $\pm 1$  meter.
- 3 Menggunakan metode atau aplikasi lain dalam menganalisis penampang sungai sebagai perbandingan dalam penelitian ini.
- 4 Diperlukan adanya normalisasi badan sungai agar volume air dapat tertampung sesuai dengan cuaca..
- 5 Penelitian ini dapat dilanjutkan dalam hal sedimentasi, agar mengetahui lebih lanjut faktor-faktor penyebab kejadian banjir di Sungai Belutu ini.