

## **TUGAS AKHIR**

# **ANALISIS DEBIT DAN GENANGAN BANJIR SUNGAI ROGO DI DESA ROGO KECAMATAN DOLO SELATAN KABUPATEN SIGI**



**Diajukan Kepada Universitas Tadulako untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh Gelar  
Sarjana Strata Satu Teknik Sipil**

Oleh:

**ANGGIHTYAR**

**F 111 23 170**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS TADULAKO  
PALU, 2025**

## **FINAL PROJECT**

### **ANALYSIS OF DISCHARGE AND FLOODING IN THE ROGO RIVER IN ROGO VILLAGE, DOLO SELATAN DISTRICT, SIGI REGENCY**



Submitted as a partial fulfillment of the requirements for Bachelor Degree  
at Civil Engineering

By:

**ANGGIHTYAR**

**F 111 23 170**

**DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING  
FACULTY OF ENGINEERING  
TADULAKO UNIVERSITY  
PALU, 2025**



**HALAMAN PENGESAHAN**

**ANALISIS DEBIT DAN GENANGAN BANJIR SUNGAI ROGO DI  
DESA ROGO KECAMATAN DOLO SELATAN KABUPATEN SIGI**

Yang dipersiapkan dan disusun oleh:

**ANGGIHTYAR**

**F11123170**

**SKRIPSI**

Telah dipertahankan didepan Majelis Penguji dan dinyatakan diterima sebagai salah  
satu persyaratan untuk memperoleh gelar Strata Satu (S1) Teknik Sipil

Pada tanggal 19 November 2025

Mengesahkan,

Dekan Fakultas Teknik  
Universitas Tadulako,

Ketua Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Universitas Tadulako,

  
Ir. Andi Arham Adam, S.T., M.Eng., Ph.D.  
NIP. 19740323 199903 1 002



  
Dr. Sriyati Ramadhani, S.T., M.T.  
NIP. 19750925 200501 2 011

## HALAMAN PERSETUJUAN

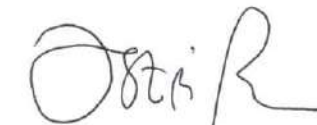
Panitia Ujian Tugas Akhir Program Studi S1 Teknik Sipil Universitas Tadulako yang ditetapkan berdasarkan SK Dekan Fakultas Teknik No. 20644/UN.28.6/DK/2025 Tanggal 29 Oktober 2025 menyatakan menyetujui Tugas Akhir yang telah dipertanggung jawabkan di hadapan Majelis Penguji pada Hari Rabu Tanggal 12 November 2025 oleh :

**Nama :** ANGGIHTYAR  
**No. Stambuk :** F 111 23 170  
**Judul Skripsi :** “ANALISIS DEBIT DAN GENANGAN BANJIR SUNGAI ROGO DI DESA ROGO KECAMATAN DOLO SELATAN KABUPATEN SIGI”

### Dosen Pembimbing :

No.	Nama / NIP	Jabatan	Tanda Tangan
1.	Dr. Ir. Setiyawan, S.T, M.T. NIP. 19761217 200003 1 001	Pembimbing I	
2.	Dr. Yassir Arafat, S.T, M.T NIP. 19701231 200003 1 002	Pembimbing II	

Palu, **27 / 11 / 2025**  
**Ketua Program Studi S1 Teknik Sipil**  
**Fakultas Teknik Universitas Tadulako**



**Dr. Astri Rahayu, S.T., M.T**  
**NIP. 19670705 199702 2 001**

## **MOTO**

Dari aliran Sungai Rogo di Desa Rogo, Kecamatan Dolo Selatan, Kabupaten Sigi, penulis belajar bahwa setiap tetes air mengandung makna kebesaran Allah yang mengajarkan keseimbangan dan kesabaran. Banjir bukan semata bencana, melainkan pengingat agar manusia tidak lalai dalam menjaga ciptaan-Nya. Melalui penelitian ini, penulis menyadari bahwa ilmu bukan hanya untuk dipelajari, tetapi untuk diamalkan demi kemaslahatan lingkungan dan masyarakat. Seperti aliran sungai yang terus bergerak melewati batu dan rintangan, demikian pula perjalanan ini mengalir dengan doa, usaha, dan keteguhan hati hingga akhirnya bermuara pada keberhasilan dan manfaat bagi sesama.

## KATA PENGANTAR



Penulis ingin menyampaikan rasa syukur dan terima kasih kepada Allah SWT karena atas kehadiratnya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan hasil penelitian ini yang diberi judul :

**“Analisis Debit Dan Genangan Banjir Sungai Rogo Di Desa Rogo  
Kecamatan Dolo Selatan Kabupaten Sigi”**

Tak lupa pula kita panjatkan shalawat serta salam kepada Nabi Muhammad SAW, beserta keluarga, sahabat, dan seluruh pengikutnya yang senantiasa mampu menegakkan syariatnya, aamiin.

Hasil Penelitian ini disusun untuk memenuhi syarat kelulusan dari Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Sipil, Program Studi Sarjana Teknik Sipil (S1), Universitas Tadulako.

Dengan rasa hormat dan penuh syukur, penulis mempersembahkan hasil penelitian ini sebagai ungkapan terima kasih yang mendalam kepada keluarga tercinta. Secara khusus kepada istri, **Fajrina Pratiwi, S.E.**, yang dengan penuh kesabaran dan ketulusan selalu mendampingi, memberikan dukungan, semangat, doa, serta pengorbanan. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada anak tercinta, **Multazam Rasyid Tyar**, atas segala doa dan dukungannya. Selain itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak **Prof. Dr. Ir. Amar, ST.,M.T.,IPU., Asean Eng.** selaku Rektor Universitas Tadulako Palu.
2. Bapak **Ir. Andi Arham Adam, S.T., M.Sc(Eng). Ph.D** selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Tadulako Palu.
3. Ibu **Dr. Ir Yuli Asmi Rahman, ST., M.Eng** selaku Wakil Dekan Bidang Akademik Fakultas Teknik Universitas Tadulako Palu.
4. Bapak **Dr. Ir. Fuad Zubaidi, St.,M.Sc** selaku Wakil Dekan Bidang Administrasi Umum dan Keuangan Fakultas Teknik Universitas Tadulako Palu.
5. Bapak **Dr. Ir. Bakri, ST.Pg. Dpil(Eng),. M.Phil** selaku Wakil Dekan Bidang Kemahasiswaan Fakultas Teknik Universitas Tadulako Palu.

6. Ibu **Dr. Sriyati Ramadhani, S.T., M.T** selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Tadulako Palu.
7. Ibu **Dr. Astri Rahayu, S.T., M.T** selaku Koordinator Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Tadulako Palu.
8. Ibu **Dr. Sriyati Ramadhani, S.T., M.T** selaku Dosen Wali yang telah memberikan dukungan, nasehat, arahan, bantuan dan bimbingan selama melaksanakan studi di Program Studi S1 Teknik Sipil Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Tadulako.
9. Bapak **Dr. Ir. Setiyawan, S.T., M.T** selaku Dosen pembimbing 1 dan Bapak **Dr. Yassir Arafat, S.T., M.T** selaku Dosen pembimbing 2 yang senantiasa meluangkan waktu, tenaga dan pikiran dalam memberikan petunjuk, serta bimbingan dan arahan yang begitu bermanfaat hingga terselesaikannya Hasil penelitian ini.
10. Ibu **Dr. Sriyati Ramadhani, S.T., M.T.**, Bapak **Ir. Arody Tanga, M.T.**, dan Bapak **Nur Hidayat, S.T., M.T.**, selaku Dosen Penguji yang telah memberikan saran dan masukkan hingga terselesaikannya tugas akhir ini.
11. **Bapak dan Ibu Dosen Pengajar** yang telah memberi bekal ilmu pengetahuan yang luar biasa serta seluruh **Staf Tata Usaha Fakultas Teknik Universitas Tadulako** yang telah membantu pengurusan administrasi selama melaksanakan kegiatan perkuliahan di Fakultas Teknik Universitas Tadulako.
12. Keluarga Besar **RPL Teknik Sipil Angkatan 2023** selalu junjung tinggi persaudaraan, kalian luar biasa.

Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada seluruh pihak yang telah berkontribusi dalam penyusunan Tugas Akhir ini, yang tidak dapat disebutkan satu per satu, atas segala bantuan, doa, inspirasi, serta dukungan baik secara moral maupun materi.

Penulis menyadari bahwa hasil penelitian ini masih jauh dari sempurna dan memiliki kekurangan. Oleh karena itu, kritik serta saran yang membangun sangat diharapkan demi perbaikan ke depan. Terakhir, penulis berharap Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat serta menjadi bagian dalam pengembangan ilmu pengetahuan. Wassalam.

Palu, 2025

Penulis

ANGGIHTYAR  
F 111 23 170



## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN SAMPUL .....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PERSETUJUAN .....</b>	<b>iii</b>
<b>MOTO.....</b>	<b>iv</b>
<b>KATA PENGANTAR .....</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN.....</b>	<b>xv</b>
<b>DAFTAR NOTASI .....</b>	<b>xvi</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>xviii</b>
<b><i>ABSTRACT</i>.....</b>	<b>xviii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1. Latar Belakang.....	I-1
1.2. Rumusan Masalah.....	I-2
1.3. Tujuan Penelitian.....	I-2
1.4. Batasan Masalah.....	I-3
1.5. Manfaat Penelitian.....	I-3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1. Sungai .....	II-1
2.2. Daerah Aliran Sungai (DAS) .....	II-2
2.3. Banjir .....	II-3
2.4. Debit Rencana.....	II-4
2.5. Hujan .....	II-5
2.5.1. Pengertian Hujan.....	II-5
2.5.2. Sifat-sifat Hujan .....	II-5
2.6. Analisis Curah Hujan.....	II-6
2.6.1. Analisis Frekuensi Curah Hujan .....	II-6
2.6.2. Pemilihan Tipe Distribusi .....	II-7
2.6.3. Uji Distribusi Frekuensi .....	II-7

2.6.4. Perhitungan Hujan Rencana.....	II-9
2.6.5. Perhitungan Intensitas Hujan .....	II-10
2.7. Metode Perhitungan Debit Rencana .....	II-10
2.8. Program Komputer HEC-RAS.....	II-12
2.9. Rumus Dasar HEC-RAS .....	II-13
2.9.1. Persamaan Dasar.....	II-13
2.9.2. Penerapan Persamaan Aliran Tak Permanen .....	II-14
2.10. Analisa Numerik HEC-RAS.....	II-15
2.11. Penelitian Terdahulu.....	II-16
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b>	
3.1. Lokasi Penelitian .....	III-1
3.2. Bagan Alir Metode Penelitian .....	III-2
3.3. Metodologi Pengambilan Data .....	III-4
3.4. Analisa Data .....	III-4
3.4.1. Data Hidrologi.....	III-4
3.4.2. Data Hujan Harian Maksimum Tiap Tahun.....	III-4
3.4.3. Analisis Frekuensi Curah Hujan .....	III-4
3.4.4. Uji Distribusi Frekuensi .....	III-5
3.4.5. Perhitungan Hujan Rencana.....	III-5
3.4.6. Perhitungan Intensitas Hujan .....	III-5
3.4.7. Menganalisa Debit Banjir Rencana.....	III-5
3.5. Analisa Tinggi Muka Air Dengan HEC-RAS 6.3.1 .....	III-5
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
4.1. Analisa Hidrologi .....	IV-1
4.1.1. Data Hujan .....	IV-1
4.1.2. Analisa Frekuensi Curah Hujan .....	IV-1
4.1.3. Uji Distribusi Frekuensi .....	IV-4
4.1.4. Perhitungan Hujan Rencana.....	IV-8
4.1.5. Perhitungan Intensitas Hujan .....	IV-10
4.1.6. Perhitungan Debit Banjir Rencana.....	IV-12
4.2. Analisa Hidrolika.....	IV-13
4.2.1. Simulasi Kala Ulang 2 Tahun .....	IV-14
4.2.2. Simulasi Kala Ulang 5 Tahun .....	IV-20

4.2.3. Simulasi Kala Ulang 10 Tahun .....	IV-26
4.2.4. Simulasi Kala Ulang 25 Tahun .....	IV-32
4.2.5. Simulasi Kala Ulang 50 Tahun .....	IV-38
4.2.6. Simulasi Kala Ulang 100 Tahun .....	IV-44
4.2.7. Simulasi Peta Genangan Kala Ulang 2 Tahun .....	IV-50
4.2.8. Simulasi Peta Genangan Kala Ulang 5 Tahun .....	IV-50
4.2.9. Simulasi Peta Genangan Kala Ulang 10 Tahun .....	IV-51
4.2.10. Simulasi Peta Genangan Kala Ulang 25 Tahun .....	IV-51
4.2.11. Simulasi Peta Genangan Kala Ulang 50 Tahun .....	IV-52
4.2.12. Simulasi Peta Genangan Kala Ulang 100 Tahun .....	IV-52
4.3. Pembahasan .....	IV-53
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
5.1. Kesimpulan .....	V-1
5.2. Saran .....	V-1
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>P-1</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>L-1</b>

## DAFTAR TABEL

		Halaman
Tabel 2.1	Matriks Penelitian Terdahulu .....	II-16
Tabel 4.1	Data Curah Hujan Maksimum .....	IV-1
Tabel 4.2	Perhitungan Analisis Frekuensi Normal dan Gumbel .....	IV-2
Tabel 4.3	Perhitungan Analisa Frekuensi Log Normal dan Log Pearson III...	IV-3
Tabel 4.4	Syarat Penggunaan Metode Analisis Distribusi Frekuensi .....	IV-4
Tabel 4.5	Data Hujan Terkecil Sampai Terbesar .....	IV-4
Tabel 4.6	Perhitungan Batas Nilai Kelas .....	IV-6
Tabel 4.7	Perhitungan Chi Kuadrat .....	IV-6
Tabel 4.8	Data Hujan Terbesar Sampai Terkecil .....	IV-7
Tabel 4.9	Perhitungan Uji Smirnov-Kolmogorov .....	IV-8
Tabel 4.10	Perhitungan Log Pearson III .....	IV-9
Tabel 4.11	Nilai Faktor Frekuensi .....	IV-9
Tabel 4.12	Perhitungan Hujan Rencana .....	IV-10
Tabel 4.13	Perhitungan Intensitas Hujan .....	IV-11
Tabel 4.14	Perhitungan Debit Banjir Metode Rasional .....	IV-12

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1    Sistem Sungai .....	II-1
Gambar 2.2    Bentuk-bentuk DAS .....	II-2
Gambar 2.3    Siklus Hidrologi.....	II-5
Gambar 2.4    Curah hujan daerah Metode <i>Thiessen</i> .....	II-6
Gambar 2.5    Grafik Distribusi <i>Chi-Square</i> .....	II-8
Gambar 2.6    Aliran melalui alur utama dan bantaran .....	II-15
Gambar 3.1    Peta Sub Das Rogo .....	III-1
Gambar 3.2    Bagan Alir Penelitian.....	III-2
Gambar 3.3    Langkah utama simulasi aliran dengan model menggunakan HEC-RAS.....	III-3
Gambar 3.4    Menu Utama Program HEC-RAS 6.3.1 .....	III-6
Gambar 3.5    Pembuatan <i>Project</i> Baru Program HEC-RAS 6.3.1 .....	III-6
Gambar 3.6    Layar Editor Data Geometry Program HEC-RAS 6.3.1 .....	III-7
Gambar 3.7    Layar <i>Steady Flow</i> Data Program HEC-RAS 6.3.1.....	III-8
Gambar 3.8    Tampilan Setelah Masukkan Data HEC-RAS 6.3.1 .....	III-9
Gambar 3.9    Tampilan Menu <i>Run</i> HEC-RAS 6.3.1 .....	III-9
Gambar 4.1    Grafik Hubungan Hujan Rencana Dan Debit.....	IV-13
Gambar 4.2    Kondisi Aliran Sungai Kala Ulang 2 Tahun.....	IV-14
Gambar 4.3    Potongan Memanjang Aliran Sungai Kala Ulang 2 Tahun Sta. 0 - 1200.....	IV-15
Gambar 4.4 <i>Cross Section</i> Sta. 1200 Kala Ulang 2 Tahun .....	IV-16
Gambar 4.5 <i>Cross Section</i> Sta. 1100 Kala Ulang 2 Tahun .....	IV-16
Gambar 4.6 <i>Cross Section</i> Sta. 950 Kala Ulang 2 Tahun .....	IV-17
Gambar 4.7 <i>Cross Section</i> Sta. 500 Kala Ulang 2 Tahun .....	IV-17
Gambar 4.8 <i>Cross Section</i> Sta. 450 Kala Ulang 2 Tahun .....	IV-18
Gambar 4.9 <i>Cross Section</i> Sta. 350 Kala Ulang 2 Tahun .....	IV-18
Gambar 4.10 <i>Cross Section</i> Sta. 250 Kala Ulang 2 Tahun .....	IV-19
Gambar 4.11 <i>Cross Section</i> Sta. 0 Kala Ulang 2 Tahun .....	IV-19
Gambar 4.12    Kondisi Aliran Sungai Kala Ulang 5 Tahun.....	IV-20

Gambar 4.13	Potongan Memanjang Aliran Sungai Kala Ulang 5 Tahun Sta. 0 - 1200.....	IV-21
Gambar 4.14	<i>Cross Section</i> Sta. 1200 Kala Ulang 5 Tahun .....	IV-22
Gambar 4.15	<i>Cross Section</i> Sta. 1100 Kala Ulang 5 Tahun .....	IV-22
Gambar 4.16	<i>Cross Section</i> Sta. 950 Kala Ulang 5 Tahun .....	IV-23
Gambar 4.17	<i>Cross Section</i> Sta. 500 Kala Ulang 5 Tahun .....	IV-23
Gambar 4.18	<i>Cross Section</i> Sta. 450 Kala Ulang 5 Tahun .....	IV-24
Gambar 4.19	<i>Cross Section</i> Sta. 350 Kala Ulang 5 Tahun .....	IV-24
Gambar 4.20	<i>Cross Section</i> Sta. 250 Kala Ulang 5 Tahun .....	IV-25
Gambar 4.21	<i>Cross Section</i> Sta. 0 Kala Ulang 5 Tahun .....	IV-25
Gambar 4.22	Kondisi Aliran Sungai Kala Ulang 10 Tahun.....	IV-26
Gambar 4.23	Potongan Memanjang Aliran Sungai Kala Ulang 10 Tahun Sta. 0 - 1200.....	IV-27
Gambar 4.24	<i>Cross Section</i> Sta. 1200 Kala Ulang 10 Tahun .....	IV-28
Gambar 4.25	<i>Cross Section</i> Sta. 1100 Kala Ulang 10 Tahun .....	IV-28
Gambar 4.26	<i>Cross Section</i> Sta. 950 Kala Ulang 10 Tahun .....	IV-29
Gambar 4.27	<i>Cross Section</i> Sta. 500 Kala Ulang 10 Tahun .....	IV-29
Gambar 4.28	<i>Cross Section</i> Sta. 450 Kala Ulang 10 Tahun .....	IV-30
Gambar 4.29	<i>Cross Section</i> Sta. 350 Kala Ulang 10 Tahun .....	IV-30
Gambar 4.30	<i>Cross Section</i> Sta. 250 Kala Ulang 10 Tahun .....	IV-31
Gambar 4.31	<i>Cross Section</i> Sta. 0 Kala Ulang 10 Tahun .....	IV-31
Gambar 4.32	Kondisi Aliran Sungai Kala Ulang 25 Tahun.....	IV-32
Gambar 4.33	Potongan Memanjang Aliran Sungai Kala Ulang 25 Tahun Sta. 0 - 1200.....	IV-33
Gambar 4.34	<i>Cross Section</i> Sta. 1200 Kala Ulang 25 Tahun .....	IV-34
Gambar 4.35	<i>Cross Section</i> Sta. 1100 Kala Ulang 25 Tahun .....	IV-34
Gambar 4.36	<i>Cross Section</i> Sta. 950 Kala Ulang 25 Tahun .....	IV-35
Gambar 4.37	<i>Cross Section</i> Sta. 500 Kala Ulang 25 Tahun .....	IV-35
Gambar 4.38	<i>Cross Section</i> Sta. 450 Kala Ulang 25 Tahun .....	IV-36
Gambar 4.39	<i>Cross Section</i> Sta. 350 Kala Ulang 25 Tahun .....	IV-36
Gambar 4.40	<i>Cross Section</i> Sta. 250 Kala Ulang 25 Tahun .....	IV-37
Gambar 4.41	<i>Cross Section</i> Sta. 0 Kala Ulang 25 Tahun .....	IV-37
Gambar 4.42	Kondisi Aliran Sungai Kala Ulang 50 Tahun.....	IV-38

Gambar 4.43	Potongan Memanjang Aliran Sungai Kala Ulang 50 Tahun Sta. 0 - 1200.....	IV-39
Gambar 4.44	<i>Cross Section</i> Sta. 1200 Kala Ulang 50 Tahun .....	IV-40
Gambar 4.45	<i>Cross Section</i> Sta. 1100 Kala Ulang 50 Tahun .....	IV-40
Gambar 4.46	<i>Cross Section</i> Sta. 950 Kala Ulang 50 Tahun .....	IV-41
Gambar 4.47	<i>Cross Section</i> Sta. 500 Kala Ulang 50 Tahun .....	IV-41
Gambar 4.48	<i>Cross Section</i> Sta. 450 Kala Ulang 50 Tahun .....	IV-42
Gambar 4.49	<i>Cross Section</i> Sta. 350 Kala Ulang 50 Tahun .....	IV-42
Gambar 4.50	<i>Cross Section</i> Sta. 250 Kala Ulang 50 Tahun .....	IV-43
Gambar 4.51	<i>Cross Section</i> Sta. 0 Kala Ulang 50 Tahun .....	IV-43
Gambar 4.52	Kondisi Aliran Sungai Kala Ulang 100 Tahun.....	IV-44
Gambar 4.53	Potongan Memanjang Aliran Sungai Kala Ulang 100 Tahun Sta. 0 - 1200.....	IV-45
Gambar 4.54	<i>Cross Section</i> Sta. 1200 Kala Ulang 100 Tahun .....	IV-46
Gambar 4.55	<i>Cross Section</i> Sta. 1100 Kala Ulang 100 Tahun .....	IV-46
Gambar 4.56	<i>Cross Section</i> Sta. 950 Kala Ulang 100 Tahun .....	IV-47
Gambar 4.57	<i>Cross Section</i> Sta. 500 Kala Ulang 100 Tahun .....	IV-47
Gambar 4.58	<i>Cross Section</i> Sta. 450 Kala Ulang 100 Tahun .....	IV-48
Gambar 4.59	<i>Cross Section</i> Sta. 350 Kala Ulang 100 Tahun .....	IV-48
Gambar 4.60	<i>Cross Section</i> Sta. 250 Kala Ulang 100 Tahun .....	IV-49
Gambar 4.61	<i>Cross Section</i> Sta. 0 Kala Ulang 100 Tahun .....	IV-49
Gambar 4.62	Peta Genangan Kala Ulang 2 Tahun.....	IV-50
Gambar 4.63	Peta Genangan Kala Ulang 5 Tahun.....	IV-50
Gambar 4.64	Peta Genangan Kala Ulang 10 Tahun.....	IV-51
Gambar 4.65	Peta Genangan Kala Ulang 25 Tahun.....	IV-51
Gambar 4.66	Peta Genangan Kala Ulang 50 Tahun.....	IV-52
Gambar 4.67	Peta Genangan Kala Ulang 100 Tahun.....	IV-52

## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1	Rangkuman Data Curah Hujan Harian Maksimum..... L-1
Lampiran 2	Tabel Nilai Kritis Distribusi Chi Square ..... L-2
Lampiran 3	Tabel Nilai Kritis Uji Smirnov-Kolmogorov ..... L-3
Lampiran 4	Tabel Nilai Faktor Frekuensi..... L-4
Lampiran 5	Tabel Nilai Koefisien Limpasan Rumus Rasional ..... L-5
Lampiran 6	Tabel Tipikal Harga Koefisien Kekasaran Manning Yang Sering Digunakan..... L-6
Lampiran 7	Hasil Simulasi Peta Genangan..... L-7
Lampiran 8	Dokumentasi..... L-8



## DAFTAR NOTASI

NOTASI	KETERANGAN
A	Luas daerah pengaliran sungai (km <sup>2</sup> )
C <sub>k</sub>	Koefisien kurtosis
C <sub>s</sub>	Koefisien skewnes/ penyimpangan
C <sub>v</sub>	Koefisien varians
D	Selisih terbesar antara peluang pengamatan dan peluang teoritis
DK	Derajat Kebebasan
G	Percepatan gravitasi
HEC RAS	<i>Hydrologic Engineering Centers River Analysis System</i>
I	Intensitas curah hujan rata-rata selama waktu konsentrasi (mm/jam)
K	Faktor Frekuensi
K	Variabel standart, besarnya bergantung pada koefisien Kemiringan
K <sub>T</sub>	Faktor frekuensi, merupakan suatu fungsi dari kemungkinan atau siklus pengulangan serta jenis model matematis distribusi peluang yang diterapkan dalam analisis probabilitas
n	Jumlah data
<i>O<sub>f</sub>i</i>	Frekuensi yang terbaca pada kelas yang sama
<i>E<sub>f</sub>i</i>	Banyaknya frekuensi yang diharapkan
P(X <sub>m</sub> )	Peluang pengamatan
P'(X <sub>m</sub> )	Peluang teoritis dan persamaan distribusi yang dipakai
Q	Debit aliran
Qgis	<i>Quantum Global Information System</i>
q <sub>ℓ</sub>	Debit lateral per satuan panjang
R	Tinggi hujan rata-rata (mm)
R <sub>24</sub>	Curah hujan maksimum dalam 24 jam (mm)
R <sub>i</sub>	Curah hujan daerah (mm)
<i>S<sub>d</sub></i>	Standar Deviasi
<i>S<sub>f</sub></i>	Kemiringan garis energi
<i>S<sub>n</sub></i>	Standar deviasi sampel
Sta	Stasiun
S <sub>x</sub>	Standar deviasi

T	Waktu curah hujan (jam)
V	Kecepatan aliran
$X^2Cr$	Harga <i>chi square</i> hasil hitungan
X	Jumlah titik (pos) pengamatan
x	Jarak, diukur searah aliran
$X_i$	curah hujan (mm)
$X_T$	Besarnya hujan rencana untuk periode ulang T tahun (mm)
$X_o$	curah hujan rata-rata (mm)
$\overline{X}$	Rata-rata nilai X
Z	Elevasi muka air

## ANALISIS DEBIT DAN GENANGAN BANJIR SUNGAI ROGO DI DESA ROGO KECAMATAN DOLO SELATAN KABUPATEN SIGI

Anggihtyar, Setiyawan, Yassir Arafat

### ABSTRAK

Desa Rogo termasuk wilayah yang memiliki tingkat kerawanan banjir cukup tinggi. Selama periode 2018–2020 tercatat 5 kali banjir besar dan pada tahun 2021 terjadi 2 kali banjir bandang. Banjir disebabkan meluapnya Sungai Rogo. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk menghitung debit banjir di Sungai Rogo menggunakan metode Rasional, menentukan periode ulang debit banjir rencana yang memicu luapan sungai, serta menganalisis tinggi muka air dan penampang Sungai Rogo saat debit banjir rencana terjadi. Perhitungan debit banjir rencana dilakukan dengan metode Rasional, kemudian dianalisis lebih lanjut melalui simulasi hidrolika menggunakan aplikasi HEC-RAS untuk mengetahui tinggi muka air, kondisi penampang sungai, dan peta genangan banjir. Hasil penelitian menunjukkan bahwa debit banjir rencana  $Q_2 = 144,58 \text{ m}^3/\text{detik}$ ,  $Q_5 = 183,98 \text{ m}^3/\text{detik}$ ,  $Q_{10} = 209,37 \text{ m}^3/\text{detik}$ ,  $Q_{25} = 241,54 \text{ m}^3/\text{detik}$ ,  $Q_{50} = 265,40 \text{ m}^3/\text{detik}$  dan  $Q_{100} = 289,25 \text{ m}^3/\text{detik}$ . Tinggi muka air Sungai Rogo kala ulang 2 tahun, di Sta. 1200 = 1,85 meter dan di Sta. 0 = 1,42 meter, kala ulang 5 tahun di Sta. 1200 = 2,09 meter dan di Sta. 0 = 1,57 meter, kala ulang 10 tahun di Sta. 1200 = 2,22 meter dan di Sta. 0 = 1,66 meter, kala ulang 25 tahun di Sta. 1200 = 2,38 meter dan di Sta. 0 = 1,77 meter, kala ulang 50 tahun di Sta. 1200 = 2,48 meter dan di Sta. 0 = 1,84 meter, kala ulang 100 tahun di Sta. 1200 = 2,59 meter dan di Sta. 0 = 1,91 meter. Berdasarkan hasil simulasi, pada Sta. 1100 hingga Sta. 0, tinggi muka air Sungai Rogo melampaui elevasi tanggul, sehingga mengakibatkan terjadinya luapan.

**Kata Kunci:** *Debit Banjir, Tinggi Muka Air, Sungai Rogo, Metode Rasional, HEC-RAS.*

## ANALYSIS OF DISCHARGE AND FLOODING IN THE ROGO RIVER IN ROGO VILLAGE, DOLO SELATAN DISTRICT, SIGI REGENCY

Anggihtyar, Setiyawan, Yassir Arafat

### ABSTRACT

Rogo Village is an area with a high level of flood vulnerability. During the period of 2018–2020, 5 major floods were recorded, and in 2021, 2 flash floods occurred. The floods were caused by the overflowing of the Rogo River. This study aims to calculate the flood discharge of the Rogo River using the Rational Method, determine the return period of design flood discharge that triggers river overflow, and analyze the water level and cross-section of the Rogo River during the design flood event. The design flood discharge was calculated using the Rational Method and further analyzed through hydraulic simulations using the HEC-RAS application to determine the water level, river cross-section, and flood inundation maps. The results showed that the design flood discharges were  $Q_2 = 144.58 \text{ m}^3/\text{sec}$ ,  $Q_5 = 183.98 \text{ m}^3/\text{sec}$ ,  $Q_{10} = 209.37 \text{ m}^3/\text{sec}$ ,  $Q_{25} = 241.54 \text{ m}^3/\text{sec}$ ,  $Q_{50} = 265.40 \text{ m}^3/\text{sec}$ , and  $Q_{100} = 289.25 \text{ m}^3/\text{sec}$ . The Rogo River water level for a 2-year return period reached 1.85 metres at Sta. 1200 and 1.42 metres at Sta. 0. For a 5-year return period, the levels were 2.09 metres at Sta. 1200 and 1.57 metres at Sta. 0. At a 10-year return period, the values were 2.22 metres at Sta. 1200 and 1.66 metres at Sta. 0. For a 25-year return period, the water level reached 2.38 metres at Sta. 1200 and 1.77 metres at Sta. 0. At a 50-year return period, the levels were 2.48 m at Sta. 1200 and 1.84 m at Sta. 0, while at a 100-year return period, the water level reached 2.59 metres at Sta. 1200 and 1.91 metres at Sta. 0. Based on the simulation results, in the segment from Sta. 1100 to Sta. 0, the Rogo River water level exceeded the levee height, causing overflow.

**Keywords:** *Flood Discharge, Water Level, Rogo River, Rational Method, HEC-RAS.*

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Judul ini dipilih karena dalam kehidupan sehari-hari, manusia sangat bergantung pada manfaat sungai. Namun, saat ini sungai tidak lagi berfungsi secara optimal. Berbagai faktor memengaruhi kinerjanya, termasuk faktor alam seperti curah hujan, erosi, dan sedimentasi. Oleh karena itu, diperlukan upaya perbaikan atau langkah antisipatif untuk mencegah terjadinya banjir. Kondisi inilah yang mendorong penulis untuk menganalisis debit banjir rencana sebagai langkah awal dalam merencanakan dan memperbaiki daerah aliran sungai.

Banjir adalah permasalahan yang sering terjadi di Indonesia. Salah satu penyebabnya adalah ketidakmampuan sungai menampung volume air yang meningkat saat hujan deras. Akibatnya, air sungai meluap dan menggenangi area di sekitarnya. Besarnya debit banjir ditentukan berdasarkan periode ulangnya (Surentu et al., 2016).

Debit banjir rencana memiliki peran yang sangat krusial dalam perencanaan berbagai bangunan hidraulik. Jika di suatu wilayah tidak tersedia alat untuk mencatat debit, maka debit banjir rencana dapat diprediksi dengan memanfaatkan data hujan yang tersedia di wilayah itu (Pariartha, 2013).

Berbagai permasalahan sering terjadi di sungai akibat banjir. Salah satunya adalah di Sungai Rogo. Sungai ini memiliki peran penting bagi masyarakat sekitar, baik sebagai sumber air maupun sebagai bagian dari ekosistem yang mendukung kehidupan di sekitarnya. Namun, saat musim hujan tiba, Sungai Rogo kerap meluap dan menyebabkan banjir yang berdampak luas.

Desa Rogo, yang berada di Kecamatan Dolo Selatan, Kabupaten Sigi, Provinsi Sulawesi Tengah, termasuk dalam wilayah Sub DAS Palu. Kawasan ini dikenal sebagai daerah rawan banjir karena kondisi topografinya yang memungkinkan aliran air dari hulu mengalir deras ke wilayah permukiman dan lahan pertanian. Akibatnya, ketika banjir terjadi, berbagai dampak negatif pun dirasakan oleh warga setempat.

Pada periode 2018-2020, Desa Rogo mengalami lima kali banjir berskala besar. Sementara itu, pada tahun 2021, terjadi dua kali banjir bandang yang

menyebabkan kerusakan infrastruktur dan memutus akses jalan raya Palu-Bangga. Banjir tersebut dipicu oleh meningkatnya intensitas curah hujan, yang berdampak pada kenaikan debit banjir. Debit banjir yang melampaui kapasitas daya tampung Sungai Rogo menyebabkan luapan air yang merusak wilayah sekitarnya.

Upaya mitigasi dan pengendalian bencana banjir merupakan salah satu upaya mengatasi banjir. Langkah pertama yang dilakukan adalah dengan melakukan pemodelan genangan banjir untuk mengetahui daerah yang rentan terhadap banjir. Pemodelan genangan banjir merupakan pendekatan model yang menggambarkan bentuk penyederhanaan dari kejadian-kejadian di alam yang kompleks sehingga dapat bersifat dinamis dan berdasarkan lokasi ruang (*spasial*) (Yuniartanti, 2018).

Pemodelan daerah genangan banjir dapat dilakukan dengan menggunakan software HEC RAS (Khalfallah, C. B., & Saidi, S., 2018). HEC RAS merupakan perangkat lunak yang dapat memodelkan peristiwa banjir dan menghasilkan profil muka air sepanjang aliran sungai (Namara dkk., 2022).

Kondisi inilah yang membuat penulis tertarik untuk menganalisis besar debit banjir rencana serta kemampuan Sungai Rogo dalam menampungnya, sebagai langkah awal dalam perencanaan perbaikan Sungai Rogo. Penelitian ini akan memfokuskan analisis pada debit banjir rencana dan tinggi muka air Sungai Rogo.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan uraian latar belakang diatas maka dikemukakan rumusan masalah dalam penelitian yang berkaitan dengan Analisa Hidrologi Perhitungan Debit Banjir Rencana Sungai Rogo Berdasarkan Data Curah Hujan yaitu :

1. Berapa debit banjir rencana yang terjadi akibat curah hujan Sungai Rogo ?
2. Pada periode ulang berapa terjadi debit banjir rencana di Sungai Rogo ?
3. Berapa tinggi muka air pada saat terjadi debit banjir rencana di Sungai Rogo?
4. Bagaimana model peta genangan di daerah aliran permukiman Desa Rogo?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini antara lain :

1. Mengetahui besar debit banjir rencana di Sungai Rogo
2. Mengetahui periode ulang terjadinya debit banjir rencana di Sungai Rogo
3. Menganalisa tinggi muka air dan penampang sungai saat terjadi debit banjir rencana
4. Mengetahui pola dan sebaran genangan banjir di sepanjang sungai Rogo

#### **1.4 Batasan Masalah**

1. Penelitian ini dilakukan di Daerah Aliran Sungai (DAS) Rogo di Kecamatan Dolo Selatan dengan panjang 1200 m.
2. Data hujan menggunakan data hujan harian maksimum selama 10 tahun dari tahun 2014-2024. Bersumber dari stasiun BMKG Mutiara Palu.
3. Dilakukan analisa data frekuensi untuk menentukan metode yang akan digunakan dalam menghitung debit banjir.
4. Menganalisa besar debit banjir rencana dan tinggi muka air sungai Pondo saat terjadi banjir pada periode ulang 2,5, 10, 25, 50 dan 100 tahun
5. Menggunakan program HEC-RAS dalam menganalisis tinggi muka air saat terjadi debit banjir rencana.

#### **1.5 Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian ini antara lain :

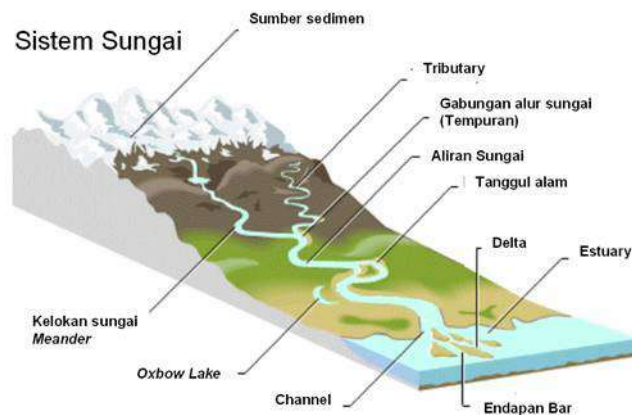
1. Bagi Penulis melalui penelitian ini, penulis dapat memperoleh pemahaman mengenai kondisi hidrologi Sungai Rogo, besarnya debit banjir rencana pada berbagai kala ulang, serta mengetahui ketinggian muka air saat banjir terjadi.
2. Bagi Pemerintah dengan adanya penelitian ini pemerintah dapat mengantisipasi serta mengambil langkah-langkah pencegahan untuk mengurangi dampak banjir yang terjadi di Sungai Rogo.
3. Bagi masyarakat dengan adanya penelitian ini masyarakat dapat mengambil langkah antisipatif dan meningkatkan kewaspadaan dalam menghadapi banjir di Sungai Rogo.
4. Bagi Pembaca dengan adanya penelitian ini pembaca bisa mengetahui kondisi hidrologi Sungai Rogo.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Sungai

Sungai merupakan aliran air terbuka yang memiliki ukuran geometris, seperti penampang melintang, profil memanjang, serta kemiringan lembah yang terus berubah seiring waktu. Perubahan ini dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti debit air, material dasar, dan kondisi tebing. Setiap sungai memiliki bentuk serta karakteristik yang unik, yang dipengaruhi oleh berbagai aspek, termasuk topografi, iklim, dan proses alamiah dalam pembentukannya. Sebagai salah satu sumber air, sungai tidak hanya berfungsi menampung air, tetapi juga mengalirkannya dari hulu ke hilir (Putra, A.S. 2014).



**Gambar 2.1.** Sistem Sungai (limnologifpikub.com)

Sungai berfungsi sebagai pengumpul curah hujan dalam suatu wilayah tertentu, yang dikenal sebagai Daerah Aliran Sungai (DAS), dan mengalirkannya menuju laut. Jika intensitas hujan di suatu DAS melebihi kapasitas sungai, debit air akan meningkat. Ketika debit sungai melampaui kapasitas alirannya, air akan meluap melewati tebing sungai, yang dapat menyebabkan banjir. Di bagian hulu DAS, di mana kemiringan lahan dan sungai lebih curam, atau di DAS yang berukuran kecil, kenaikan debit banjir dapat terjadi dengan cepat. Sebaliknya, pada sungai-sungai besar, peningkatan debit berlangsung lebih lambat hingga mencapai puncaknya (Triatmodjo, 2008).

Air yang mengalir dalam saluran atau sungai dapat berasal dari aliran permukaan maupun dari air tanah yang merembes melalui dasar sungai. Kontribusi air tanah terhadap aliran sungai dikenal sebagai aliran dasar (*baseflow*), sedangkan

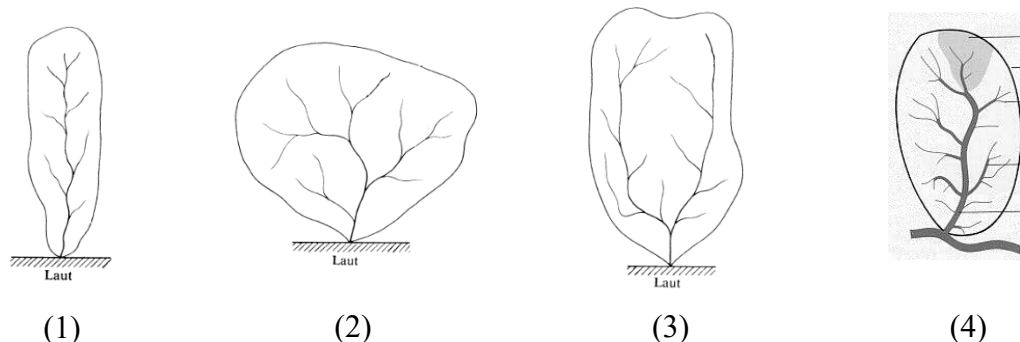
total aliran yang terjadi disebut debit (*runoff*). Sementara itu, air yang tersimpan di waduk, danau, serta sungai disebut sebagai air permukaan (*surface water*) (Suripin, 2004).

## 2.2 Daerah Aliran Sungai (DAS)

Daerah Aliran Sungai (DAS) adalah wilayah di mana seluruh air mengalir menuju satu sungai tertentu. Wilayah ini umumnya dibatasi oleh kontur topografi yang ditentukan berdasarkan aliran air permukaan. Batas tersebut tidak didasarkan pada air bawah tanah, karena ketinggian permukaan air tanah cenderung berubah sesuai dengan musim dan tingkat pemanfaatannya (Sri Harto, 1993).

Penetapan batas Daerah Aliran Sungai (DAS) sangat penting dalam menentukan wilayah DAS yang akan dianalisis. Proses ini dapat dilakukan dengan mudah menggunakan peta topografi, terutama untuk bagian sungai di daerah hulu. Namun, pada bagian sungai yang berada di hilir, terutama yang mendekati pantai, penetapan batas DAS sering kali lebih sulit dilakukan.

Ciri-ciri suatu Daerah Aliran Sungai (DAS) dapat diklasifikasikan berdasarkan bentuknya. Disajikan dalam gambar 2.2 :



**Gambar 2.2.** Bentuk-bentuk DAS (Suyono Sosrodarsono)

1. Daerah aliran berbentuk bulu adalah wilayah aliran sungai yang memiliki anak sungai yang tersusun secara teratur dengan pola aliran yang stabil. Pada daerah ini, debit banjir cenderung lebih kecil karena waktu kedatangan air dari masing-masing anak sungai tidak bersamaan. Akibatnya, banjir yang terjadi berlangsung lebih lama atau memiliki durasi yang lebih panjang.
2. Daerah aliran radial adalah wilayah aliran sungai yang berbentuk melingkar, di mana anak-anak sungainya mengalir menuju satu titik pusat secara radial. Pada daerah ini, debit puncak cenderung tinggi, terutama di bagian hilir tempat pertemuan beberapa sungai.



3. Daerah aliran paralel adalah wilayah aliran sungai yang memiliki dua jalur utama dengan anak-anak sungai yang mengalir sejajar sebelum bergabung di bagian hilir. Karakteristik utama dari daerah ini adalah waktu mencapai puncak banjir yang relatif lama, dengan durasi banjir yang panjang serta aliran banjir yang cenderung stabil.
4. Daerah aliran yang kompleks adalah gabungan dari berbagai bentuk aliran sungai, sehingga karakteristik banjir yang ditimbulkannya sulit untuk diprediksi. Oleh karena itu, diperlukan observasi yang cukup lama terhadap sungai untuk memahami pola banjir yang terjadi.

### **2.3 Banjir**

Banjir merupakan kejadian saat permukaan air sungai meningkat hingga melampaui batas palungnya atau genangan air yang terjadi di wilayah rendah yang tidak dapat dialirkan dengan baik. Banjir ini dapat melanda area yang luas dan disebabkan oleh berbagai faktor, seperti curah hujan yang tinggi, sistem drainase yang tidak memadai, serta aktivitas manusia yang merusak lingkungan (SNI, 2016).

Terdapat berbagai macam banjir yang disebabkan oleh beberapa hal, diantaranya:

#### **1. Banjir air**

Banjir jenis ini merupakan jenis banjir yang paling sering terjadi. Penyebab utamanya adalah meluapnya air dari sungai, danau, atau saluran air, yang kemudian mengalir ke daratan sekitar. Biasanya, banjir ini disebabkan oleh hujan yang terus-menerus turun, sehingga kapasitas sungai atau danau tidak cukup untuk menampung volume air yang masuk.

#### **2. Banjir “Cileunang”**

Jenis banjir ini serupa dengan banjir akibat air meluap. Namun, banjir cileunang disebabkan oleh hujan yang sangat deras dengan debit air yang sangat tinggi. Banjir ini terjadi karena air hujan yang melimpah tidak dapat segera mengalir melalui saluran atau selokan di sekitar pemukiman. Jika banjir akibat meluapnya air dapat berlangsung dalam waktu lama, banjir cileunang cenderung terjadi secara mendadak, langsung setelah hujan turun.

#### **3. Banjir bandang**

Selain banjir air, ada juga jenis banjir yang membawa material lain seperti lumpur. Banjir jenis ini jauh lebih berbahaya dibandingkan banjir air biasa,

karena seseorang akan kesulitan untuk bertahan hidup di tengah banjir yang membawa lumpur. Banjir bandang memiliki daya rusak yang sangat tinggi karena mampu menghanyutkan segala sesuatu yang dilaluinya. Biasanya, banjir bandang terjadi di daerah dekat pegunungan, di mana tanah pegunungan yang longsor terbawa air hujan menuju wilayah yang lebih rendah. Banjir bandang ini dapat menghanyutkan pohon-pohon hutan atau batu-batu besar, yang tentunya dapat merusak pemukiman warga yang berada di sekitar kawasan pegunungan.

4. Banjir rob (laut pasang)

Banjir rob merupakan jenis banjir yang terjadi akibat pasangannya air laut. Banjir ini sering melanda wilayah seperti Muara Baru di Jakarta. Ketika air laut pasang, ia dapat menahan aliran air sungai yang sudah terkumpul, sehingga menambah tekanan pada tanggul dan akhirnya menyebabkan tanggul jebol, yang mengakibatkan genangan air di daratan.

5. Banjir lahar dingin

Salah satu jenis banjir adalah banjir lahar dingin, yang umumnya terjadi akibat erupsi gunung berapi. Ketika gunung meletus, lahar dingin yang keluar dari puncak gunung mengalir ke wilayah di bawahnya. Lahar dingin ini menyebabkan pendangkalan sungai, yang pada gilirannya membuat air sungai mudah meluap dan dapat menggenangi pemukiman warga.

6. Banjir lumpur

Banjir lumpur sering dikaitkan dengan peristiwa banjir Lapindo yang terjadi di Sidoarjo. Meskipun mirip dengan banjir bandang, banjir ini lebih disebabkan oleh keluarnya lumpur dari dalam perut bumi yang kemudian menggenangi wilayah sekitar. Lumpur yang keluar bukanlah lumpur biasa, melainkan juga mengandung bahan dan gas kimia yang berbahaya. Hingga saat ini, peristiwa banjir lumpur panas di Sidoarjo belum dapat ditangani dengan baik, bahkan semakin banyak titik semburan baru yang muncul di sekitar lokasi semburan utama.

## 2.4 Debit Rencana

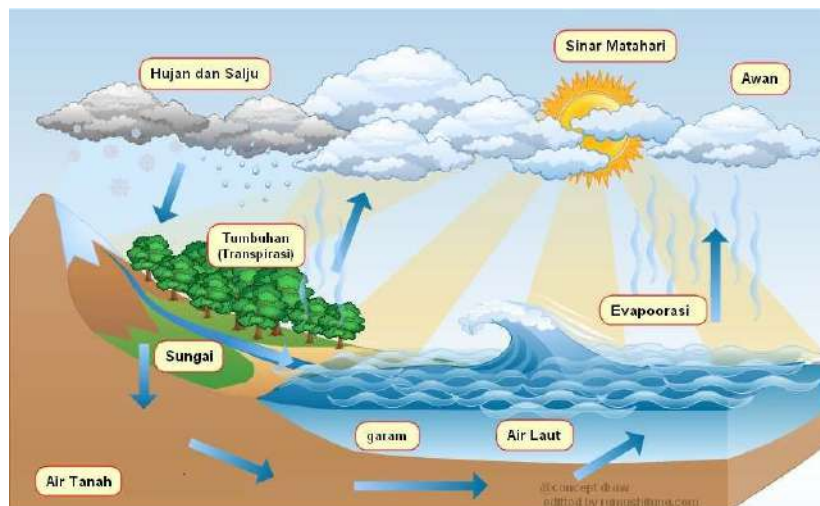
Debit banjir rencana merujuk pada debit maksimum yang dapat mengalir melalui suatu sungai atau saluran, yang dihitung berdasarkan periode ulang tertentu. Dengan kata lain, debit banjir rencana adalah debit yang diperkirakan akan terjadi dalam suatu sungai atau struktur hidrolik dengan periode ulang tertentu (T). Periode

ulang itu sendiri menggambarkan jangka waktu hipotetik di mana suatu kejadian, seperti debit rencana, diperkirakan akan terjadi atau dilampaui satu kali dalam periode tersebut. Namun, hal ini tidak berarti bahwa kejadian tersebut akan terjadi secara rutin pada setiap periode ulang yang ditentukan.

## 2.5 Hujan

### 2.5.1 Pengertian Hujan

Hujan merupakan proses jatuhnya air dari atmosfer ke permukaan bumi dan termasuk dalam bentuk presipitasi, selain salju, embun, kabut, dan es. Terjadinya hujan disebabkan oleh penguapan air, terutama dari lautan, yang naik ke atmosfer, mengalami pendinginan, lalu mengembun dan jatuh kembali ke bumi, baik di lautan maupun di daratan. Setelah mencapai permukaan tanah, air hujan akan menghasilkan limpasan yang mengalir kembali ke laut. Disajikan dalam gambar 2.3 :



**Gambar 2.3.** Siklus Hidrologi (Cerdika.com)

Dalam perjalanannya menuju laut, sebagian air meresap ke dalam tanah melalui proses infiltrasi dan terus bergerak ke bawah melalui perkolasi menuju zona jenuh air tanah. Di dalam zona ini, air mengalir perlahan melalui akuifer dan akhirnya masuk ke sungai atau langsung ke laut (CD Soemarto, 1995). Sementara itu, air yang tertahan di permukaan tanah (*surface detention*) sebagian besar akan mengalir.

### 2.5.2 Sifat – sifat Hujan

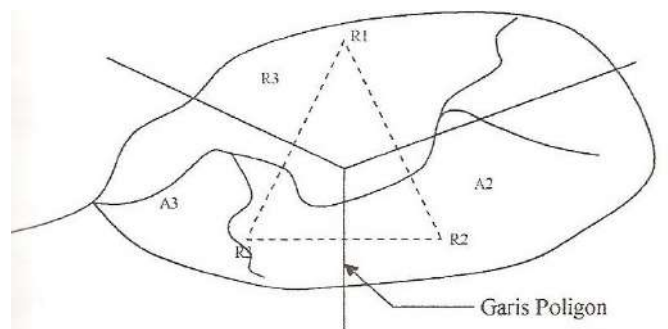
Dalam proses transformasi hujan menjadi banjir, terdapat hubungan yang erat antara curah hujan sebagai masukan, DAS sebagai sistem, dan banjir sebagai keluaran yang direpresentasikan dalam bentuk hidrograf. Beberapa karakteristik utama hujan yang berperan dalam proses ini meliputi intensitas hujan (*rainfall*

*intensity*), durasi hujan (*rainfall duration*), serta arah pergerakan hujan (*storm movement*). Selain itu, faktor lain yang juga penting dalam memperkirakan banjir adalah hubungan antara kedalaman hujan, luas DAS, dan durasi hujan (*depth-area-duration relationship*), serta distribusi hujan per jam (*hourly rainfall distribution*) (Sri Harto, 1993).

## 2.6 Analisis Curah Hujan

Untuk memperoleh rata-rata curah hujan dari hasil pengukuran di berbagai stasiun, digunakan metode Poligon Thiessen. Metode ini mempertimbangkan bobot setiap stasiun yang merepresentasikan area di sekitarnya.

Apabila titik-titik pengamatan di suatu wilayah tidak terdistribusi secara merata, maka perhitungan curah hujan rata-rata dilakukan dengan mempertimbangkan area pengaruh masing-masing titik pengamatan. Disajikan dalam gambar 2.4 :



**Gambar 2.4.** Curah hujan daerah Metode Thiessen (Sri Harto, 1993)

### 2.6.1 Analisis Frekuensi Curah Hujan

Analisis frekuensi bertujuan untuk menemukan hubungan antara ukuran suatu peristiwa ekstrem (maksimum atau minimum) dan frekuensinya yang berdasarkan distribusi probabilitas. Data yang digunakan adalah data curah hujan tahunan maksimum, yaitu nilai tertinggi yang tercatat dalam satu tahun, yang diukur selama beberapa tahun. (Triatmodjo 2008).

Tujuan analisis frekuensi data hidrologi adalah untuk menemukan keterkaitan antara intensitas kejadian ekstrem dengan frekuensi kemunculannya melalui distribusi probabilitas.

Parameter-parameter yang digunakan sebagai langkah awal penentuan tipe distribusi adalah  $C_s$ ,  $C_v$ ,  $C_k$ . Dapat di hitung dengan menggunakan rumus :

1. Harga Rata-rata hujan ( $\bar{x}$ )

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \dots\dots\dots (2.1)$$

2. Standar Deviasi ( $S_x$ )

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \dots\dots\dots (2.2)$$

3. Koefisien Skewness

$$C_s = \frac{n \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^3}{(n-1)(n-2)s^3} \dots\dots\dots (2.3)$$

4. Koefisien Variasi

$$C_v = \frac{s}{\bar{x}} \dots\dots\dots (2.4)$$

5. Koefisien Kurtosis

$$C_K = \frac{n^2 \sum (x_i - \bar{x})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)(s^4)} \dots\dots\dots (2.5)$$

## 2.6.2 Pemilihan Tipe Distribusi

Parameter yang dipakai sebagai langkah pertama dalam menentukan jenis distribusi adalah  $C_s$ ,  $C_v$ , dan  $C_k$ . Kriteria pemilihan untuk setiap jenis distribusi menurut parameter statistik adalah sebagai berikut:

1. Tipe distribusi Normal  $C_s \approx 0$ ;  $C_k \approx 3$
2. Tipe distribusi Log Normal  $C_s \approx 3 C_v$
3. Tipe distribusi Gumbel  $C_s \approx 1.139$ ;  $C_k \approx 5,4$

Bila kriteria ketiga sebaran di atas tidak memenuhi, kemungkinan tipe sebaran yang cocok adalah: Tipe distribusi Log Pearson III  $C_s \neq 0$ .

## 2.6.3 Uji Distribusi Frekuensi

Setelah diketahui jenis distribusi frekuensi yang dipilih, maka perlu dilakukan pengujian parameter untuk menguji kecocokan (*the goodness of fit test*) distribusi frekuensi sampel data terhadap fungsi distribusi peluang yang diperkirakan dapat mewakili distribusi frekuensi tersebut. Pengujian parameter yang sering digunakan adalah *Chi Square Test* dan *Smirnov Kolmogorov Test* (Suripin, 2004).

Distribusi curah hujan perlu diuji untuk menguatkan perkiraan. Terdapat dua cara pengujian yaitu :

1. Uji *Chi - Square* ( $X^2$ ) Test

Uji *chi square* dimaksudkan untuk menentukan apakah persamaan distribusi peluang yang telah dipilih dapat mewakili dari distribusi statistik sampel data yang dianalisis. Pengambilan keputusan uji ini menggunakan parameter  $X^2$ . Parameter  $X^2$  dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$X^2 Cr = \sum_{i=1}^n \frac{Efi^2}{Ofi} \dots\dots\dots (2.6)$$

Keterangan :

$X^2 Cr$  = Harga Chi Kuadrat

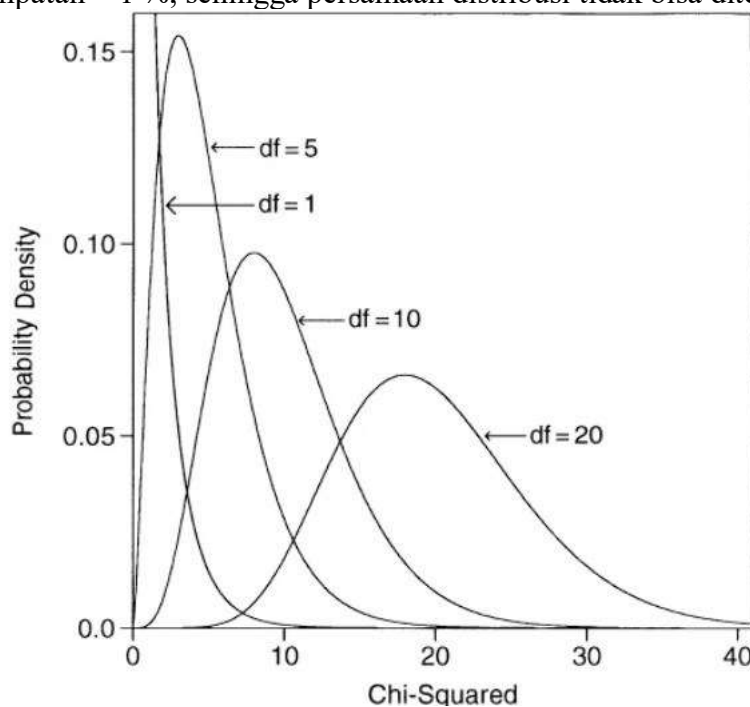
$Efi$  = Banyaknya frekuensi yang diharapkan

$Ofi$  = Frekuensi yang terbaca pada kelas yang sama

$n$  = Jumlah data

Interpretasi hasil Uji Chi Kuadrat adalah sebagai berikut (Uji Satu Sisi), (Suripin: 2004): Disajikan dalam gambar 2.5.

- a. Jika Peluang  $\geq 5 \%$ , maka rumus distribusi disetujui.
- b. Jika  $1\% \leq \text{Peluang} < 5 \%$ , maka keputusan tidak dapat diambil dan data tambahan diperlukan.
- c. Kesempatan  $< 1 \%$ , sehingga persamaan distribusi tidak bisa diterima.



**Gambar 2.5.** Grafik Distribusi *Chi-Square*

2. Uji *Smirnov Kolmogorov*

Uji *Smirnov-Kolmogorov*, adalah suatu metode statistik non-parametrik yang digunakan untuk membandingkan distribusi probabilitas dari dua sampel atau untuk menguji apakah suatu sampel berasal dari distribusi tertentu. Pengambilan keputusan uji ini menggunakan parameter *D*. Parameter *D* dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$D = \text{maksimum } |P(X_m) - P'(X_m)| \dots \dots \dots (2.7)$$

Keterangan :

*D* = Selisih terbesar antara peluang pengamatan dan peluang teoritis

*P*(*X<sub>m</sub>*) = Peluang pengamatan

*P'*(*X<sub>m</sub>*) = Peluang teoritis dan persamaan distribusi yang dipakai.

**2.6.4 Perhitungan Hujan Rencana**

Hujan rencana bisa dianalisa dengan berbagai macam distribusi yaitu :

1. Distribusi Gumbel.

$$X_T = \bar{X} + s.K \dots \dots \dots (2.8)$$

Keterangan :

*X<sub>T</sub>* = Besarnya hujan rencana untuk periode ulang *T* tahun

$\bar{X}$  = Nilai Tengah Sampel

*s* = Standar Deviasi Sampel

*K* = Faktor Frekuensi

2. Distribusi Log Pearson Tipe III

$$\text{Log } x_T = \text{Log } x_r + K \text{Log } x_s \dots \dots \dots (2.9)$$

Keterangan :

*X<sub>T</sub>* = Besarnya hujan rencana untuk periode ulang *T* tahun

*K<sub>T</sub>* = Faktor Frekuensi yang merupakan fungsi dari periode ulang dan tipe distribusi frekuensi

3. Distribusi Normal

$$x_T = \bar{x} + K_T S_d \dots \dots \dots (2.10)$$

Keterangan :

$X_T$  = Besarnya hujan rencana untuk periode ulang T tahun

$\bar{X}$  = Nilai Tengah Sampel

$K_T$  = Faktor Frekuensi

$S_d$  = Standar Deviasi

4. Distribusi Log Normal

$$\text{Log } X_T = \text{Log } X_r + K \text{ Log } S_x \dots \dots \dots (2.11)$$

Keterangan :

K = Variabel standart, besarnya bergantung pada koefisien Kemiringan

**2.6.5 Perhitungan Intensitas Hujan**

Untuk menetapkan hidrograf banjir rancangan berdasarkan hidrograf satuan tertentu, diperlukan pengetahuan mengenai distribusi curah hujan per jam pada interval tertentu dengan menggunakan metode Mononobe (SNI, 2016).

$$I = \frac{R_{24}}{24} \frac{24^{2/3}}{T} \dots \dots \dots (2.11)$$

Keterangan :

I = Intensitas curah hujan (mm/jam)

T = waktu curah hujan (jam)

$R_{24}$  = Curah hujan maksimum dalam 24 jam (mm)

**2.7 Metode Perhitungan Debit Rencana**

Pemilihan metode untuk menghitung debit rencana umumnya bergantung pada ketersediaan data, seperti data hujan, karakteristik daerah aliran, dan data debit. Dalam analisis frekuensi data hidrologi, baik data hujan maupun data debit sungai, seringkali ditemukan bahwa data tersebut tidak sesuai dengan distribusi Normal, Gama dengan parameter II, Log Gumbel, dan Hazen. Sebaliknya, sebagian besar data hidrologi lebih cocok dengan tiga distribusi lainnya. Setiap distribusi memiliki sifat khas yang berbeda, sehingga penting untuk menguji kesesuaian setiap data hidrologi dengan karakteristik statistik dari distribusi yang relevan (Limantara, 2010:55) :

Ditinjau dari ketersediaan data hujan, karakteristik daerah aliran, dan data debit, terdapat 6 kelompok metode perhitungan debit :



1. Metode analisis probabilitas frekuensi debit banjir.

Metode ini dipergunakan apabila data debit tersedia cukup panjang (>20 tahun), sehingga analisisnya dapat dilakukan dengan distribusi probabilitas, baik secara analitis maupun grafis.

2. Metode analisis regional.

Jika data debit yang tersedia kurang dari 20 tahun dan lebih dari 10 tahun, maka debit rencana dapat dihitung menggunakan metode analisis regional. Data debit yang digunakan bisa berasal dari berbagai daerah pengaliran dalam satu regional yang sama. Prinsip dasar dari metode analisis regional adalah untuk memperoleh lengkung frekuensi banjir regional, yang bertujuan menentukan besarnya debit rencana pada daerah pengaliran yang tidak memiliki data debit.

3. Metode puncak banjir diatas ambang.

Metode ini digunakan ketika data debit yang tersedia berkisar antara 3 hingga 10 tahun. Metode ini berdasarkan pengambilan puncak banjir dalam rentang waktu satu tahun di atas ambang batas tertentu, dan hanya cocok untuk data yang diperoleh dari pos pengukuran dengan sistem pemantauan otomatis.

4. Metode Empiris.

Metode ini dipergunakan apabila data hujan dan karakteristik daerah aliran tersedia. Contoh metode yang termasuk dalam kelompok metode ini adalah:

a. Metode Rasional.

$$Q = 0,278 \times C \times I \times A \dots\dots\dots (2.12)$$

Keterangan :

Q = debit puncak limpasan permukaan (m<sup>3</sup>/det).

C = angka pengaliran (tanpa dimensi)

A = luas daerah pengaliran (Km<sup>2</sup>)

I = intensitas curah hujan (mm/jam).

b. Metode Weduwen.

c. Metode Hasper.

d. Metode Melchior.

e. Metode Hidrograf Satuan.

5. Metode analisis regresi.

Metode ini menggunakan persamaan-persamaan regresi yang dihasilkan Institute of Hydrology (IoH) dan Pusat Penelitian dan Pengembangan Pengairan, yaitu didapat dari data hujan dan karakteristik daerah pengaliran sungai (DPS), selanjutnya untuk banjir dengan periode ulang tertentu digunakan lengkung analisis regional.

6. Model matematik.

Model ini dipergunakan apabila selang waktu pengamatan data hujan lebih panjang dari pada pengamatan data debit, selanjutnya untuk memperpanjang data aliran yang ada digunakan model.

## 2.8 Program Komputer HEC-RAS

Untuk memahami pola aliran di sepanjang sungai, diperlukan simulasi aliran sungai. Simulasi ini dapat dilakukan dengan mengalirkan air melalui sungai secara fisik dalam skala laboratorium maupun secara virtual menggunakan perangkat lunak.

HEC-RAS adalah aplikasi yang digunakan untuk memodelkan aliran sungai, yang dikembangkan oleh *Hydrologic Engineering Center* (HEC), bagian dari *Institute for Water Resources* (IWR) di bawah *U.S. Army Corps of Engineers* (USACE). Program ini dirancang sebagai sistem perangkat lunak terintegrasi yang memungkinkan pengguna untuk melakukan berbagai tugas secara interaktif. Sistem ini mencakup antarmuka grafis, komponen analisis hidraulika, manajemen serta penyimpanan data, serta fitur pelaporan dan visualisasi dalam bentuk grafik.

HEC-RAS secara khusus dikembangkan untuk menjalankan empat jenis analisis hidraulik satu dimensi, yaitu:

1. Analisis profil muka air untuk aliran seragam (*steady flow*)
2. Analisis profil muka air untuk aliran tidak seragam (*unsteady flow*)
3. Analisis transport sedimen dengan batas yang dapat berubah (*moveable boundary*)
4. Pemodelan kualitas air

Secara umum, terdapat lima tahapan utama dalam simulasi aliran menggunakan HEC-RAS, yaitu:

1. Persiapan sistem, yang mencakup pengaturan penyimpanan data dan alokasi memori.

2. Pemodelan geometri, yaitu proses mentransformasikan bentuk fisik sungai ke dalam model matematis berdasarkan ukuran sebenarnya. Data yang diperlukan meliputi peta aliran sungai, potongan melintang dan memanjang, serta struktur hidraulik yang ada.
3. Pemodelan aliran, yaitu mengalirkan air dalam model sungai yang telah dibuat dengan debit tertentu.
4. Pengukuran kecepatan dan kedalaman aliran untuk menganalisis karakteristik aliran.
5. Presentasi dan interpretasi hasil, di mana variabel-variabel yang dihitung disajikan dalam bentuk tabel dan grafik guna mempermudah analisis hasil simulasi.

HEC-RAS mengintegrasikan berbagai fitur, seperti antarmuka grafis, analisis hidraulik, penyimpanan data, serta pelaporan hasil, sehingga memudahkan pengguna dalam melakukan simulasi aliran sungai dengan berbagai skenario debit. (Istiarto, 2018).

Dalam aplikasinya, HEC-RAS memerlukan data topografi sungai yang dapat diperoleh melalui survei lapangan atau model elevasi digital (DEM). Data tersebut kemudian diproses untuk membentuk model geometri sungai, termasuk penampang melintang, kemiringan, dan struktur hidraulik lainnya. Berkat fitur-fitur yang dimilikinya, HEC-RAS menjadi salah satu perangkat utama dalam analisis hidraulik serta perencanaan infrastruktur sumber daya air, baik untuk proyek berskala lokal maupun regional.

## **2.9 Rumus Dasar HEC-RAS**

### **2.9.1 Persamaan Dasar**

Aliran pada saluran terbuka atau sungai merupakan suatu fenomena fisik yang mematuhi prinsip kekekalan massa dan momentum. Fenomena ini dapat dimodelkan secara matematis melalui sistem persamaan yang dikenal sebagai Persamaan *Saint-Venant*. Persamaan ini terdiri dari dua komponen utama, yaitu persamaan kontinuitas yang merepresentasikan prinsip konservasi massa, serta persamaan momentum yang mewakili prinsip konservasi momentum (Istiarto, 2018). Keduanya diformulasikan dalam bentuk persamaan diferensial parsial sebagai berikut:

1. Persamaan Kontinuitas

$$\frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} - q_\ell = 0 \quad \dots\dots\dots (2.13)$$

Keterangan :

A = Luas total tampang aliran (jumlah luas tampang aliran di main *channel* dan *overbank channel*),

Q = Debit aliran,

$q_\ell$  = Debit lateral per satuan panjang,

t = Waktu,

x = Jarak, diukur searah aliran.

2. Persamaan Momentum

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial QV}{\partial x} + gA \left( \frac{\partial z}{\partial x} + S_f \right) = 0 \quad \dots\dots\dots (2.14)$$

Keterangan :

A = Luas total tampang aliran (jumlah luas tampang aliran di main channel dan overbank channel),

Q = Debit aliran,

$q_\ell$  = Debit lateral per satuan panjang,

V = Kecepatan aliran,

g = Percepatan gravitasi,

x = Jarak, diukur searah aliran,

Z = Elevasi muka air,

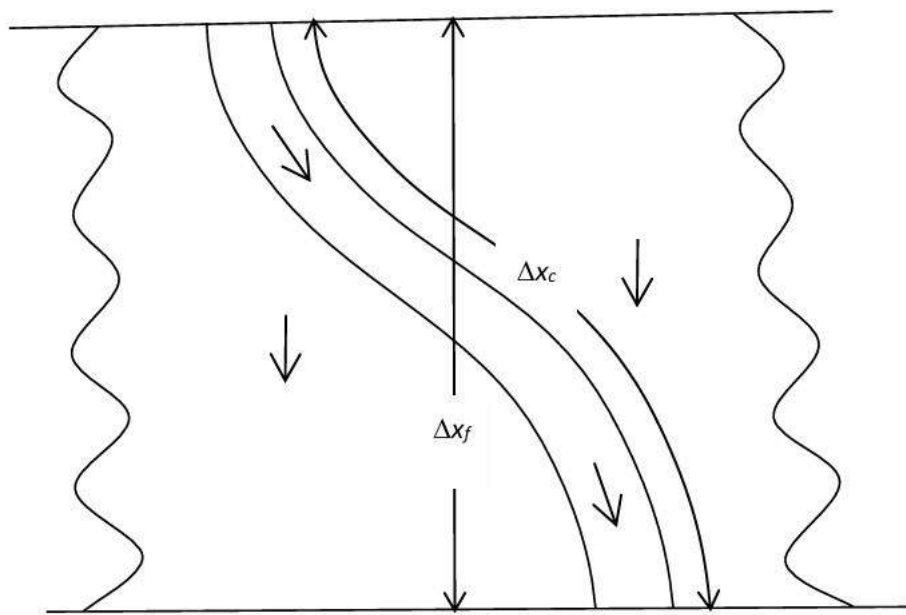
T = Waktu,

$S_f$  = Kemiringan garis energi (*friction slope*), dihitung dengan Persamaan Manning.

## 2.9.2 Penerapan Persamaan Aliran Tak Permanen

HEC-RAS membagi alur saluran menjadi tiga bagian, yaitu tepi kiri, saluran utama, dan tepi kanan, seperti yang terlihat pada Gambar 2.7. Saat tingkat air sungai naik, air menyebar secara lateral menjauh dari alur utama, menggenangi daerah bantaran dan mengisi cekungan yang ada di sepanjang area tersebut. Dengan meningkatnya muka air, aliran di bantaran mulai bergerak ke arah hilir; jalur aliran

ini umumnya lebih pendek dibandingkan dengan aliran yang melalui alur utama. Ketika debit mulai berkurang, air yang terakumulasi di tepi akan mengalir kembali ke saluran utama, menggantikan sebagian dari aliran yang ada. Karena arah utama aliran tetap berada di sepanjang jalur utama, fenomena aliran dua dimensi ini sering kali dapat dipandang sebagai aliran satu dimensi. Area yang terendam di luar jalur utama dapat digambarkan sebagai area penyimpanan, di mana air dapat mengalir masuk dan keluar dari jalur utama. Sementara itu, arus di tepi bisa dianalisis sebagai aliran yang mengalir melalui saluran terpisah dari alur utama.



**Gambar 2.6.** Aliran melalui alur utama dan bantaran (Istiarto, 2018).

Berbagai metode telah diciptakan untuk memodelkan aliran yang meliputi alur utama dan area bantaran. Salah satu pendekatan yang umum digunakan adalah dengan mengabaikan kemampuan bantaran untuk mengalirkan air, dan mengasumsikan bahwa daerah bantaran semata-mata berfungsi sebagai area penyimpanan air (*storage*).

## 2.10 Analisa Numerik HEC-RAS

Simulasi tinggi muka air 1D dengan HEC-RAS (*Hydrologic Engineering Center-River Analysis System*) dirancang untuk menentukan profil permukaan air, kedalaman dan kecepatan dengan bantuan arus 1D dan profil geometrik. Sifat hidraulik 1D ini digunakan untuk analisis tinggi muka air, untuk menentukan tinggi

muka air, perubahan lapisan, dan erosi berdasarkan analisis kontinuitas tinggi muka air.

## 2.11 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu berperan penting sebagai referensi dalam menyusun kajian ini. Dengan menelaah penelitian sebelumnya, dapat diperoleh gambaran mengenai metodologi, hasil, serta temuan yang relevan dengan topik yang diteliti. Selain itu, kajian ini membantu mengidentifikasi kesenjangan penelitian yang masih dapat dikembangkan lebih lanjut.

Berikut adalah beberapa penelitian yang menjadi acuan dalam penyusunan proposal tugas akhir ini :

Tabel 2.1 Matriks Penelitian Terdahulu

No	Penelitian Terdahulu	Desain dan Metodologi	Hasil Penelitian	Persamaan	Perbedaan
1.	Syafullah Fattah et al., (2023)  “Analisa Debit Banjir Dan Tinggi Muka Air Sungai Cipondoh Di Kota Tangerang”	Menggunakan data curah hujan harian untuk analisa debit dengan Metode HSS Nakayasu dan melakukan analisa hidrolika dengan menggunakan HEC RAS.	a. Debit banjir rencana untuk periode ulang 2, 5, 10, 25, 50 dan 100 tahun b. Sungai Cipondo tidak dapat menampung debit banjir rencana.	a. Menggunakan data curah hujan harian untuk memperoleh data debit banjir rencan dan kala ulangnya. b. Menggunakan HEC-RAS dalam melakukan analisa hidrolika.	a. Sebelum melakukan perhitungan debit banjir rencana terlebih dahulu dilakukan analisa data untuk menentukan metode yang akan digunakan b. Sungai yang menjadi objek penelitian adalah Sungai Rogo.
2	Suadnya et al., (2017).  “Analisis Debit Banjir Dan Tinggi Muka Air Sungai Palaus Di Kelurahan Lowu I	a. Menggunakan metode HSS Snyder dan simulasi debit banjir.	Sungai Palaus tidak mampu menampung debit banjir pada setiap kala ulang.	a. Menguunakan data curah hujan harian untuk memperoleh data debit banjir rencana dan kala ulangnya.	a. Sebelum melakukan perhitungan debit banjir rencana terlebih dahulu dilakukan analisa data untuk menentukan

	Kabupaten Minahasa Tenggara”	b. Menggunakan HEC HMS dan melakukan simulasi tinggi muka air menggunakan HEC RAS.		b. Menggunakan HEC-RAS dalam melakukan analisa hidrolika.	metode yang akan digunakan. b. Sungai yang menjadi objek penelitian adalah Sungai Rogo.
3.	Welliang Aditya Hadipradana Sumarauw Jeffry Tiny Mananoma, (2017).  “Analisis Debit Banjir dan Tinggi Muka Air Sungai Lombagin Kabupaten Bolaang Mongondow”	Menggunakan HEC HMS untuk mendapatkan debit banjir rencana dan HEC RAS untuk mendapatkan tinggi muka air.	Sungai Lombagin mampu menampung debit banjir untuk kala ulang 2,5,10, 25,50 dan 100 tahun.	Menggunakan data curah hujan harian untuk memperoleh data debit banjir rencan dan kala ulangnya.	a. Sebelum melakukan perhitungan debit banjir rencana terlebih dahulu dilakukan analisa data untuk menentukan metode yang akan digunakan. b. Sungai yang menjadi objek penelitian adalah Sungai Rogo.
4.	Melany et al., (2022). “ <i>Analysis of Design Flood Discharge and Water Level Case Study of the Batang Singkut River Sarolangun Regency</i> ”	Menggunakan metode Log Pearson III untuk menghitung debit banjir dan menggunakan HEC RAS dalam melakukan analisa Hidrolika.	Pada kala ulang 5 tahun Sungai Batang Singkut tidak mampu menampung debit banjir rencana.	Menggunakan data curah hujan harian untuk memperoleh data debit banjir rencan dan kala ulangnya Dan menggunakan HEC RAS dalam melakukan analisa hidrolika.	Sungai yang menjadi objek penelitian adalah Sungai Rogo.

5.	Talumepa Yosua Marcio et al., (2017). “Analisis Debit Banjir Dan Tinggi Muka Air Sungai Sangkub Kabupaten Bolaang Mongondow Utara”	<p>a. Analisis frekuensi hujan dilakukan dengan metode Log Pearson III dan Simulasi Hujan.</p> <p>b. Aliran menggunakan HSS Snyder pada program HEC HMS, setelah didapat debit puncak dilakukan simulasi untuk menentukan tinggi muka air menggunakan HEC RAS.</p>	Sungai Sangkub tidak dapat menampung debit banjir pada kala ulang 25, 50 dan 100 tahun.	<p>a. Menggunakan data curah hujan harian untuk memperoleh data debit banjir rencan dan kala ulangnya.</p> <p>b. Menggunakan HEC RAS dalam melakukan analisa hidrolika.</p>	<p>a. Tidak meggunakan HEC HMS untuk memperoleh debit puncak.</p> <p>b. Sungai yang menjadi objek penelitian adalah Sungai Rogo.</p>
6.	Ngurah et al., (2024). “ <i>Analysis of Design Flood Discharge Based on Measured Rainfall Data and Satellite Rainfall Data in Tukad Petanu Watershed, Gianyar Regency</i> ”	<p>a. Menggunakan data debit dari Pos AWLR terdekat dengan DAS dan menggunakan data hujan dari dua pos hujan terdekat yang dibandingkan dengan data hujan dari satelit cuaca PERSIANN.</p> <p>b. Debit banjir dihitung dengan metode HSS Nakayasu.</p>	Debit banjir rencana yang dianalisis berdasarkan data hujan yang diambil dari Satelit PERSIAN lebih besar dari debit banjir yang dihitung dari data Pos Hujan.	Menggunakan data hujan untuk menganalisis besarnya debit banjir rencana.	Sungai yang menjadi objek Penelitian adalah Sungai Rogo.



7.	Asiva Noor Rachmayani, (2015). “ <i>Hydrology Analysis For The Johor River Using Synthetic Unit Hydrograph GAMA I</i> ”	Menggunakan data hujan untuk menganalisis debit banjir rencana dengan metode Gama I.	Banjir di prediksi akan terjadi dalam kala ulang 100 tahun dengan besar debit 16.693 m <sup>3</sup> /s.	Menggunakan data hujan untuk menganalisis besarnya debit banjir rencana.	Sungai yang menjadi objek Penelitian adalah Sungai Rogo.
8.	Devita et al., (2022)  “Strategi Mitigasi Bencana Berdasarkan Pemetaan Tingkat Kerentanan Sosial Ekonomi Masyarakat Terdampak Banjir Bandang Di Desa Rogo”	Menggunakan jenis penelitian deskriptif dengan pendekatan kuantitatif yang menggunakan metode scoring analysis, analisis spasial dan analisis SWOT	Berdasarkan analisis SWOT bahwa strategi prioritas berada dikuadran III yaitu strategi defensif dengan alternatif strategi S/T.	a. Memberikan informasi tentang Mitigasi untuk Pemerintah dan Masyarakat desa Rogo b. Sungai yang menjadi objek Penelitian adalah Sungai Rogo	a. Menganalisa Tinggi muka air menggunakan aplikasi HEC-RAS.
9.	Briantama & Suhartanto, (2024).  “Analisis Hidrologi dan Hidrolika Sungai Untuk Pemodelan Banjir Sebagai Upaya Mitigasi Bencana Pada Sungai Kali Surabaya”	Metode Rasional dan melakukan simulasi peta genangan menggunakan HEC RAS.	Luas genangan pada kala ulang 2 tahun sebesar 79 ha, kala penulang 5 tahun 199 ha, kala ulang 10 tahun 311 ha, kala ulang 25 tahun 403 ha, dan kala ulang 50 tahun 478 ha.	a. Menggunakan data curah hujan harian maksimum untuk memperoleh data debit banjir rencan dan kala ulangnya. b. Menggunakan HEC RAS dalam melakukan analisis hidrolika	Sungai yang menjadi objek Penelitian adalah Sungai Rogo

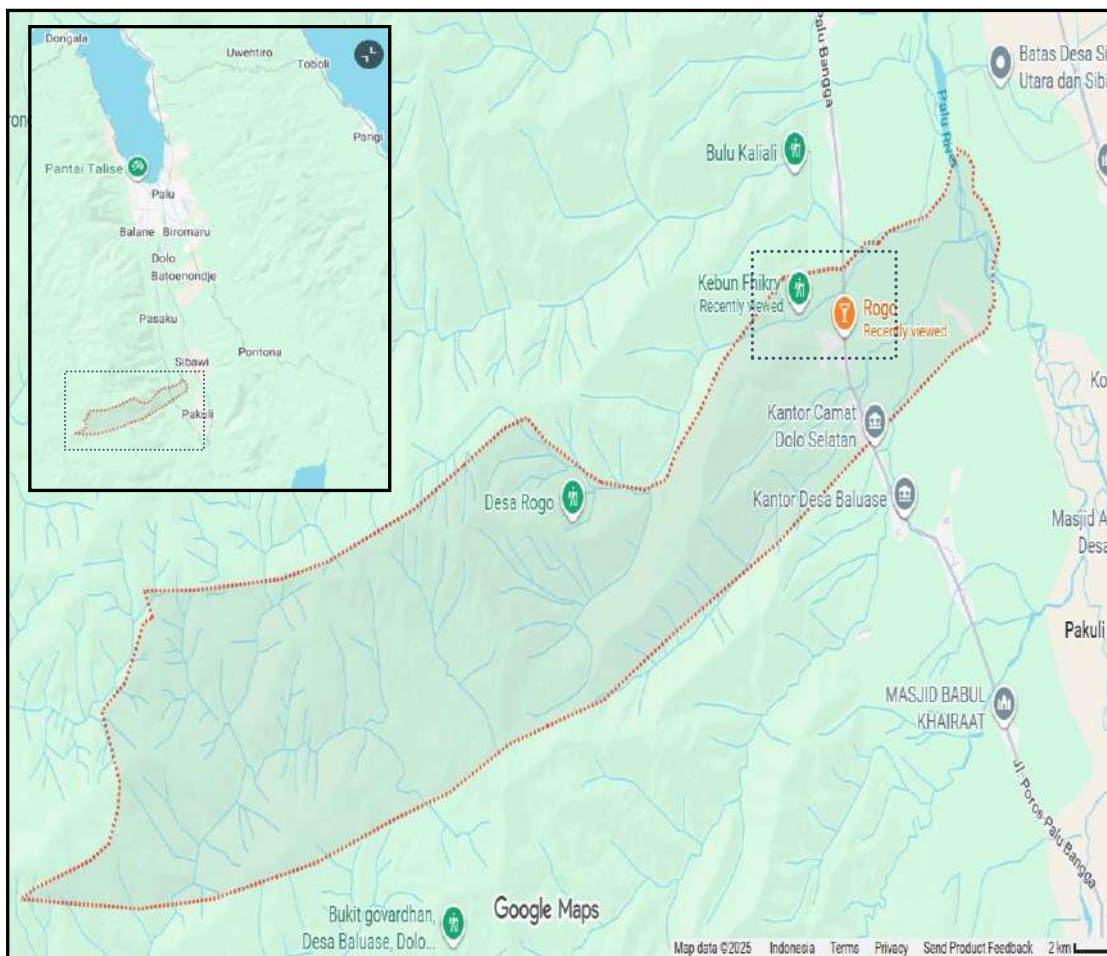


## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 Lokasi Penelitian

Lokasi Penelitian Sungai Rogo, terletak di Desa Rogo, Kecamatan Dolo Selatan Kabupaten Sigi Provinsi Sulawesi Tengah. Sungai ini merupakan bagian dari DAS Palu. Sungai ini berhulu di pegunungan Gawalise dengan hilir di sungai Palu Kordinat  $1^{\circ} 12' 30''$  S,  $119^{\circ} 50' 0''$  E. Sub Das Rogo memiliki luasan 18,24 km<sup>2</sup> dengan panjang sungai 8,72 km. Peta Sub Das Rogo dapat dilihat pada gambar 3.1 di bawah ini :

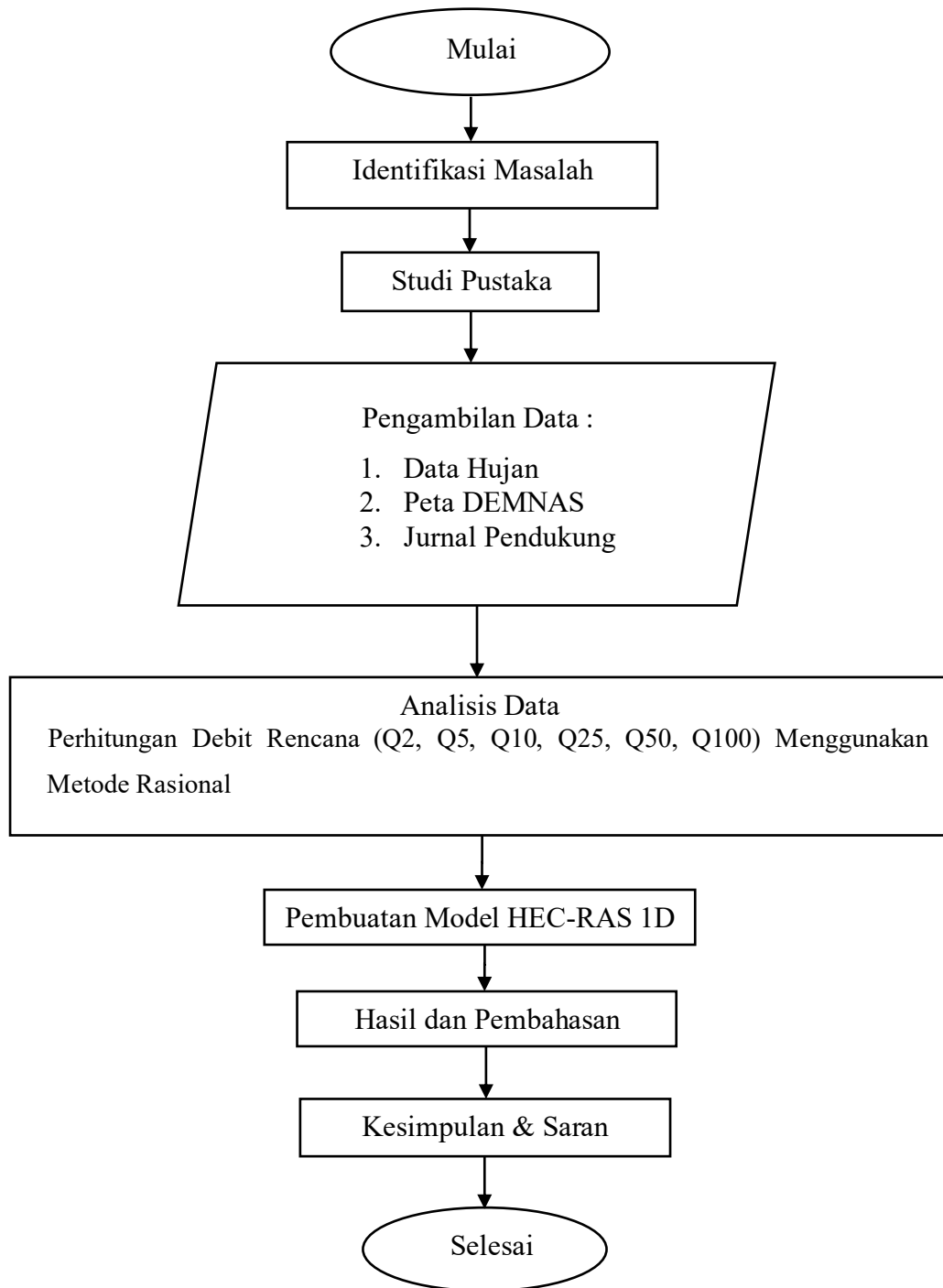


**Gambar 3.1.** Peta Desa Rogo

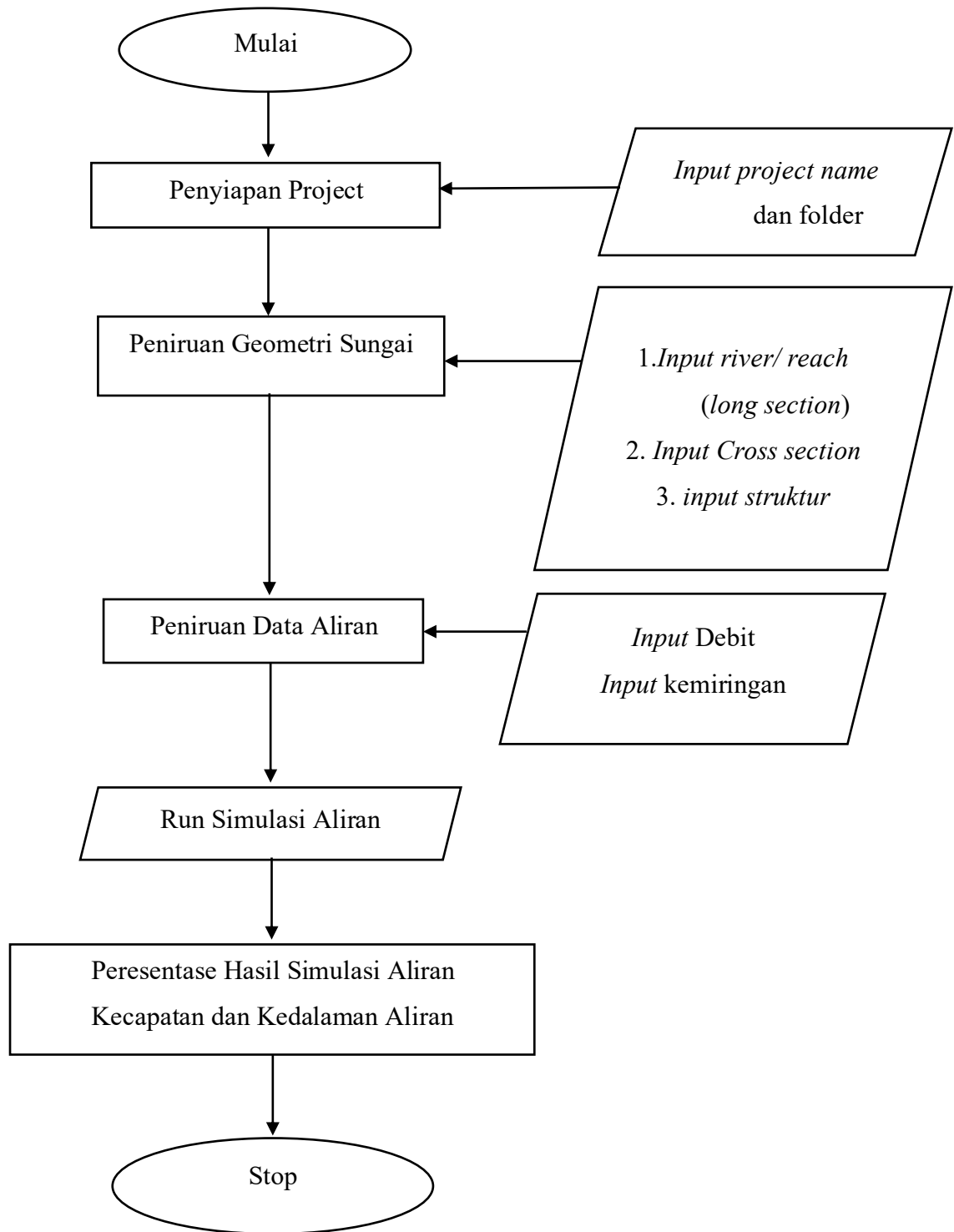
Sumber : *Google Maps*

### 3.2 Bagan Alir Metode Penelitian

Tahapan penelitian ini dapat dilihat pada bagan alir dibawah :



**Gambar 3.2.** Bagan Alir Penelitian



**Gambar 3.3.** Langkah utama simulasi aliran dengan model menggunakan HEC-RAS

### **3.3 Metodologi Pengambilan Data**

Langkah awal yang dilakukan penulis adalah mencari informasi untuk mengetahui sumber-sumber data yang diperlukan, serta mengumpulkan data yang dibutuhkan.

Data primer diperoleh dengan melakukan pengukuran lapangan, berupa survey Topografi untuk memperoleh data topografi sungai.

Data sekunder didapat dari Balai Wilayah Sungai Sulawesi III, Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Palu, dan Badan Informasi Geospasial yang meliputi:

1. Data curah hujan
2. Peta DAS Palu, Sub Das Rogo
3. Data *Digital Elevation Model* Nasional

Data sekunder juga diperoleh dengan mengumpulkan beberapa literatur dari buku makalah dan jurnal yang berkenaan dengan penelitian khususnya analisa debit banjir dan pemodelan hidrolika menggunakan HEC-RAS 6.3.1 yang diterbitkan oleh *Hydraulic Engineering Center US. Army Corps of Engineer*.

### **3.4 Analisa Data**

#### **3.4.1 Data Hidrologi**

Pengumpulan data dilakukan melalui observasi untuk memperoleh informasi yang mendukung studi kasus ini. Data curah hujan yang digunakan data curah hujan harian maksimum yang mewakili sub Das Rogo. Data tersebut diperoleh dari BWSS III dan BMKG Palu. Dalam hal ini digunakan data hujan harian tahun 2014 - 2024.

#### **3.4.2 Data Hujan Harian Maksimum Tiap Tahun**

Data hujan harian tahun 2014-2024 kemudian direkapitulasi dan disusun sehingga dapat diperoleh data hujan harian maksimum terbesar pada setiap tahunnya.

#### **3.4.3 Analisis Frekuensi Curah Hujan**

Untuk menganalisa frekuensi curah hujan periodik digunakan metode Distribusi Probabilitas Gumbel, Normal, Log Normal dan Log Pearson III. Untuk menentukan metode distribusi frekuensi, ada beberapa parameter statistik yang harus dipenuhi yaitu Koefisien Skewness, Koefisien Kurtosis, dan Koefisien Variasi.

#### **3.4.4 Uji Distribusi Frekuensi**

Pengujian distribusi curah hujan diperlukan untuk memperkuat estimasi. Ada dua metode pengujian yaitu:

1. Metode Chi Kuadrat

Uji ini membantu untuk mengetahui apakah perbedaan antara dua variabel kategori disebabkan oleh kebetulan atau adanya hubungan di antara keduanya.

2. Metode Smirnov-Kolmogorov

Uji ini digunakan untuk menguji kesamaan jenis distribusi pada dua sampel yang berasal dari dua populasi yang berbeda

#### **3.4.5 Perhitungan Hujan Rencana**

Hujan rencana dihitung dengan menggunakan metode distribusi frekuensi Normal, Gumbel, Log Normal, dan Log Pearson III. Metode distribusi dipilih berdasarkan analisis frekuensi hujan dengan memperhitungkan parameter statistik seperti Koefisien Skewness, Koefisien Variasi dan Koefisien Kurtosis. Setelah diperoleh metode distribusi yang akan dipakai kemudian dilakukan uji distribusi frekuensi dengan menggunakan uji Chi Kuadrat dan uji Smirnov- Kolmogorov. Besarnya curah hujan rencana dihitung dalam kala ulang 2,5, 10, 25, 50 dan 100 tahun.

#### **3.4.6 Perhitungan Intensitas Hujan**

Untuk menghitung banjir rancangan dengan perlu diketahui terlebih dahulu distribusi curah hujan jam-jaman dengan interval tertentu, intensitas hujan dapat dihitung dengan cara Mononobe (Badan Standar Nasional Indonesia 2016).

#### **3.4.7 Menganalisa Debit Banjir Rencana**

Analisa debit banjir rencana kala ulang diambil dari data curah hujan kala ulang dan mengolah data tersebut dengan menggunakan metode Rasional. Metode Rasional dapat digunakan untuk menghitung debit puncak sungai atau saluran namun dengan daerah pengaliran yang terbatas. (Direktorat Jenderal Sumber Daya Air 2022)

#### **3.5 Analisa Tinggi Muka Air Menggunakan HEC RAS 6.3.1**

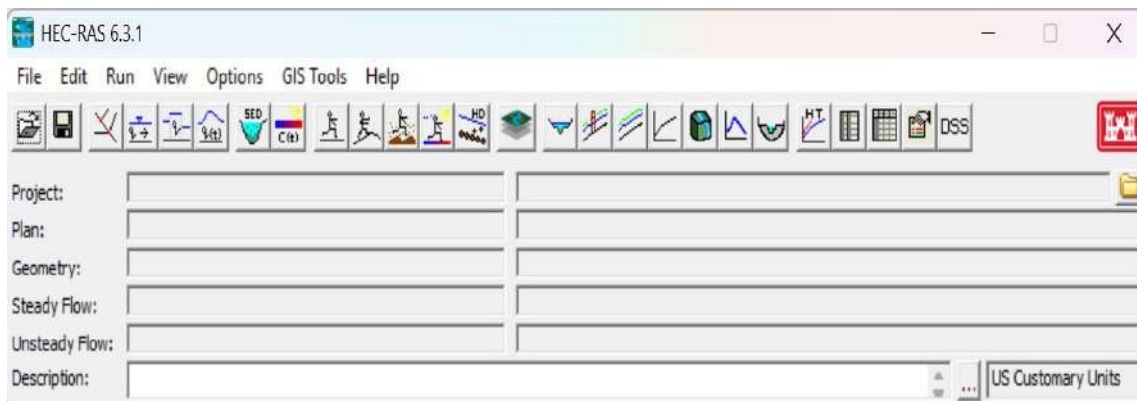
Analisa ini bertujuan memodelkan penampang sungai dengan tujuan menganalisa profil muka air saat terjadi debit banjir rencana. Sehingga dapat diketahui tinggi muka air pada saat terjadi debit banjir rencana, kemampuan sungai

menampung debit banjir tersebut dan dapat diketahui bagian sungai yang mengalami luapan.

Melakukan simulasi pengaliran *steady flow* dan *unsteady flow* menggunakan HEC RAS. Setelah memperoleh data debit dan memasukkan data topografi sungai yang diperoleh dari data ukur dan data *Digital Elevation Model* dilakukan simulasi untuk mengetahui tinggi muka air dan kemampuan sungai menampung debit banjir rencana.

Langkah pengoperasian program HEC-RAS 6.3.1.

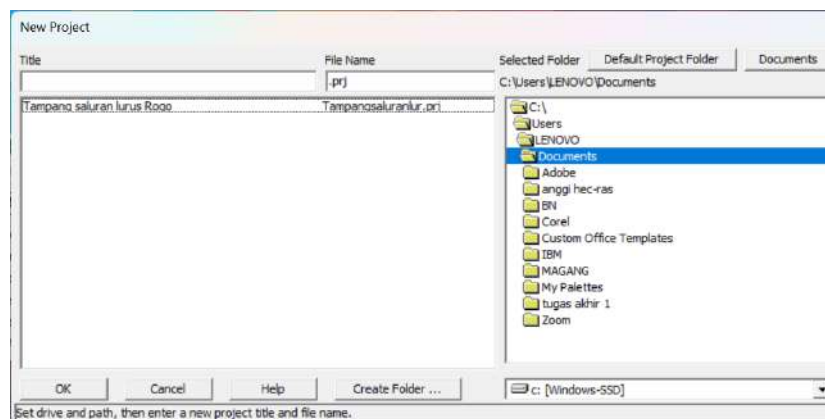
1. Buka menu utama program HEC-RAS 6.3.1. Dengan tampilan awal gambar 3.4 :



**Gambar 3.4.** Menu Utama Program HEC-RAS 6.3.1

Sumber : HEC-RAS 6.3.1

2. Pilih *New Project*. Dengan tampilan gambar 3.5 :

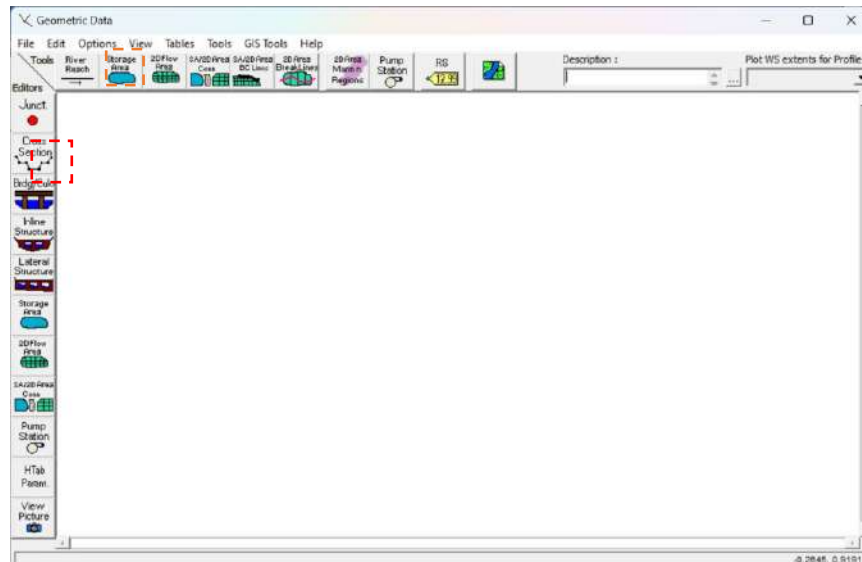


**Gambar 3.5.** Pembuatan Project Baru Program HEC-RAS 6.3.1

Sumber : HEC-RAS 6.3.1

3. Masuk ke menu *options* untuk memilih satuan yang digunakan
4. Masuk ke menu *Geometric Data* pada menu *Edit*, masukkan data geometri berupa data *reach* dan *cross section* Dengan tampilan gambar 3.6 :



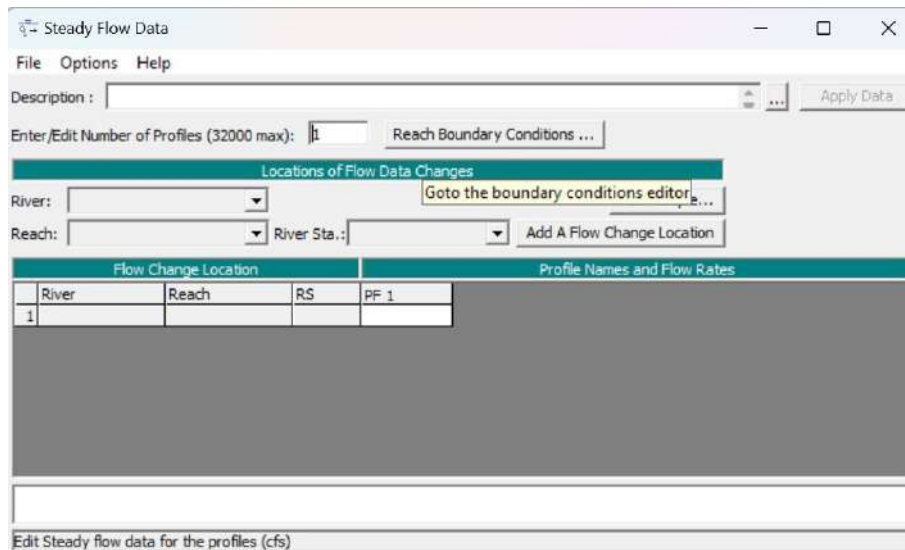


**Gambar 3.6.** Layar Editor Data *Geometry* Program HEC-RAS 6.3.1

Sumber : HEC-RAS 6.3.1

- a. Masukkan data *River Reach* dengan menarik garis dari hulu ke hilir, beri nama untuk *River* dan *Reach*.
- b. Masuk ke *GIS Tool* dan pilih *Reach Invert Lines Table* untuk mengisi data koordinat sungai.
- c. Masuk ke *Cross Section* untuk memasukkan data *Cross Section*. Pilih *Add New Cross Section* dan masukkan data
  - Koordinat *Station* dan *Elevation*
  - Jarak *LOB*, *Channel* dan *ROB*
  - Nilai Manning
  - *Main Channel Bank Stations* berupa *Left Bank* dan *Right Bank*
  - Koefisien ekspansi dan ekstraksi
  - Pilih *options* dan *Levee* untuk memasukkan batas tanggul
  - Pilih *Save Cross Section* untuk menyimpan data
  - Pilih *Exit Cross Section* setelah menginput data

5. Masukkan data *Boundary Condition* untuk aliran *Steady Flow*. Dengan tampilan gambar 3.7 :

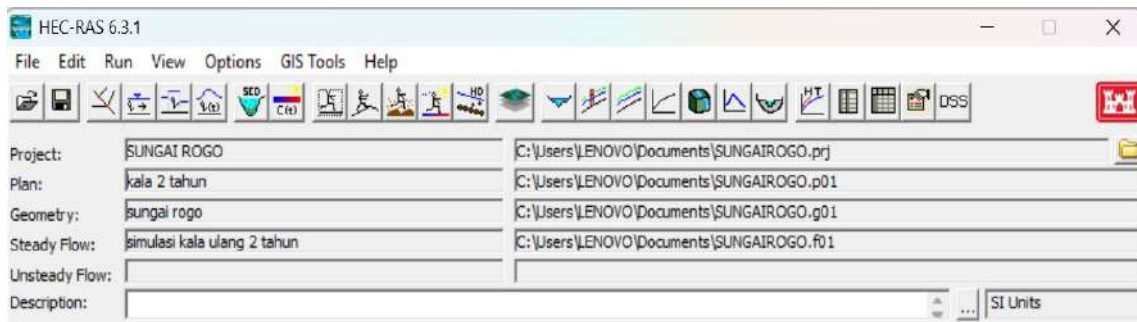


**Gambar 3.7.** Layar *Steady Flow Data* Program HEC-RAS 6.3.1

Sumber : HEC-RAS 6.3.1

- a. Pada menu utama HEC-RAS 6.3.1 pilih *Edit* dan pilih *Steady Flow Data*
- b. Pada *Enter/Edit Number Profiles* isikan jumlah profil muka air yang akan disimulasikan, misalnya diisi 2, berarti 2 profil muka air yang akan disimulasikan ( dua besaran debit).
- c. Tekan *Enter* dan pada bagian *Profile Name And Flow Rates* akan muncul PF1 Dan PF2
- d. Isi besaran debit di batas hulu
- e. Tekan *Reach Boundary Condition* kursor pada posisi *Downstream* tekan *Known.WS* dan isikan tinggi muka air 1 pada setiap profil aliran
- f. Tekan *OK* dan muncul *Known WS* dan tekan *OK* untuk kembali ke layer editor data aliran permanen,
- g. Tekan *Apply Data* dan simpen file data dengan menekan *File* lalu *Save Flow Data*.
- h. Setelah memberi nama data kemudian tekan *File* dan *Exit Flow Data*.

6. Pada tampilan menu utama HEC-RAS 6.3.1 akan muncul tampilan gambar 3.8 :



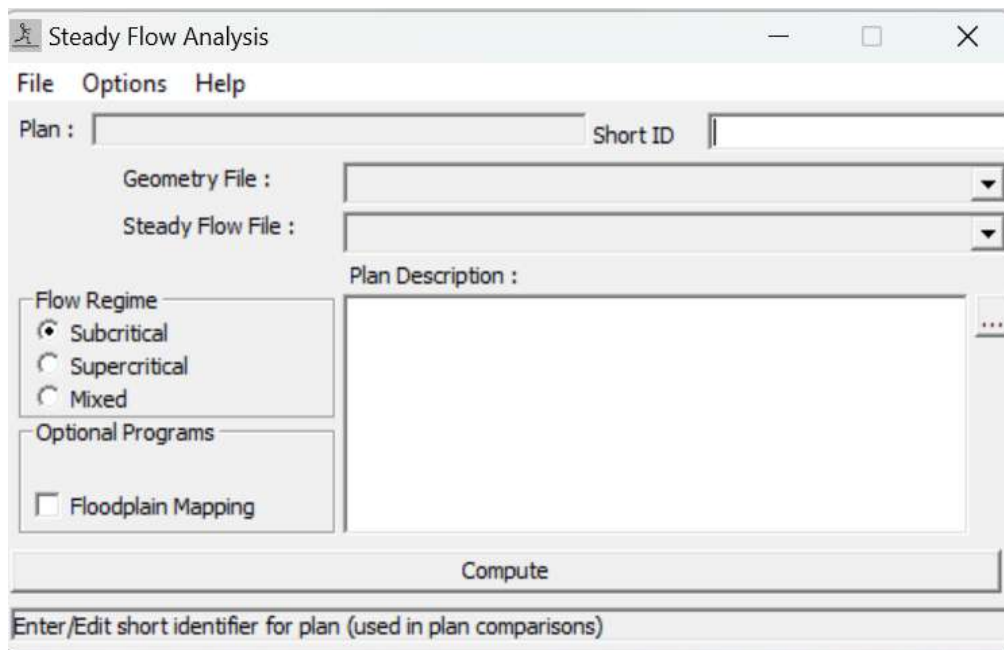
**Gambar 3.8.** Tampilan Setelah Masukkan Data HEC-RAS 6.3.1

Sumber : HEC-RAS 6.3.1

7. Hitungan Hidraulika atau lebih dikenal me-run program HEC-RAS 6.3.1.

Langkah-langkahnya sebagai berikut :

- Tekan *Run* lalu tekan *Steady Flow Analysis*
- Tekan *File* lalu tekan *New Plan* dan isikan nama/ judul plan
- Pada *Short Plan Identifier* isi S01
- Tekan *Compute* untuk memulai hitungan, selanjutnya dilakukan analisis oleh *software* dengan tampilan gambar 3.9 :



**Gambar 3.9.** Tampilan Menu *Run* HEC-RAS 6.3.1

Sumber : HEC-RAS 6.3.1

8. Tutup layar hitungan dengan menekan *Close* pada layar *Steady Flow Analysis*
9. Untuk melihat hasil perhitungan tekan *View* pada menu utama
10. Untuk melihat hasil dalam bentuk tabel, pada menu utama tekan *View* lalu tekan *Detailed Output Tables* dan untuk melihat hasil perhitungsan di seluruh alur sungai tekan *View* lalu tekan *Output Summary Tables*

**BAB IV**  
**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**4.1 Analisis Hidrologi**

**4.1.1 Data Hujan**

Analisis hidrologi dilakukan untuk memperkirakan besarnya debit banjir yang berpotensi terjadi. Data yang digunakan dalam analisis ini berupa curah hujan harian maksimum. Pada penelitian ini, digunakan data curah hujan harian maksimum selama periode 2014 – 2024 yang diperoleh dari Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG). Data curah hujan harian maksimum tahun 2014 – 2024 disajikan pada Tabel 4.1, sedangkan rincian lebih lengkap terdapat pada Lampiran 1.

Tabel 4.1 Data Curah Hujan Maksimum

No	Tahun	R Maks (mm)
1.	2014	42,2
2.	2015	34,2
3.	2016	63
4.	2017	37
5.	2018	43,6
6.	2019	62,7
7.	2020	55,9
8.	2021	81,1
9.	2022	42,5
10.	2023	71.3
11.	2024	50,5

Sumber : Data BMKG, Tahun 2014 - 2024

**4.1.2 Analisis Frekuensi Curah Hujan**

Dalam analisis frekuensi curah hujan periodik, digunakan beberapa metode distribusi probabilitas, yaitu Distribusi Gumbel, Normal, Log-Normal, dan Log-Pearson III. Untuk mengetahui metode distribusi yang paling tepat, dilakukan pengujian terhadap sejumlah parameter statistik, seperti standar deviasi, koefisien skewness, koefisien kurtosis, serta koefisien variasi. Perhitungan analisis frekuensi dengan metode Normal, Gumbel, Log-Normal, dan Log-Pearson III ditunjukkan pada bagian berikut.

1. Analisis Frekuensi Normal dan Gumbel.

Perhitungan Analisis Frekuensi Normal dan Gumbel disajikan dalam tabel

4.2

Tabel 4.2 Perhitungan Analisis Frekuensi Normal dan Gumbel

No	Tahun	Xi-	Xi-X	$(Xi - \bar{X})^2$	$(Xi - \bar{X})^3$	$(Xi - \bar{X})^4$
1	2014	42,2	-10,890	118,592	-1291,468	14064,086
2	2015	34,2	-18,890	356,832	-6740,558	127329,148
3	2016	63	9,910	98,208	973,242	9644,831
4	2017	37	-16,090	258,888	-4165,510	67023,048
5	2018	43,6	-9,490	90,060	-854,670	8110,822
6	2019	62,7	9,610	92,352	887,504	8528,910
7	2020	55,9	2,810	7,896	22,188	62,348
8	2021	81,1	28,010	784,560	21975,528	615534,551
9	2022	42,5	-10,590	112,148	-1187,648	12577,196
10	2023	71,3	18,210	331,604	6038,511	109961,279
11	2024	50,5	-2,590	6,708	-17,374	44,999
<b>Σ Jumlah</b>		<b>584</b>		2257,849	15639,744	972881,218

Sumber : Hasil Perhitungan

$$\text{Rata-rata } \bar{X} = \frac{584}{11} = 53,091 \text{ mm}$$

$$\text{Standar Deviasi} = \sqrt{\frac{\sum (Xi - \bar{X})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{2257,849}{11-1}} = 15,026$$

$$\text{Koefisien Skewness} = \frac{n \sum (Xi - \bar{X})^3}{(n-1)(n-2)(S^3)} = \frac{11 \times 15639,744}{(11-1)(11-2)(15,026^3)} = \frac{172037,2}{305340,8} = 0,563$$

$$\text{Koefisien Kurtosis} = \frac{n^2 \sum (Xi - \bar{X})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)(S^4)} = \frac{11^2 \times 972881,218}{10 \times 9 \times 8 \times 50978,825} = \frac{117718627,4}{36704754,12} = 3,207$$

$$\text{Koefisien Variasi} = \frac{S}{\bar{X}} = \frac{15,026}{53,091} = 0,283$$

2. Analisis Frekuensi Log Normal dan Log Pearson III

Perhitungan Analisis Frekuensi Log Normal dan Log Person III disajikan dalam tabel 4.3 :

Tabel 4.3 Perhitungan Analisis Frekuensi Log Normal dan Log Pearson III

No	Tahun	Xi	Log Xi	Log Xi- $\bar{X}$	Log (Xi - $\bar{X}$ ) <sup>2</sup>	Log (Xi - $\bar{X}$ ) <sup>3</sup>	Log (Xi - $\bar{X}$ ) <sup>4</sup>
1	2014	42,2	1,625	-0,084	0,00709	-0,0005973	0,000050307
2	2015	34,2	1,534	-0,176	0,03080	-0,0054059	0,000948761
3	2016	63	1,799	0,090	0,00807	0,0007244	0,000065056
4	2017	37	1,568	-0,141	0,01997	-0,0028229	0,000398959
5	2018	43,6	1,639	-0,070	0,00491	-0,0003437	0,000024071
6	2019	62,7	1,797	0,088	0,00770	0,0006754	0,000059255
7	2020	55,9	1,747	0,038	0,00143	0,0000544	0,000002059
8	2021	81,1	1,909	0,199	0,03980	0,0079389	0,001583738
9	2022	42,5	1,628	-0,081	0,00658	-0,0005342	0,000043350
10	2023	71,3	1,853	0,144	0,02061	0,0029586	0,000424733
11	2024	50,5	1,703	-0,006	0,00004	-0,0000002	0,000000002
$\Sigma$ Jumlah		584	18,805		0,147	0,00265	0,0036

Sumber : Hasil Perhitungan

$$\text{Rata-rata } \bar{X} = \frac{\sum \text{Log Xi}}{n} = \frac{18.805}{11} = 1,710 \text{ mm}$$

$$\text{Standar Deviasi} = \sqrt{\frac{\sum (\text{Log Xi} - \text{Log } \bar{X})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{0,147}{11-1}} = 0,121$$

$$\text{Koefisien Skewness} = \frac{n \sum (\text{Log Xi} - \text{Log } \bar{X})^3}{(n-1)(n-2)(S^3)} = \frac{11 \times 0,00265}{(11-1)(11-2)(0,121^3)} = \frac{0,0291}{0,1604} = 0,182$$

$$\text{Koefisien Kurtosis} = \frac{n^2 \sum (\text{Log Xi} - \text{Log } \bar{X})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)(S^4)} = \frac{11^2 \times 0,0036}{10 \times 9 \times 8 \times 0,121^4} = \frac{0,436}{0,156} = 2,7993$$

$$\text{Koefisien Variasi} = \frac{S}{\bar{X}} = \frac{0,121}{1,710} = 0,071$$

Setelah dilakukan perhitungan terhadap nilai standar deviasi, koefisien skewness, koefisien kurtosis, serta koefisien variasi, tahap berikutnya adalah menentukan metode distribusi yang paling tepat untuk memperkirakan besarnya hujan rencana. Pemilihan distribusi frekuensi ini didasarkan pada kriteria tertentu yang ditampilkan pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Syarat Penggunaan Metode Analisis Distribusi Frekuensi

No	Metode Distribusi	Syarat	Hasil Perhitungan	Keterangan
1	Distribusi Normal	$C_s = 0$	0,563	Tidak Memenuhi
		$C_k = 3$	3,207	Tidak Memenuhi
2	Distribusi Log Normal	$C_k = 3 \text{ } C_v$	$2.7993 \neq 0.2123$	Tidak Memenuhi
3	Distribusi Gumbel	$C_s = 1.1396$	0,563	Tidak Memenuhi
		$C_k \leq 5.4002$	3,207	Memenuhi
4	Distribusi Log PearsonIII	$C_s \neq 0$	0,182	Memenuhi

Sumber data : Hasil Perhitungan

Dari tabel 4.4 dapat diambil kesimpulan bahwa metode yang digunakan dalam menganalisis distribusi frekuensi adalah Metode Log Pearson III.

4.1.3 Uji Distribusi Frekuensi

Guna meningkatkan keandalan hasil estimasi, perlu dilakukan pengujian terhadap analisis distribusi frekuensi. Terdapat dua metode pengujian yang dapat diterapkan, yaitu:

1. Metode Chi Kuadrat

Langkah-langkah yang diambil dalam pengujian dengan metode Chi-Kuadrat adalah sebagai berikut:

- a. Urutkan data dari yang terkecil samapai yang terbesar disajikan dalam tabel 4.5 :

Tabel 4.5 Data Terkecil Sampai Terbesar

No	Tahun	R (mm)
1	2015	34,2
2	2017	37
3	2014	42,2
4	2022	42,5
5	2018	43,6
6	2024	50,5



No	Tahun	R(mm)
7	2020	55,9
8	2019	62,7
9	2016	63
10	2023	71,3
11	2021	81,1

Sumber : Data BMKG, Tahun 2014 - 2024

- a. Menentukan jumlah kelas

$$G = 1 + 3,222 : \text{Log } (n)$$

$n$  = jumlah data

$$G = 1 + 3,222 \text{ Log } 11$$

$$G = 4,355 \approx 4$$

- b. Mencari nilai  $lk$

$$R_{\text{selisih}} = R_{\text{terbesar}} - R_{\text{terkecil}}$$

$$= 81,1 - 34,2$$

$$= 46,9$$

$$lk = \frac{R}{n} = 4,26$$

- c. Mencari nilai sebaran analitis

$$Ei = \frac{n}{G} = \frac{11}{4} = 2,75$$

$$Ei \times lk = 2,75 \times 4,26 = 11,725$$

- d. Mencari nilai derajat kebebasan

$$DK = G - (R+1) \text{ ( } R = 2 \text{ untuk Metode Log Pearson III)}$$

$$DK = 4 - (2+1)$$

$$DK = 1$$

- e. Derajat Kepercayaan 5%  $\rightarrow (\alpha = 0,05)$  standar umum uji distribusi dalam ilmu statistik hidrologi.

- f. Mencari nilai kritis dari tabel nilai kritis Chi Kuadrat (Lampiran 2 Tabel Nilai Kritis Chi Kuadrat)

$$X^2 = 3,841$$

- g. Perhitungan batas nilai tiap kelas

$$P1 = R_{\text{max terkecil}} + (Ei \times lk)$$

$$= 34,2 + 11,725 = 45,93$$

$$P2 = 45,93 + 11,725 = 57,65$$

$$P3 = 57,65 + 11,725 = 69,38$$

$$P4 = 69,38 + 11,725 = 81,1$$

Perhitungan batas nilai kelas disajikan dalam tabel 4.6

Tabel 4.6 Perhitungan Batas Nilai Kelas

Batas Kelas	Kelas	O <sub>i</sub>
34.2-45.93	1	5
45.93-57.65	2	2
57.65-69.38	3	2
69.38-81.1	4	2

Sumber : Hasil Perhitungan

i. Perhitungan Chi Kuadrat

Perhitungan Chi Kuadrat disajikan dalam tabel 4.7

Tabel 4.7 Perhitungan Chi Kuadrat

Batas Nilai Tiap Kelas	E <sub>i</sub>	O <sub>i</sub>	O <sub>i</sub> - E <sub>i</sub>	(O <sub>i</sub> - E <sub>i</sub> ) <sup>2</sup>	(O <sub>i</sub> - E <sub>i</sub> ) <sup>2</sup>
$X < 45,925$	2,75	5	2,25	5,0625	1,8409
$45,925 < x \leq 57,65$	2,75	2	-0,75	0,5625	0,2045
$57,65 < x \leq 69,38$	2,75	2	-0,75	0,5625	0,2045
$69,36 < x \leq 81,1$	2,75	2	-0,75	0,5625	0,2045
$\Sigma$ Jumlah		11	0	0	2,4545

Sumber : Hasil Perhitungan

j. Korelasi hasil uji kecocokan distribusi

$$X^2_{hitung} < X^2_{tabel}$$

$$2,4545 < 3,841$$

Metode distribusi dapat diterima

2. Metode Smirnov Kolmogorov

Langkah-langkah yang ditempuh dalam pengujian dengan metode Smirnov-Kolmogorov adalah sebagai berikut:

- Data diurutkan dari nilai tertinggi hingga terendah, kemudian dilakukan perhitungan nilai rata-rata dan standar deviasi. Hasil pengurutan data tersebut disajikan pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8 Data Terbesar Sampai Terkecil

No	Tahun	R (mm)
1	2021	81,1
2	2023	71,3
3	2016	63
4	2019	62,7
5	2020	55,9
6	2024	50,5
7	2018	43,6
8	2022	42,5
9	2014	42,2
10	2017	37
11	2015	34,2
$\Sigma$ Jumlah		584
Jumlah Data		11
X		53,091
Standar Deviasi		15,026

Sumber : Data BMKG, Tahun 2014 - 2024

Sehingga diperoleh :

$$\text{Rata-rata } \bar{X} = \frac{\sum Xi}{n} = \frac{584}{11} = 53,091 \text{ mm}$$

$$\text{Standar Deviasi} = \sqrt{\frac{\sum (Xi - \bar{X})^2}{n-1}} = 15,026$$

$$n = 11$$

$$M1 = 1$$

$$P(x1) = \frac{M1}{n+1} = \frac{1}{12} = 0,0833$$

$$P(x<) = 1 - P(x1) = 0,916667$$

$$Ft = \frac{Xi - \bar{X}}{S} = \frac{81,1 - 53,091}{15,026} = 1,86404$$

$$P'(x1) = \frac{M1}{n-1} = \frac{1}{11} = 0,1$$

$$P'(x<) = 1 - P'(x1) = 1 - 0,1 = 0,9$$

$$D = P(x<) - P'(x<) = 0,916667 - 0,9 = 0,016667$$

Nilai D kritis dapat ditemukan pada Lampiran 3 Tabel Nilai Kritis Uji Smirnov Kolmogorov 0,391

Perhitungan Uji Smirnov Kolmogorov selanjutnya disajikan dalam tabel 4.9

Tabel 4.9 Perhitungan Uji Smirnov Kolmogorov

Tahun	R	M	P(x)	P(X<)	f(t)	P'(x)	P'(x<)	D
2021	81,1	1	0,0833	0,9167	1,8640	0,1	0,9	0,01667
2023	71,3	2	0,1667	0,8333	1,2118	0,2	0,8	0,03333
2016	63	3	0,2500	0,7500	0,6595	0,3	0,7	0,05000
2019	62,7	4	0,3333	0,6666	0,6395	0,4	0,6	0,06667
2020	55,9	5	0,4166	0,5833	0,1869	0,5	0,5	0,08333
2024	50,5	6	0,5000	0,5000	-0,172	0,6	0,4	0,10000
2018	43,6	7	0,5833	0,4167	-0,631	0,7	0,3	0,11667
2022	42,5	8	0,6667	0,3333	-0,704	0,8	0,2	0,13333
2014	42,2	9	0,7500	0,2500	-0,724	0,9	0,1	0,15000
2017	37	10	0,8333	0,1666	-1,070	1	0	0,16667
2015	34,2	11	0,9167	0,0833	-1,257	1,1	-0,1	0,18333
Jumlah	584	Dmax						0,183333
rata-rata	53,091	Dkritis						0,391
S. Deviasi	15,026	Hasil						Diterima

Sumber : Hasil Perhitungan

Dari penghitungan, diperoleh nilai Dmax < Dkritis, sehingga metode Distribusi Log Pearson III bisa diterima.

#### 4.1.4 Perhitungan Hujan Rencana

Berdasarkan analisis frekuensi curah hujan, metode yang dinilai paling tepat untuk menghitung besaran hujan rencana adalah metode Log-Pearson III.

Tahapan perhitungan dengan metode ini dapat dijabarkan sebagai berikut:

1. Menentukan nilai rata-rata, standar deviasi, serta koefisien skewness. Hasil perhitungan tersebut disajikan pada Tabel 4.10.

Tabel 4.10 Perhitungan Log Pearson III

No	Tahun	Xi	Log Xi	Log Xi- $\bar{X}$	Log (Xi - $\bar{X}$ ) <sup>2</sup>	Log (Xi - $\bar{X}$ ) <sup>3</sup>	Log (Xi - $\bar{X}$ ) <sup>4</sup>
1	2014	42,2	1,625	-0,084	0,00709	-0,0005973	0,000050307
2	2015	34,2	1,534	-0,176	0,03080	-0,0054059	0,000948761
3	2016	63	1,799	0,090	0,00807	0,0007244	0,000065056
4	2017	37	1,568	-0,141	0,01997	-0,0028229	0,000398959
5	2018	43,6	1,639	-0,070	0,00491	-0,0003437	0,000024071
6	2019	62,7	1,797	0,088	0,00770	0,0006754	0,000059255
7	2020	55,9	1,747	0,038	0,00143	0,0000544	0,000002059
8	2021	81,1	1,909	0,199	0,03980	0,0079389	0,001583738
9	2022	42,5	1,628	-0,081	0,00658	-0,0005342	0,000043350
10	2023	71,3	1,853	0,144	0,02061	0,0029586	0,000424733
11	2024	50,5	1,703	-0,006	0,00004	-0,0000002	0,000000002
$\Sigma$ Jumlah		584	18,805		0,147	0,00265	0,0036

Sumber : Hasil Perhitungan

$$\text{Rata-rata } \bar{X} = \frac{\sum \text{Log Xi}}{n} = \frac{18.805}{11} = 1.710$$

$$\text{Standar Deviasi} = \sqrt{\frac{\sum (\text{Log Xi} - \text{Log } \bar{X})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{0.147}{11-1}} = 0.121$$

$$\text{Koefisien Skewness} = \frac{n \sum (\text{Log Xi} - \text{Log } \bar{X})^3}{(n-1)(n-2)(S^3)} = \frac{11 \times 0.00265}{(11-1)(11-2)(0.121^3)} = \frac{0.0291}{0.1604} = 0,182$$

1. Menentukan nilai faktor frekuensi berdasarkan koefisien skewness dan periode kala ulang, dengan acuan pada Lampiran 4, Tabel Nilai Faktor Frekuensi Log-Pearson III.

Dari hasil interpolasi diperoleh nilai Kt yang disajikan dalam tabel 4.11

Tabel 4.11 Tabel Nilai Faktor Frekuensi

T	Cs	KT
2	0,182	-0,030
5	0,182	0,835
10	0,182	1,299
25	0,182	1,812
50	0,182	2,150
100	0,182	2,459

Sumber : Hasil Interpolasi

### 3. Menghitung hujan rencana

$$\text{Kala Ulang} = 2 \text{ tahun}$$

$$\text{Log } \bar{X} = 1,710$$

$$\text{Standar Deviasi} = 0,121$$

$$\text{Koefisien Skewness} = 0,182$$

$$\text{Faktor Frekuensi} = -0,030$$

$$\begin{aligned} Y &= \text{Log } \bar{X} + K \text{ SD Log} \\ &= 1,710 + -0,030 \times 0,121 \\ &= 1,706 \end{aligned}$$

$$X_t = 50,859 \text{ mm}$$

Perhitungan hujan rencana disajikan dalam tabel 4.12

Tabel 4.12 Perhitungan Hujan Rencana

No	Periode Ulang	Log $\bar{X}$	SD Log $\bar{X}$	Cs	K	Y	Xt
1.	2	1,710	0,121	0,182	-0,030	1,706	50,859
2.	5	1,710	0,121	0,182	0,835	1,811	64,719
3.	10	1,710	0,121	0,182	1,299	1,867	73,651
4.	25	1,710	0,121	0,182	1,812	1,929	84,967
5.	50	1,710	0,121	0,182	2,150	1,970	93,358
6.	100	1,710	0,121	0,182	2,459	2,008	101,751

Sumber : Hasil Perhitungan

#### 4.1.5 Perhitungan Intensitas Hujan

Perhitungan intensitas hujan dengan cara Mononobe

$$I_t = \frac{R_t}{24} \times \left( \frac{24}{t} \right)^{3/2}$$

$R_t$  = hujan rencana untuk berbagai kala ulang (mm)

$t$  = waktu konsentrasi (jam), untuk satuan dalam menit dikalikan 60

$I_t$  = intensitas hujan untuk berbagai kala ulang (mm/jam)

Untuk intensitas hujan kala ulang 2 tahun dan waktu konsentrasi hujan 1 jam

$$I_t = \frac{R_t}{24} \times \left( \frac{24}{t} \right)^{2/3} = \frac{50,859}{24} \times \left( \frac{24}{1} \right)^{2/3} = \frac{50,859}{24} \times \left( \frac{24}{1} \right)^{2/3} = 17,632$$

mm/jam

Perhitungan intensitas hujan tiap jam-jaman berdasarkan kala ulang disajikan dalam tabel 4.13

Tabel 4.13 Perhitungan Intensitas Hujan

Lama Hujan	Intensitas Hujan It (mm/jam) Dengan Periode Ulang (TR)					
	R2	R5	R10	R25	R50	R100
1	17,632	22,437	25,533	29,456	32,365	35,275
2	11,107	14,134	16,085	18,556	20,389	22,222
3	8,477	10,787	12,275	14,161	15,560	16,959
4	6,997	8,904	10,133	11,690	12,844	13,999
5	6,030	7,673	8,732	10,074	11,069	12,064
6	5,340	6,795	7,733	8,921	9,802	10,683
7	4,818	6,131	6,978	8,050	8,845	9,640
8	4,408	5,609	6,383	7,364	8,091	8,819
9	4,075	5,186	5,901	6,808	7,480	8,153
10	3,799	4,834	5,501	6,346	6,973	7,600
11	3,565	4,536	5,162	5,955	6,544	7,132
12	3,364	4,281	4,871	5,620	6,175	6,730
13	3,189	4,058	4,618	5,328	5,854	6,380
14	3,035	3,863	4,396	5,071	5,572	6,073
15	2,899	3,689	4,198	4,843	5,321	5,800
16	2,777	3,534	4,021	4,639	5,097	5,555
17	2,667	3,394	3,862	4,455	4,895	5,335
18	2,567	3,267	3,718	4,289	4,712	5,136
19	2,476	3,151	3,586	4,137	4,545	4,954
20	2,393	3,045	3,465	3,998	4,393	4,788
21	2,316	2,948	3,355	3,870	4,252	4,634
22	2,246	2,858	3,252	3,752	4,122	4,493
23	2,180	2,774	3,157	3,642	4,002	4,362
24	2,119	2,697	3,069	3,540	3,890	4,240

Sumber : Hasil Perhitungan

#### 4.1.6 Perhitungan Debit Banjir Rencana

Debit banjir rencana dihitung dengan Metode Rasional

$$Q = 0,278 C I A$$

Q = debit banjir (m<sup>3</sup>/detik)

C = Koefisien limpasan

I = Intensitas hujan (mm/jam)

A = Luas Daerah Aliran Sungai

Nilai koefisien limpasan dapat dilihat pada lampiran 4 Tabel Koefisien Limpasan

Rumus Rasional

Panjang sungai = 1,2 km (diperoleh dari pengukuran)

Kemiringan sungai = 0,025

Koefisien limpasan = 0,75 (sungai dataran rendah)

Waktu efektif

$$t_c = \left( \frac{0,87 \times L^2}{1000 \times S} \right)^{0,385} = \left( \frac{0,87 \times 1,2^2}{1000 \times 0,025} \right)^{0,385} = 0,32 \text{ jam}$$

Intensitas Hujan

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left( \frac{24}{t_c} \right)^{2/3} = \frac{50,859}{24} \left( \frac{24}{0,32} \right)^{2/3} = 38,02 \text{ mm/jam}$$

Debit Banjir

$$Q = 0,278 C I A = 0,278 \times 0,75 \times 38,02 \times 18,24 = 144,58 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Perhitungan debit banjir pada setiap kala ulang disajikan pada tabel 4.14

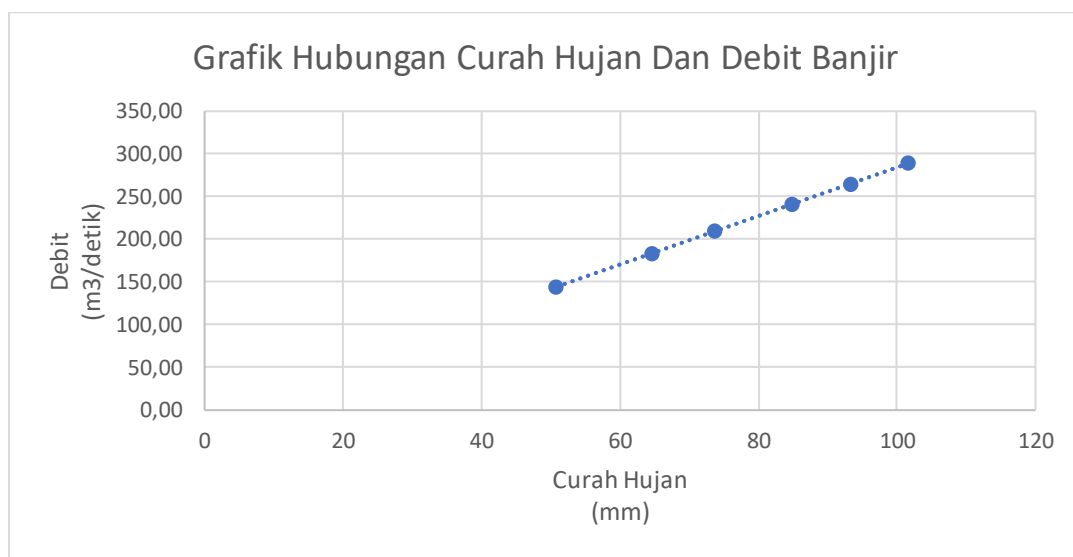
Tabel 4.14 Perhitungan Debit Banjir Metode Rasional

No	Kala Ulang	R <sub>24</sub> (mm)	S	L (km)	A (km <sup>2</sup> )	t <sub>c</sub> (jam)	I (mm/j)	C	Q (m <sup>3</sup> /detik)
1	2	50,859	0,025	1,2	18,240	0,32	38,02	0,75	144,58
2	5	64,719	0,025	1,2	18,240	0,32	48,38	0,75	183,98
3	10	73,651	0,025	1,2	18,240	0,32	55,05	0,75	209,37
4	25	84,967	0,025	1,2	18,240	0,32	63,51	0,75	241,54
5	50	93,358	0,025	1,2	18,240	0,32	69,79	0,75	265,40
6	100	101,751	0,025	1,2	18,240	0,32	76,06	0,75	289,25

Sumber : Hasil Perhitungan



Hubungan antara curah hujan rencana dan debit rencana disajikan dalam gambar 4.1



Gambar 4.1 Grafik Hubungan Hujan Rencana dan Debit  
(sumber hasil perhitungan)

## 4.2 Analisa Hidrolika

Dalam analisis hidrolika, pemodelan debit banjir untuk berbagai periode ulang dilakukan menggunakan perangkat lunak HEC-RAS versi 6.3.1. Simulasi tersebut dijalankan dengan memanfaatkan fitur-fitur yang tersedia pada HEC-RAS.

Sebelum melaksanakan analisis hidrolika, dibutuhkan data topografi untuk merepresentasikan bentuk geometri sungai. Data topografi tersebut dapat diperoleh melalui beberapa metode, antara lain:

1. Survey topografi berupa pengukuran langsung di lapangan.
2. Melakukan *drone mapping*.
3. Menggunakan data *Digital Elevation Modelling* yang dapat diperoleh pada Badan Informasi Geospasial ataupun *United States Geological Survey*.

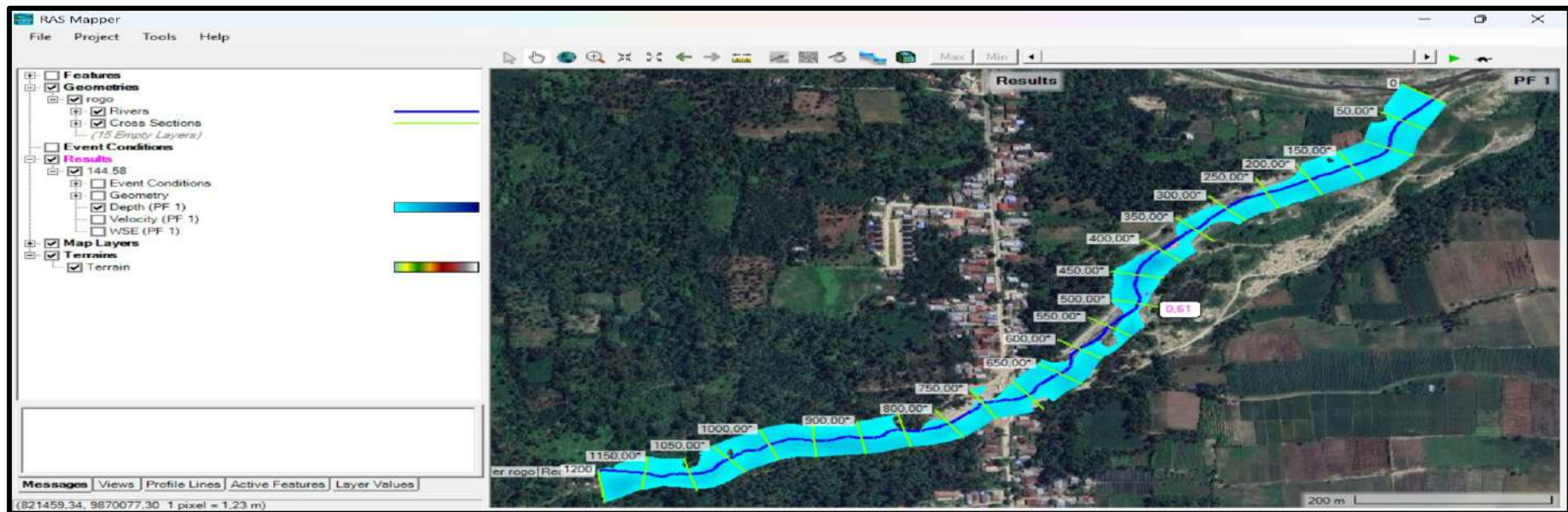
Dalam penelitian ini, data *Digital Elevation Model* (DEM) yang diperoleh dari Badan Informasi Geospasial digunakan sebagai dasar representasi topografi. Selain itu, penentuan nilai koefisien Manning pada sungai yang dianalisis juga diperlukan. Pada simulasi ini digunakan nilai koefisien Manning sebesar 0,025, yang sesuai dengan kondisi dataran banjir bervegetasi rumput pendek hingga tinggi. Informasi lebih rinci terkait nilai koefisien Manning dapat dilihat pada Lampiran 5 dalam Tabel Koefisien Manning.

#### 4.2.1 Simulasi Kala ulang 2 tahun

Nama Sungai : Sungai Rogo

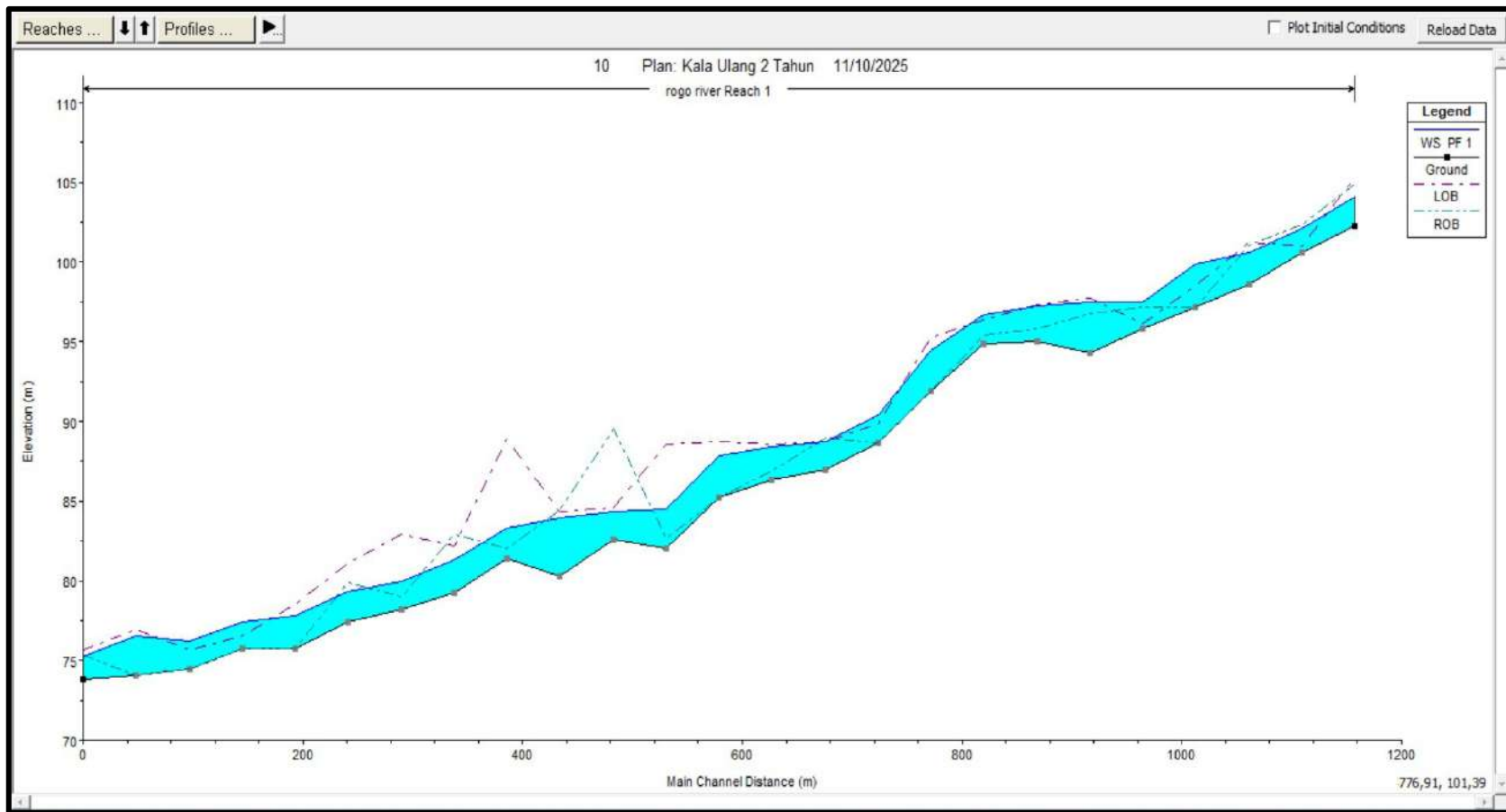
Panjang Sungai : 1200 meter

Debit : 144,58 m<sup>3</sup>/detik

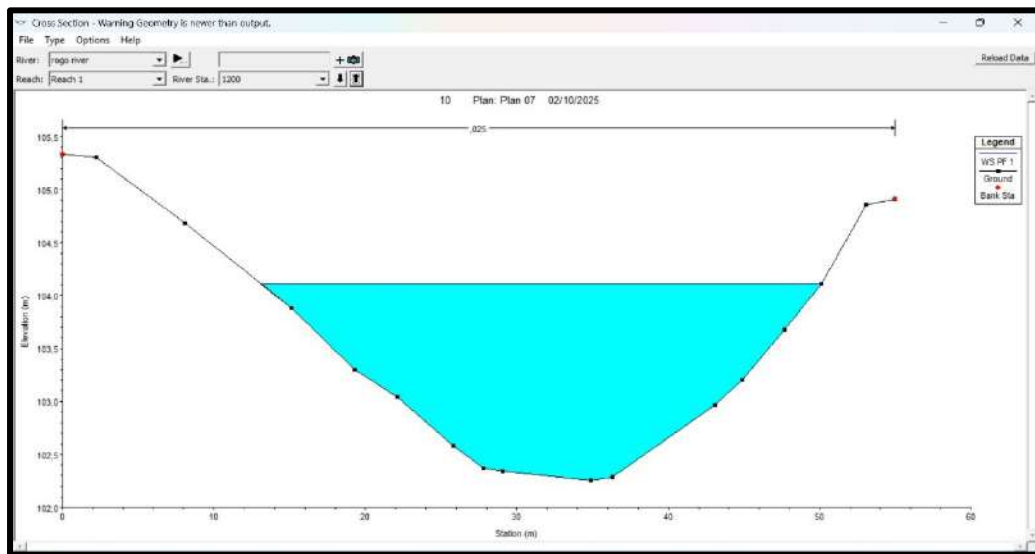


Gambar 4.2 Kondisi Aliran Sungai Kala Ulang 2 Tahun

Pada kala ulang 2 tahun dengan debit 144,58 m<sup>3</sup>/detik, terlihat aliran sungai Rogo di hulu pada Sta 1200 – 0 semakin melebar mengikuti penampang sungai. Tinggi muka air ekstrim terjadi pada Sta. 950 sampai Sta. 350 dengan tinggi muka air terbesar terjadi di Sta. 450.

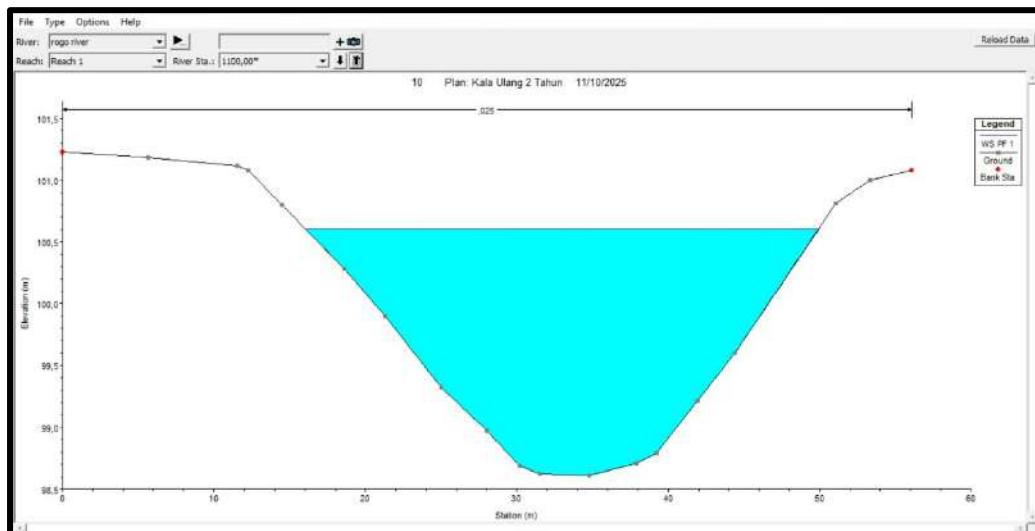


Gambar 4.3 Gambar Potongan Memanjang Aliran Sungai Kala Ulang 2 Tahun Sta . 0 - Sta. 1200



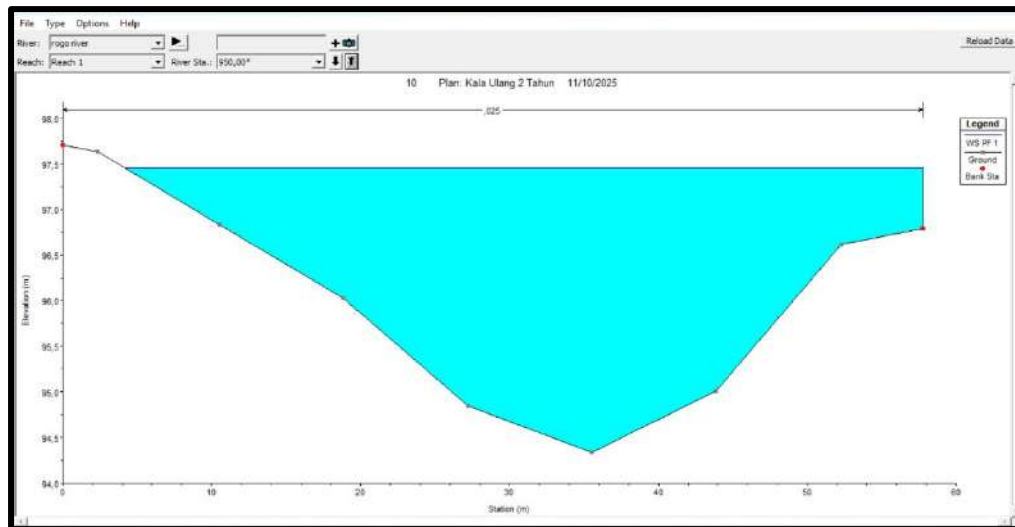
Gambar 4.4 Sta. 1200 Kala Ulang 2 Tahun

Pada Sta. 1200, elevasi dasar sungai tercatat sekitar  $\pm 102,26$  meter, dengan elevasi tepi kiri  $\pm 105,33$  meter dan elevasi tepi kanan  $\pm 104,91$  meter. Lebar sungai pada penampang ini mencapai  $\pm 54,96$  meter, sedangkan tinggi muka airnya sebesar 1,85 meter. Berdasarkan hasil tersebut, pada Sta. 1200 kondisi sungai tidak mengalami luapan karena tinggi muka air masih berada di bawah elevasi tepi sungai.



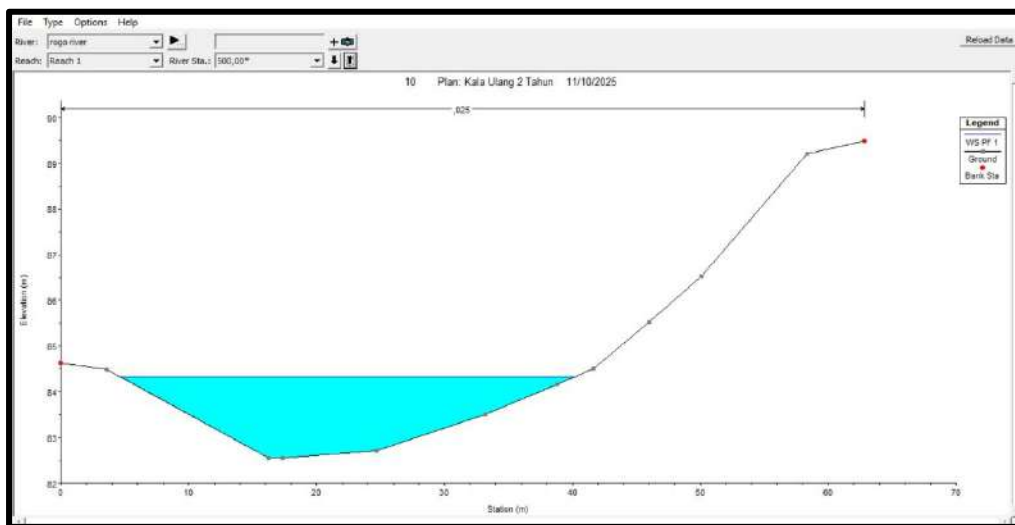
Gambar 4.5 Sta. 1100 Kala Ulang 2 Tahun

Pada Sta. 1100 alur sungai melebar dengan lebar  $\pm 56,09$  dan tinggi muka air sebesar  $\pm 1,98$  meter. Elevasi dasar sungai  $\pm 98,62$  meter, elevasi tepi sungai sebelah kiri  $\pm 101,23$  meter dan elevasi tepi sungai sebelah kanan 101,08 meter. Pada Sta. 1100 terlihat tinggi muka air tidak melewati elevasi tepi sungai.



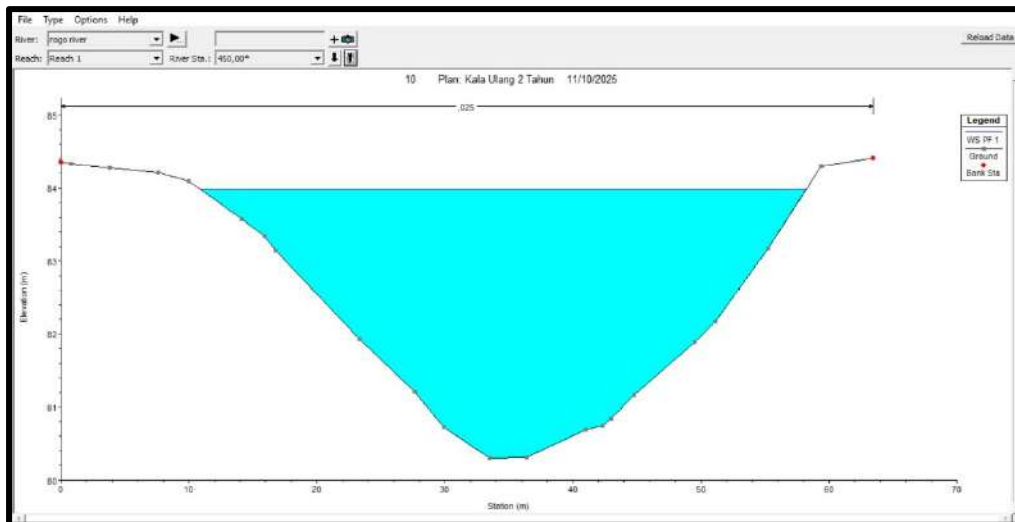
Gambar 4.6 Sta. 950 Kala Ulang 2 Tahun

Pada Sta. 950, sungai melebar dengan lebar sekitar 57,79 meter. Elevasi dasar sungai tercatat  $\pm 94,34$  meter, dengan elevasi tepi kiri  $\pm 97,71$  meter dan tepi kanan  $\pm 96,79$  meter. Tinggi muka air pada penampang ini mencapai 3,12 meter. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa di Sta. 950 terjadi luapan pada sisi kanan sungai.



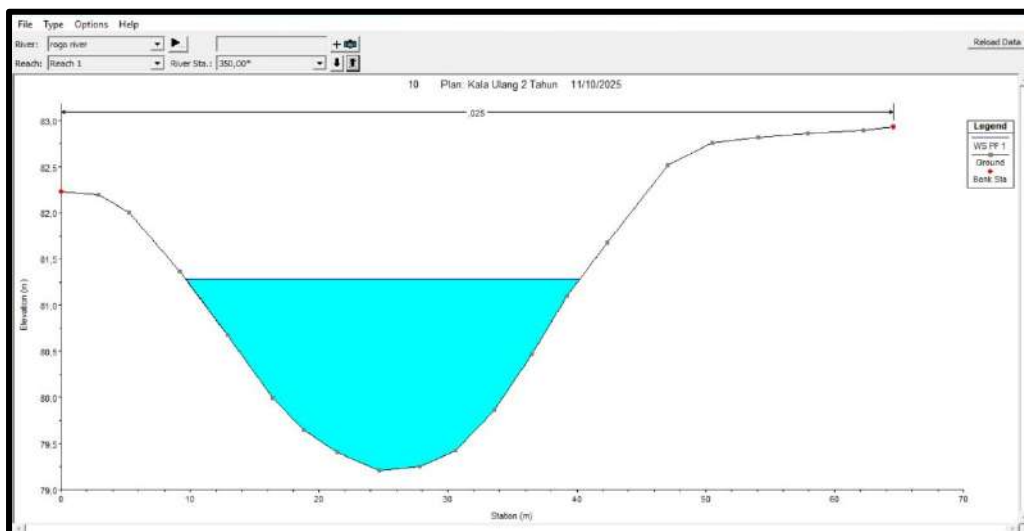
Gambar 4.7 Sta. 500 Kala Ulang 2 Tahun

Pada Sta. 500 elevasi dasar sungai  $\pm 82,55$  dan elevasi tepi sungai sebelah kiri  $\pm 84,62$  dan elevasi tepi sungai sebelah kanan  $\pm 89,49$  meter. Tinggi muka air di Sta. 500 adalah  $\pm 1,77$  meter dan pada titik ini sungai tidak meluap.



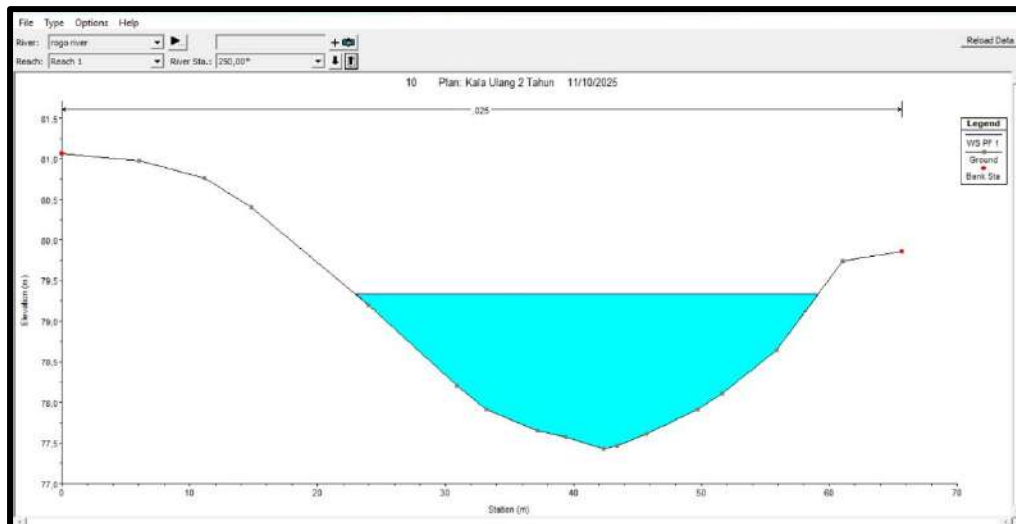
Gambar 4.8 Sta. 450 Kala Ulang 2 Tahun

Pada Sta. 450 lebar sungai  $\pm 63,44$  meter dan tinggi muka air  $\pm 3,68$  meter. Elevasi dasar sungai  $\pm 80,30$  meter, elevasi tepi sungai sebelah kiri  $\pm 84,54$  meter dan elevasi tepi sungai sebelah kanan  $\pm 84,41$  meter. Terlihat pada Sta. 450 sungai tidak meluap.



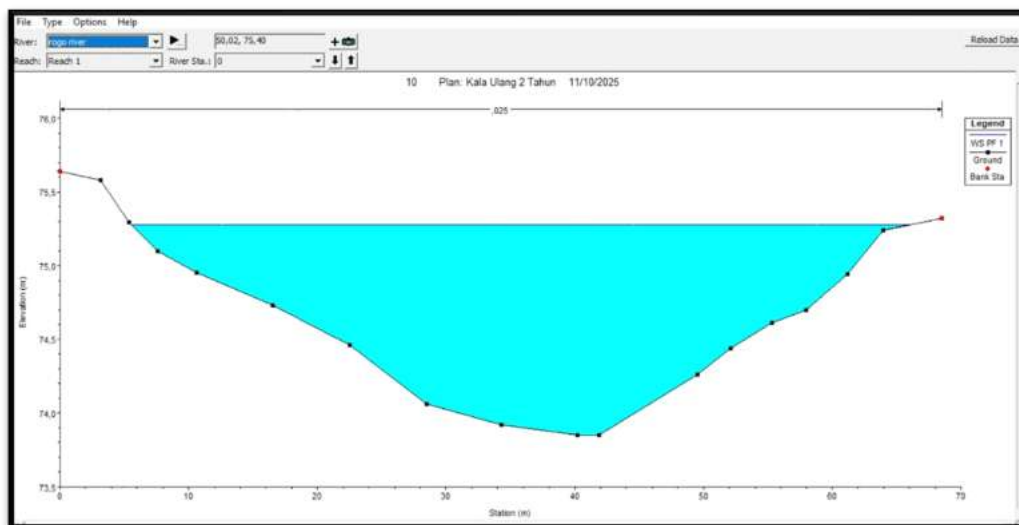
Gambar 4.9 Sta. 350 Kala Ulang 2 Tahun

Pada Sta. 350 lebar sungai sebesar  $\pm 64,57$  meter, elevasi dasar sungai  $\pm 79,21$  dan tinggi muka air  $\pm 2,07$  meter. Elevasi tepi sungai sebelah kiri  $\pm 82,23$  dan elevasi tepi sungai sebelah kanan adalah  $\pm 82,93$ . Terlihat pada Sta. 350 sungai tidak meluap.



Gambar 4.10 Sta. 250 Kala Ulang 2 Tahun

Pada Sta. 250 elevasi tepi sungai sebelah kiri  $\pm 81,06$  meter dan elevasi tepi sungai sebelah kanan  $\pm 79,89$ . Lebar sungai  $\pm 65,70$  meter, tinggi muka air  $\pm 1,89$  meter dan elevasi dasar sungai  $\pm 77,43$  meter. Pada Sta. 250 sungai tidak meluap di kedua sisinya.



Gambar 4.11 Sta. 0 Kala Ulang 2 Tahun

Pada Sta. 0 lebar sungai  $\pm 68,52$  meter dan tinggi muka air  $\pm 1,42$  meter. Elevasi dasar sungai  $\pm 73,85$  meter, elevasi tepi sungai sebelah kiri  $\pm 75,64$  meter dan elevasi tepi sungai sebelah kanan  $\pm 75,32$  meter. Terlihat pada Sta. 0 Sungai tidak meluap di kedua sisi sungai.

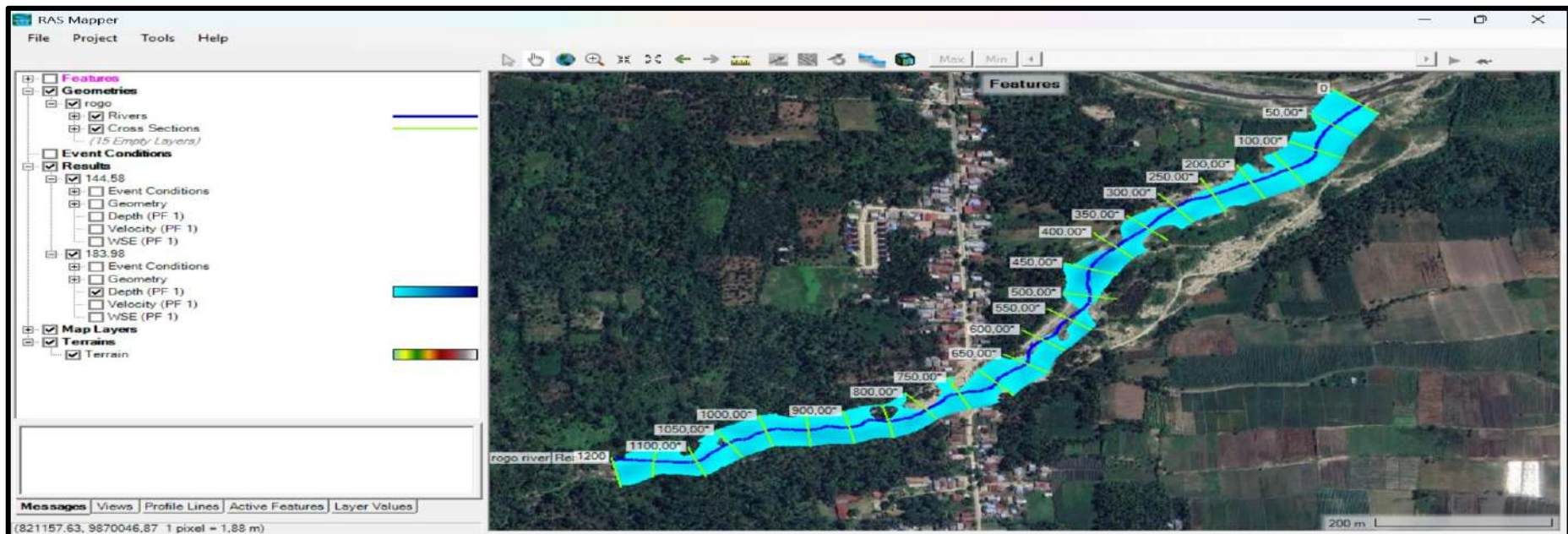


#### 4.2.2 Simulasi Kala ulang 5 tahun

Nama Sungai : Sungai Rogo

Panjang Sungai : 1200 meter

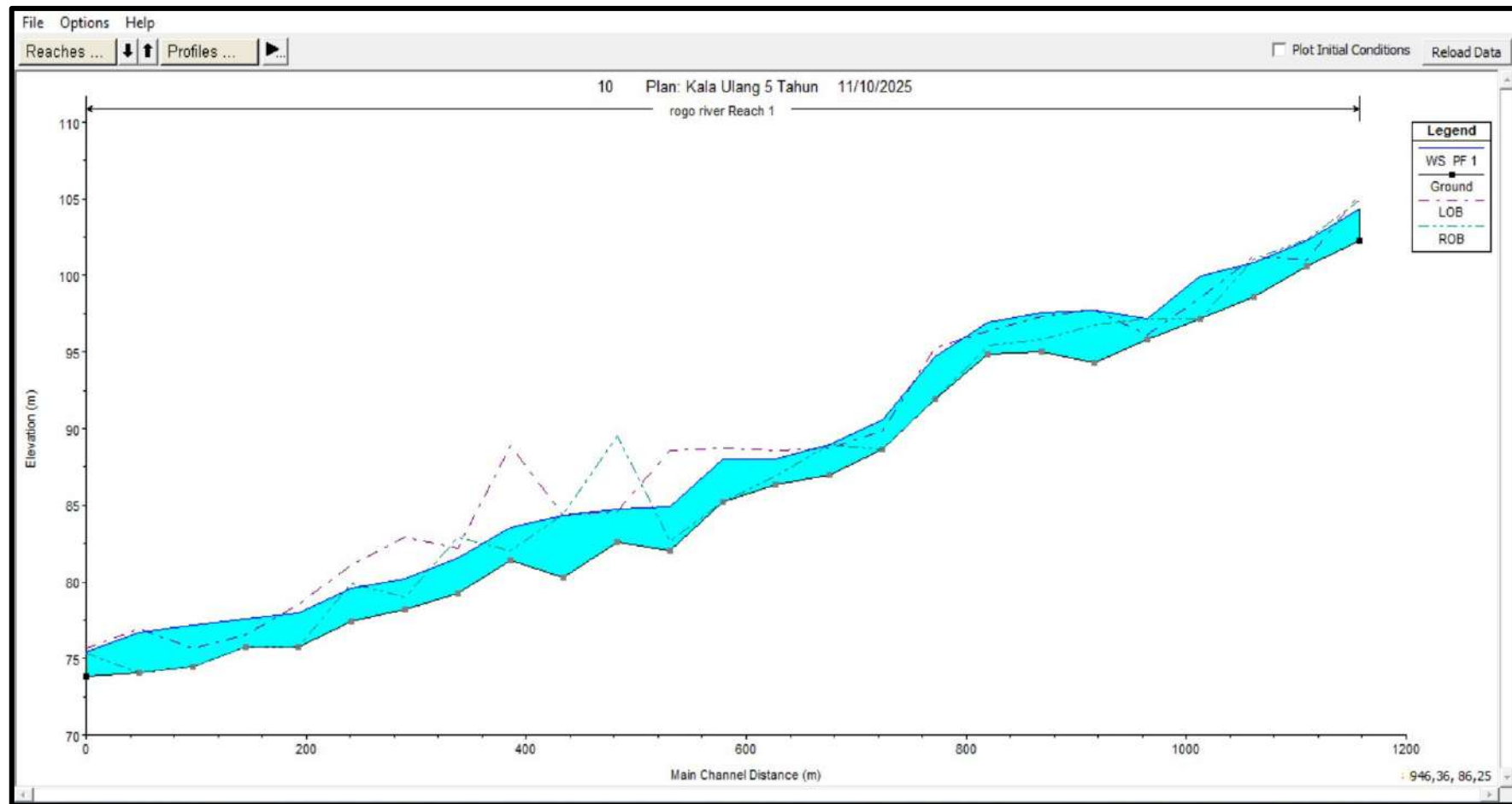
Debit : 183,98 m<sup>3</sup>/detik



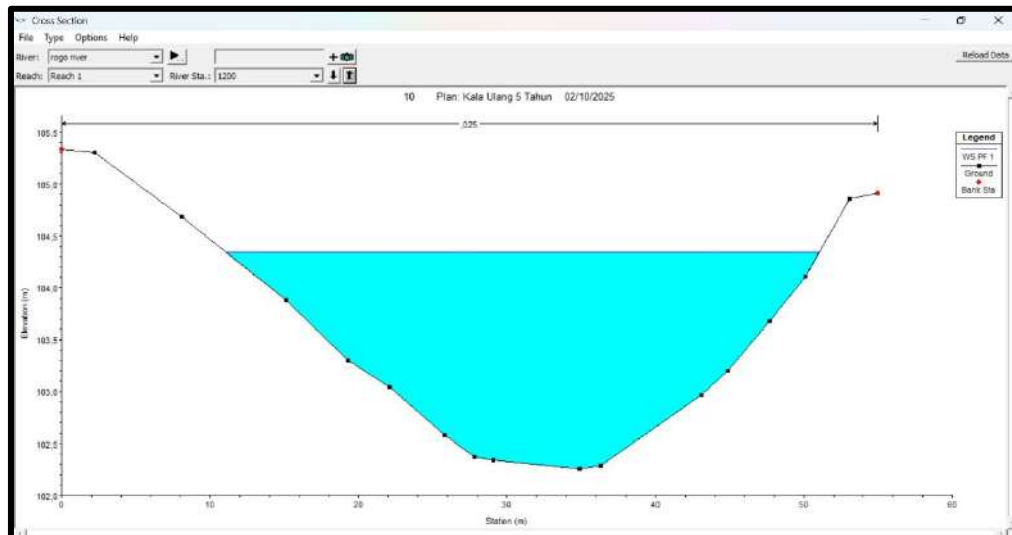
Gambar 4.12 Kondisi Aliran Sungai Kala Ulang 5 Tahun

Pada kala ulang 5 tahun dengan debit 183,98 m<sup>3</sup>/detik, terlihat aliran sungai Rogo di hulu pada Sta 1200 – 0 semakin melebar mengikuti penampang sungai. Tinggi muka air ekstrim terjadi pada Sta. 950 sampai Sta. 350 dengan tinggi muka air terbesar terjadi di Sta. 450.



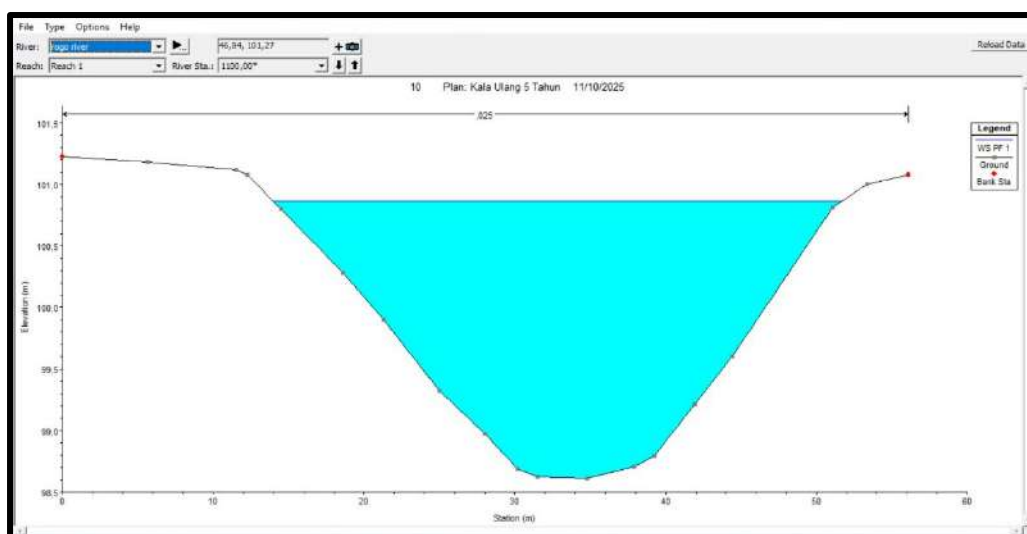


Gambar 4.13 Gambar Potongan Memanjang Aliran Sungai Kala Ulang 5 Tahun Sta . 0 - Sta. 1200



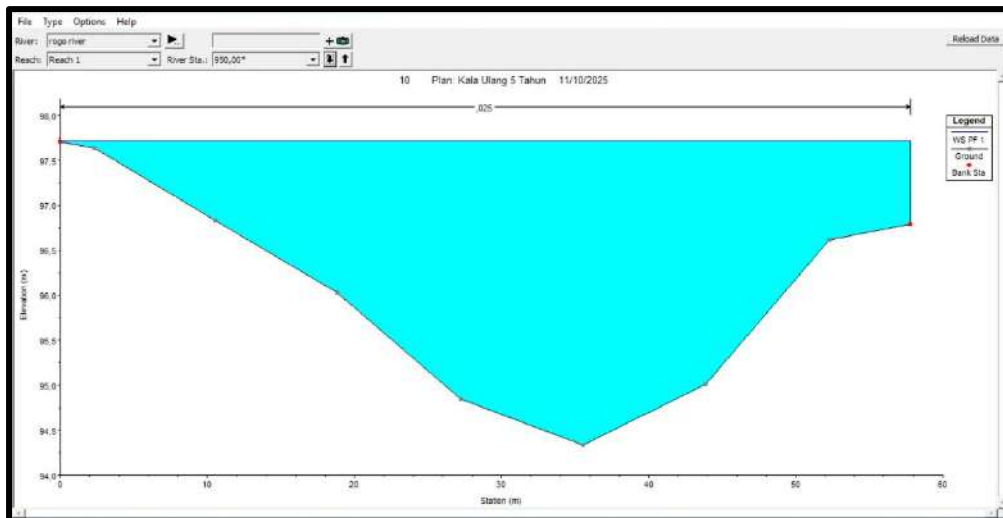
Gambar 4.14 Sta. 1200 Kala Ulang 5 Tahun

Pada Sta. 1200 elevasi dasar sungai  $\pm 102,26$  meter, elevasi tepi sungai sebelah kiri  $\pm 105,33$  meter dan elevasi tepi sungai sebelah kanan  $\pm 104,91$  meter. Lebar sungai sebesar  $\pm 54,96$  meter dan tinggi muka air  $\pm 2,09$  meter. Pada Sta. 1200 terlihat bahwa sungai tidak meluap karena tinggi muka air tidak melewati tepi sungai.



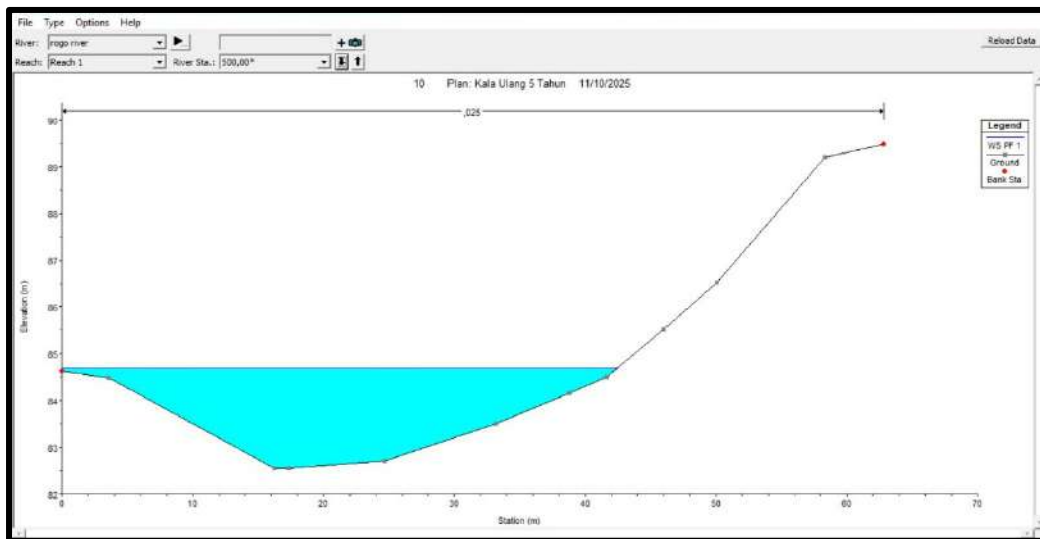
Gambar 4.15 Sta. 1100 Kala Ulang 5 Tahun

Pada Sta. 1100 alur sungai melebar dengan lebar  $\pm 56,09$  dan tinggi muka air sebesar  $\pm 2,23$  meter. Elevasi dasar sungai  $\pm 98,62$  meter, elevasi tepi sungai sebelah kiri  $\pm 101,23$  meter dan elevasi tepi sungai sebelah kanan 101,08 meter. Pada Sta. 1100 terlihat tinggi muka air tidak melewati elevasi tepi sungai.



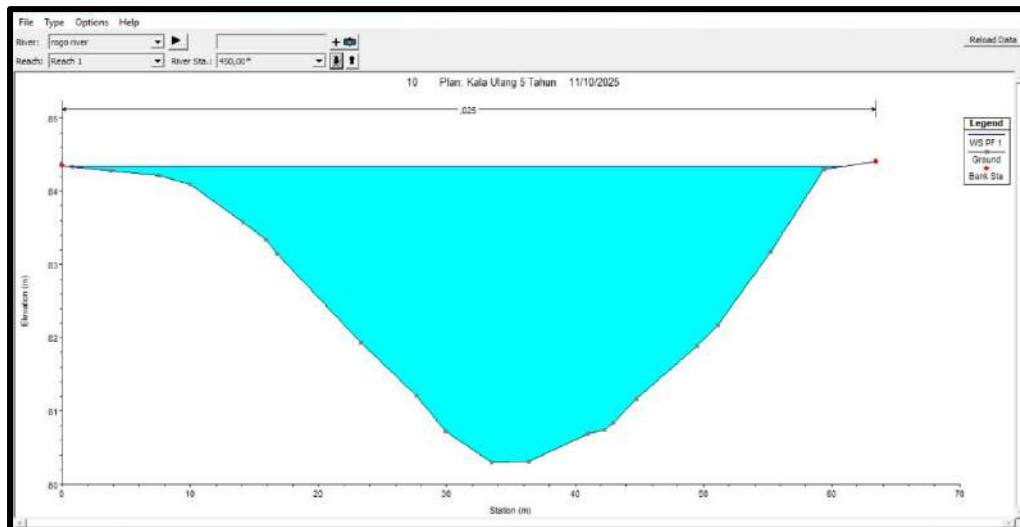
Gambar 4.16 Sta. 950 Kala Ulang 5 Tahun

Pada Sta. 950 sungai melebar dengan ukuran  $\pm 96,79$  serta elevasi dasar sungai  $\pm 94,34$  meter, elevasi tepi sungai sebelah kiri  $\pm 97,72$  meter dan elevasi tepi sungai sebelah kanan  $96,79$  meter. Tinggi muka air di Sta. 950 adalah  $3,38$  meter. Terlihat pada Sta 950 air meluap melewati tepi sungai sebelah kanan dan sejajar dengan tepi sungai sebelah kiri.



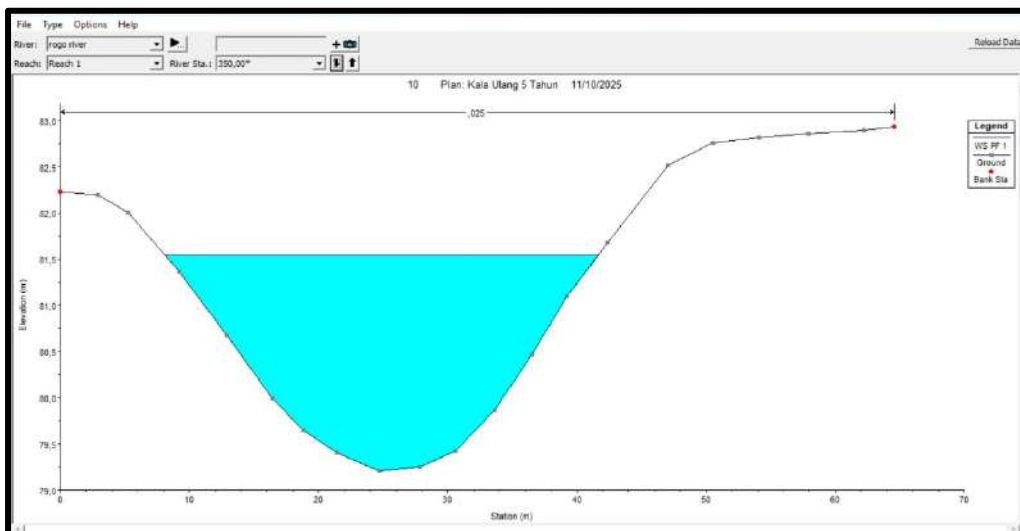
Gambar 4.17 Sta. 500 Kala Ulang 5 Tahun

Pada Sta. 500 elevasi dasar sungai  $\pm 82,55$  dan elevasi tepi sungai sebelah kiri  $\pm 84,62$  dan elevasi tepi sungai sebelah kanan  $\pm 89,49$  meter. Tinggi muka air di Sta. 500 adalah  $\pm 2$  meter dan pada titik ini sungai tidak meluap.



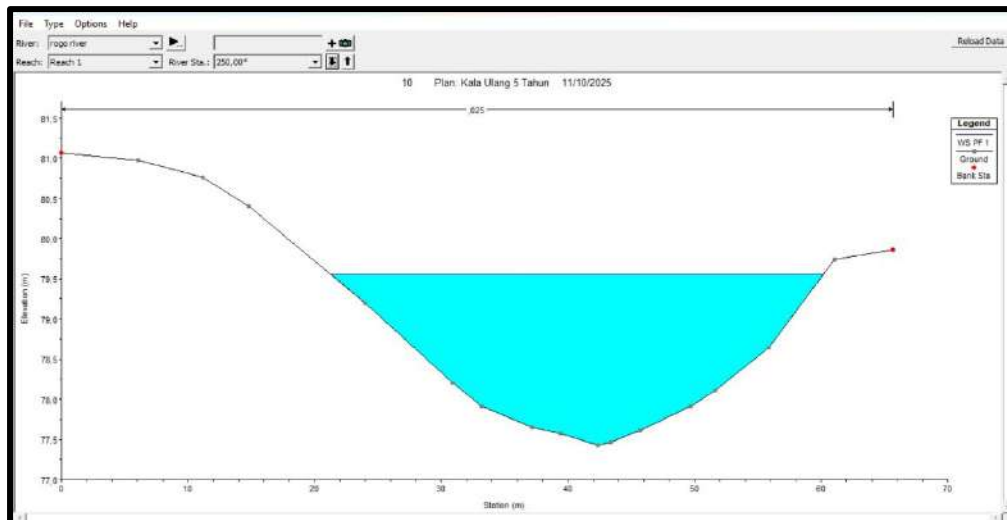
Gambar 4.18 Sta. 450 Kala Ulang 5 Tahun

Pada Sta. 450 lebar sungai  $\pm 63,44$  meter dan tinggi muka air  $\pm 4,35$  meter. Elevasi dasar sungai  $\pm 80,30$  meter, elevasi tepi sungai sebelah kiri  $\pm 84,54$  meter dan elevasi tepi sungai sebelah kanan  $\pm 84,41$  meter. Terlihat pada Sta. 450 sungai meluap pada kedua sisinya.



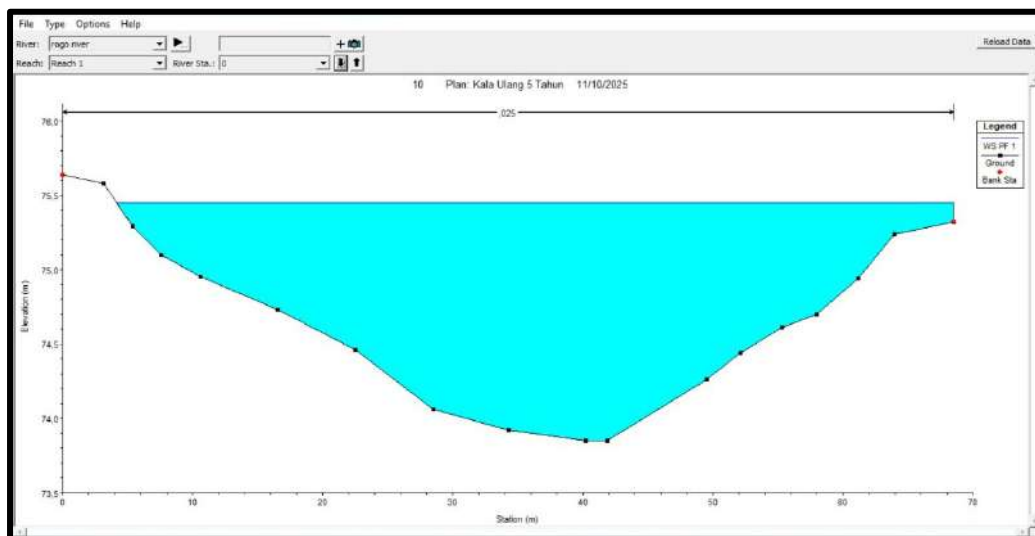
Gambar 4.19 Sta. 350 Kala Ulang 5 Tahun

Pada Sta. 350 lebar sungai sebesar  $\pm 64,57$  meter, elevasi dasar sungai  $\pm 79,21$  dan tinggi muka air  $\pm 2,34$  meter. Elevasi tepi sungai sebelah kiri  $\pm 82,23$  dan elevasi tepi sungai sebelah kanan adalah  $\pm 82,93$ . Terlihat pada Sta. 350 sungai tidak meluap.



Gambar 4.20 Sta. 250 Kala Ulang 5 Tahun

Pada Sta. 250 elevasi tepi sungai sebelah kiri  $\pm 81,06$  meter dan elevasi tepi sungai sebelah kanan  $\pm 79,89$ . Lebar sungai  $\pm 65,70$  meter, tinggi muka air  $\pm 2,12$  meter dan elevasi dasar sungai  $\pm 77,43$  meter. Pada Sta. 250 sungai tidak meluap di kedua sisinya.



Gambar 4.21 Sta. 0 Kala Ulang 5 Tahun

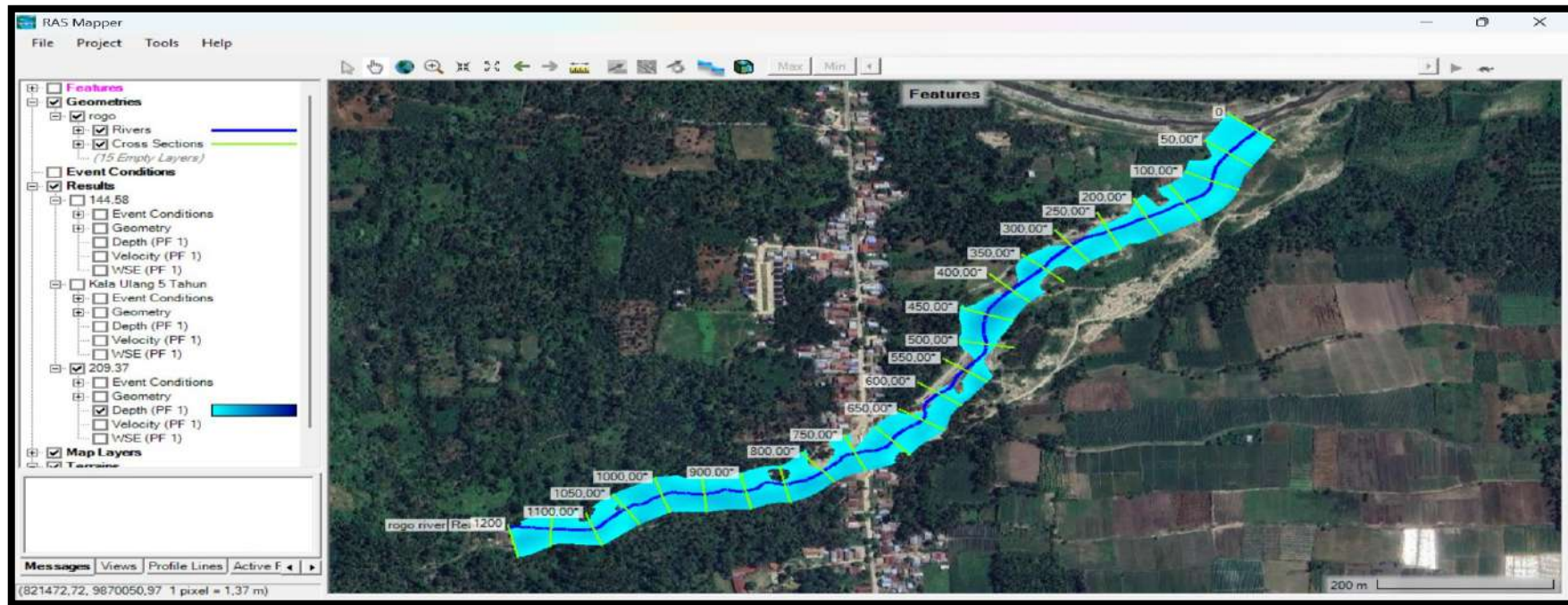
Pada Sta. 0 lebar sungai  $\pm 68,52$  meter dan tinggi muka air  $\pm 1,57$  meter. Elevasi dasar sungai  $\pm 73,85$  meter, elevasi tepi sungai sebelah kiri  $\pm 75,64$  meter dan elevasi tepi sungai sebelah kanan  $\pm 75,32$  meter. Terlihat pada Sta. 0 Sungai meluap di sisi kanan.

#### 4.2.3 Simulasi Kala ulang 10 tahun

Nama Sungai : Sungai Rogo

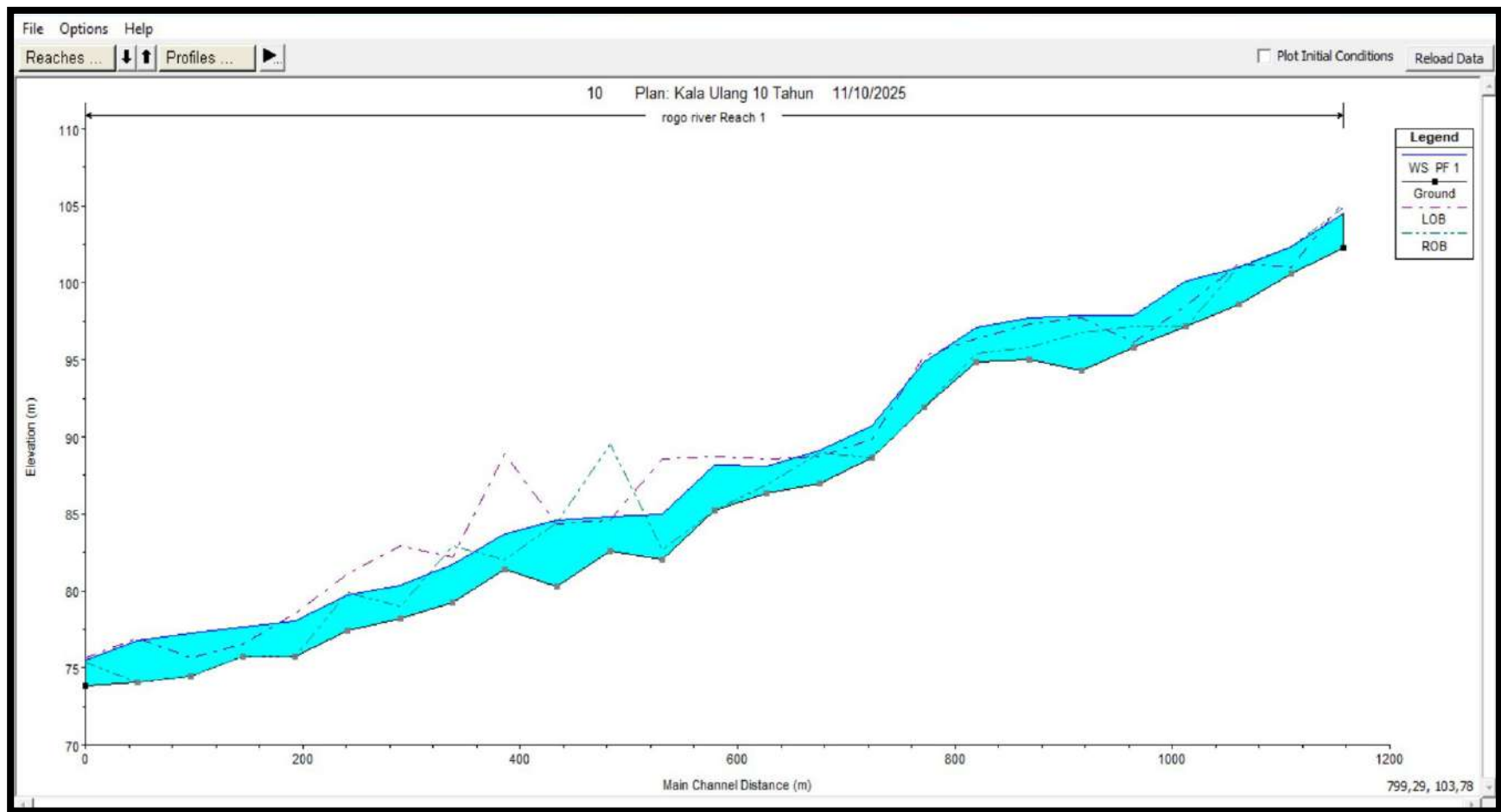
Panjang Sungai : 1200 meter

Debit : 209,37 m<sup>3</sup>/detik



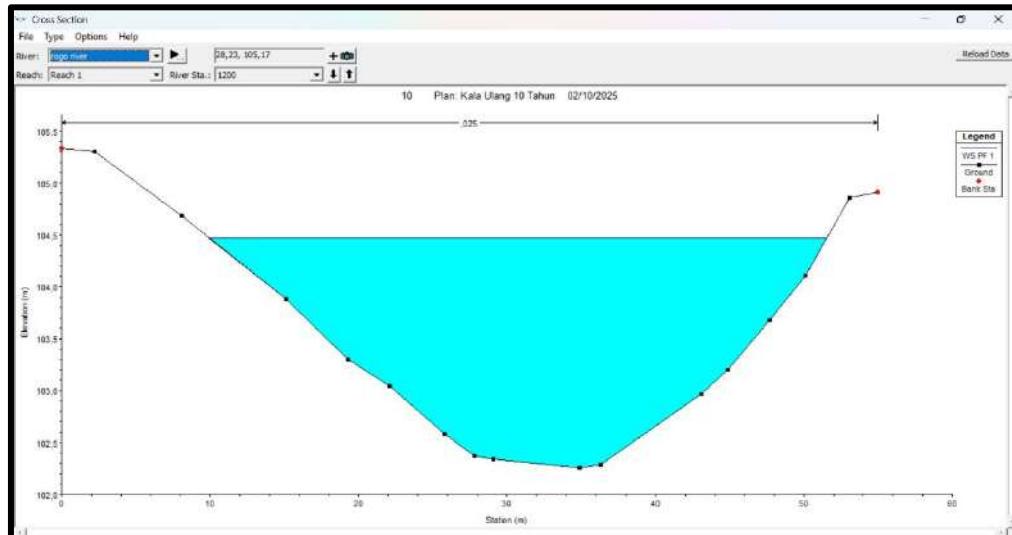
Gambar 4.22 Kondisi Aliran Sungai Kala Ulang 10 Tahun

Pada kala ulang 10 tahun dengan debit 209,37 m<sup>3</sup>/detik, terlihat aliran sungai Rogo di hulu pada Sta 1200 – 0 semakin melebar mengikuti penampang sungai. Tinggi muka air ekstrim terjadi pada Sta. 950 sampai Sta. 350 dengan tinggi muka air terbesar terjadi di Sta. 450.



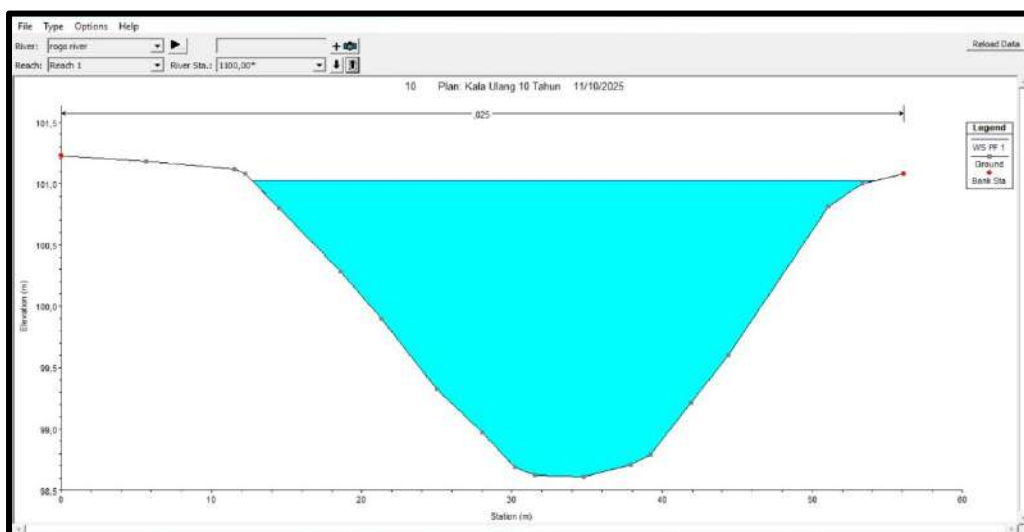
Gambar 4.23 Gambar Potongan Memanjang Aliran Sungai Kala Ulang 10 Tahun Sta . 0 - Sta. 1200





Gambar 4.24 Sta. 1200 Kala Ulang 10 Tahun

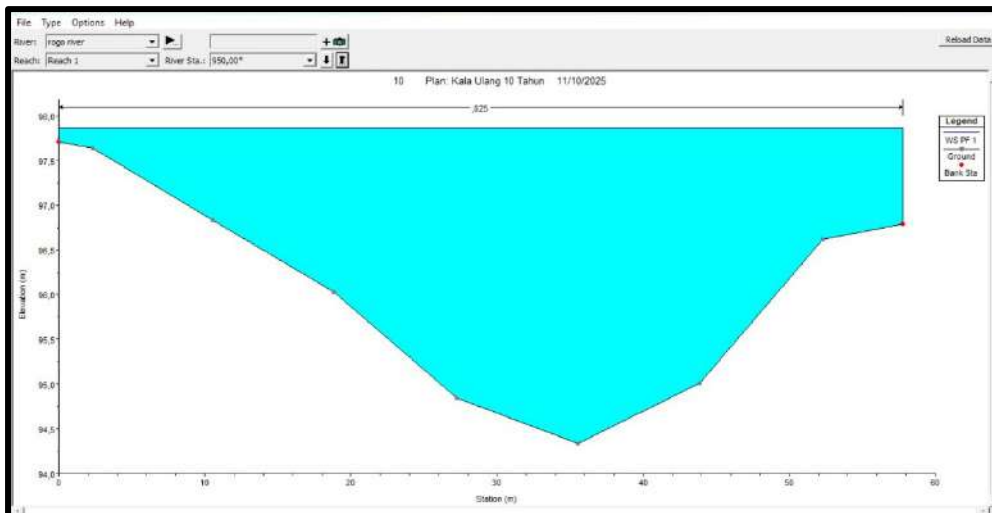
Pada Sta. 1200 elevasi dasar sungai  $\pm 102,26$  meter, elevasi tepi sungai sebelah kiri  $\pm 105,33$  meter dan elevasi tepi sungai sebelah kanan  $\pm 104,91$  meter. Lebar sungai sebesar  $\pm 54,96$  meter dan tinggi muka air  $\pm 2,22$  meter. Pada Sta. 1200 terlihat bahwa sungai tidak meluap karena tinggi muka air tidak melewati tepi sungai.



Gambar 4.25 Sta. 1100 Kala Ulang 10 Tahun

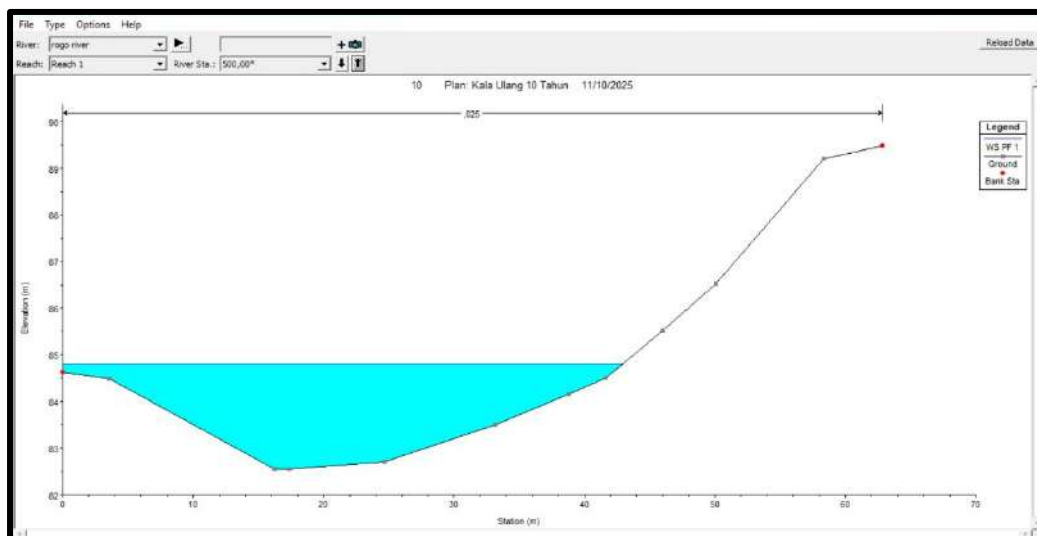
Pada Sta. 1100 alur sungai melebar dengan lebar  $\pm 56,09$  dan tinggi muka air sebesar  $\pm 2,39$  meter. Elevasi dasar sungai  $\pm 98,62$  meter, elevasi tepi sungai sebelah kiri  $\pm 101,23$  meter dan elevasi tepi sungai sebelah kanan 101,08 meter. Pada Sta. 1100 terlihat tinggi muka air tidak melewati elevasi tepi sungai.





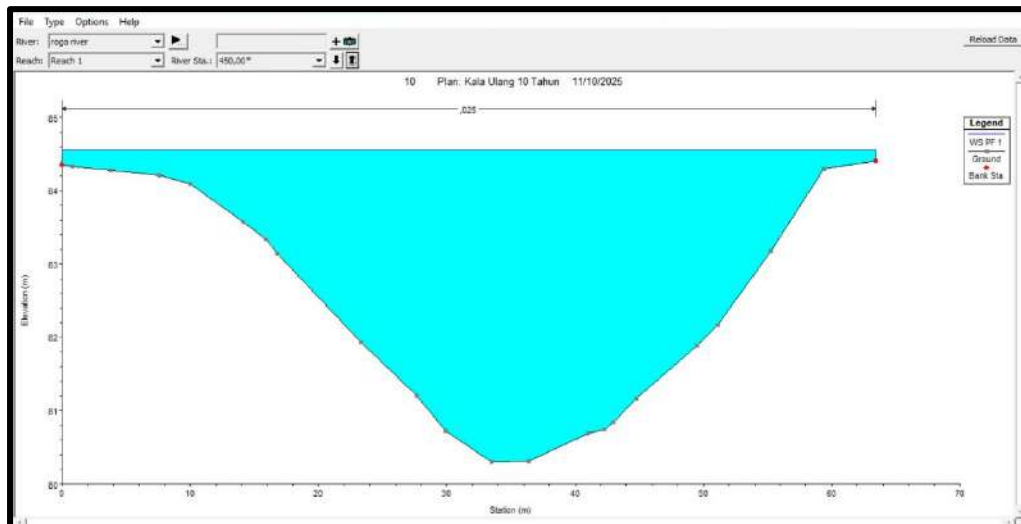
Gambar 4.26 Sta. 950 Kala Ulang 10 Tahun

Pada Sta. 950 sungai melebar dengan ukuran  $\pm 36,79$  serta elevasi dasar sungai  $\pm 94,34$  meter, elevasi tepi sungai sebelah kiri  $\pm 97,72$  meter dan elevasi tepi sungai sebelah kanan  $96,79$  meter. Tinggi muka air di Sta. 950 adalah  $3,53$  meter. Terlihat pada Sta 950 air meluap melewati tepi sungai sebelah kanan dan tepi sungai sebelah kiri.



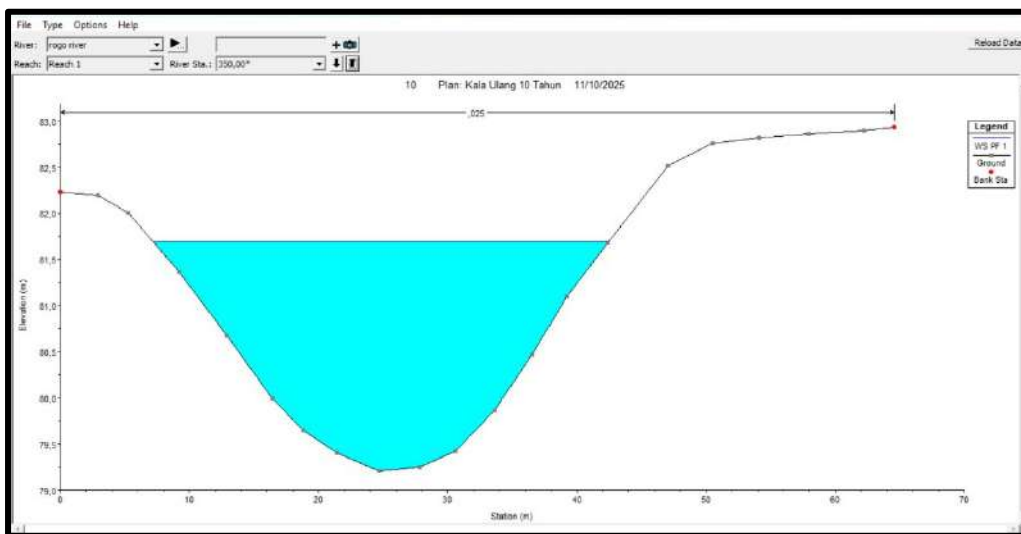
Gambar 4.27 Sta. 500 Kala Ulang 10 Tahun

Pada Sta. 500 elevasi dasar sungai  $\pm 82,55$  dan elevasi tepi sungai sebelah kiri  $\pm 84,62$  dan elevasi tepi sungai sebelah kanan  $\pm 89,49$  meter. Tinggi muka air di Sta. 500 adalah  $\pm 2,11$  meter dan pada titik ini sungai meluap sebelah kiri.



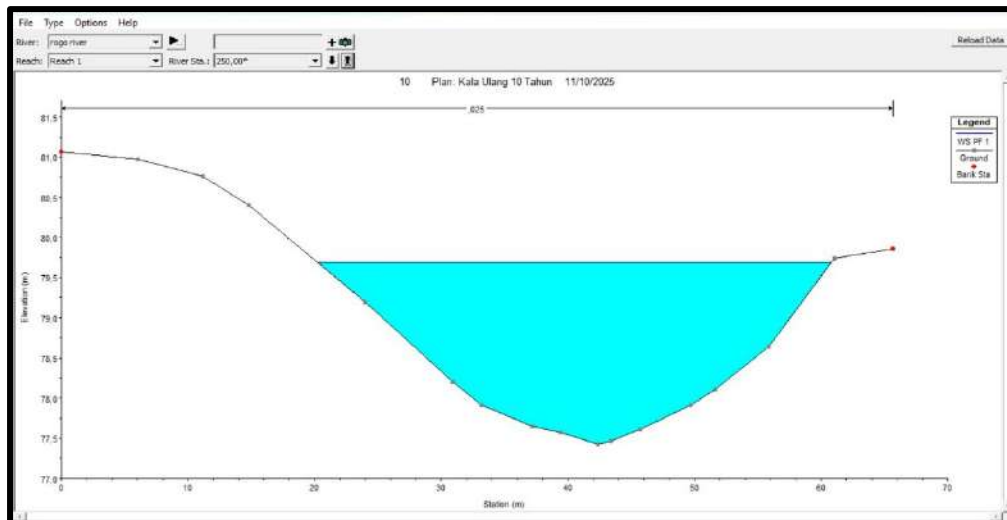
Gambar 4.28 Sta. 450 Kala Ulang 10 Tahun

Pada Sta. 450 lebar sungai  $\pm 63,44$  meter dan tinggi muka air  $\pm 4,59$  meter. Elevasi dasar sungai  $\pm 80,30$  meter, elevasi tepi sungai sebelah kiri  $\pm 84,54$  meter dan elevasi tepi sungai sebelah kanan  $\pm 84,41$  meter. Terlihat pada Sta. 450 sungai meluap pada kedua sisinya.



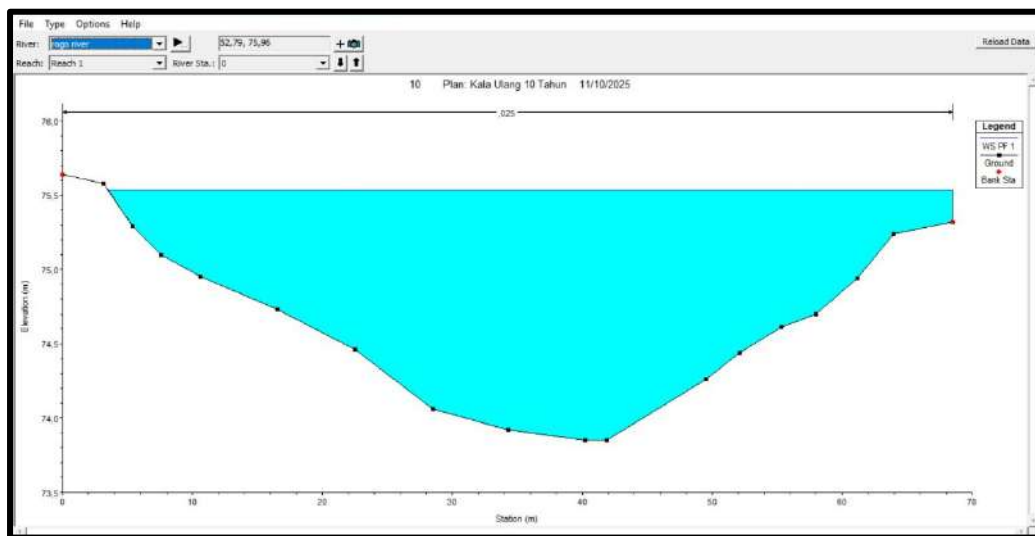
Gambar 4.29 Sta. 350 Kala Ulang 10 Tahun

Pada Sta. 350 lebar sungai sebesar  $\pm 64,57$  meter, elevasi dasar sungai  $\pm 79,21$  dan tinggi muka air  $\pm 2,5$  meter. Elevasi tepi sungai sebelah kiri  $\pm 82,23$  dan elevasi tepi sungai sebelah kanan adalah  $\pm 82,93$ . Terlihat pada Sta. 350 sungai tidak meluap.



Gambar 4.30 Sta. 250 Kala Ulang 10 Tahun

Pada Sta. 250 elevasi tepi sungai sebelah kiri  $\pm 81,06$  meter dan elevasi tepi sungai sebelah kanan  $\pm 79,89$ . Lebar sungai  $\pm 65,70$  meter, tinggi muka air  $\pm 2,25$  meter dan elevasi dasar sungai  $\pm 77,43$  meter. Pada Sta. 250 sungai tidak meluap di kedua sisinya.

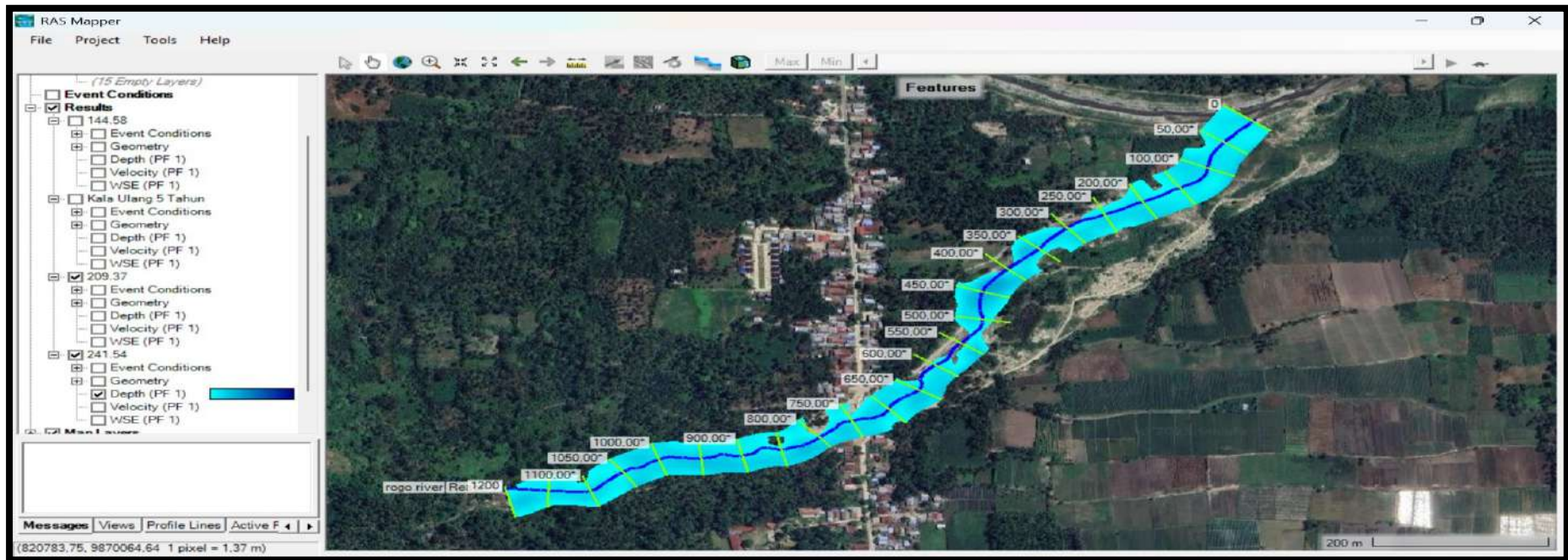


Gambar 4.31 Sta. 0 Kala Ulang 10 Tahun

Pada Sta. 0 lebar sungai  $\pm 68,52$  meter dan tinggi muka air  $\pm 1,66$  meter. Elevasi dasar sungai  $\pm 73,85$  meter, elevasi tepi sungai sebelah kiri  $\pm 75,64$  meter dan elevasi tepi sungai sebelah kanan  $\pm 75,32$  meter. Terlihat pada Sta. 0 Sungai meluap di sisi kanan.

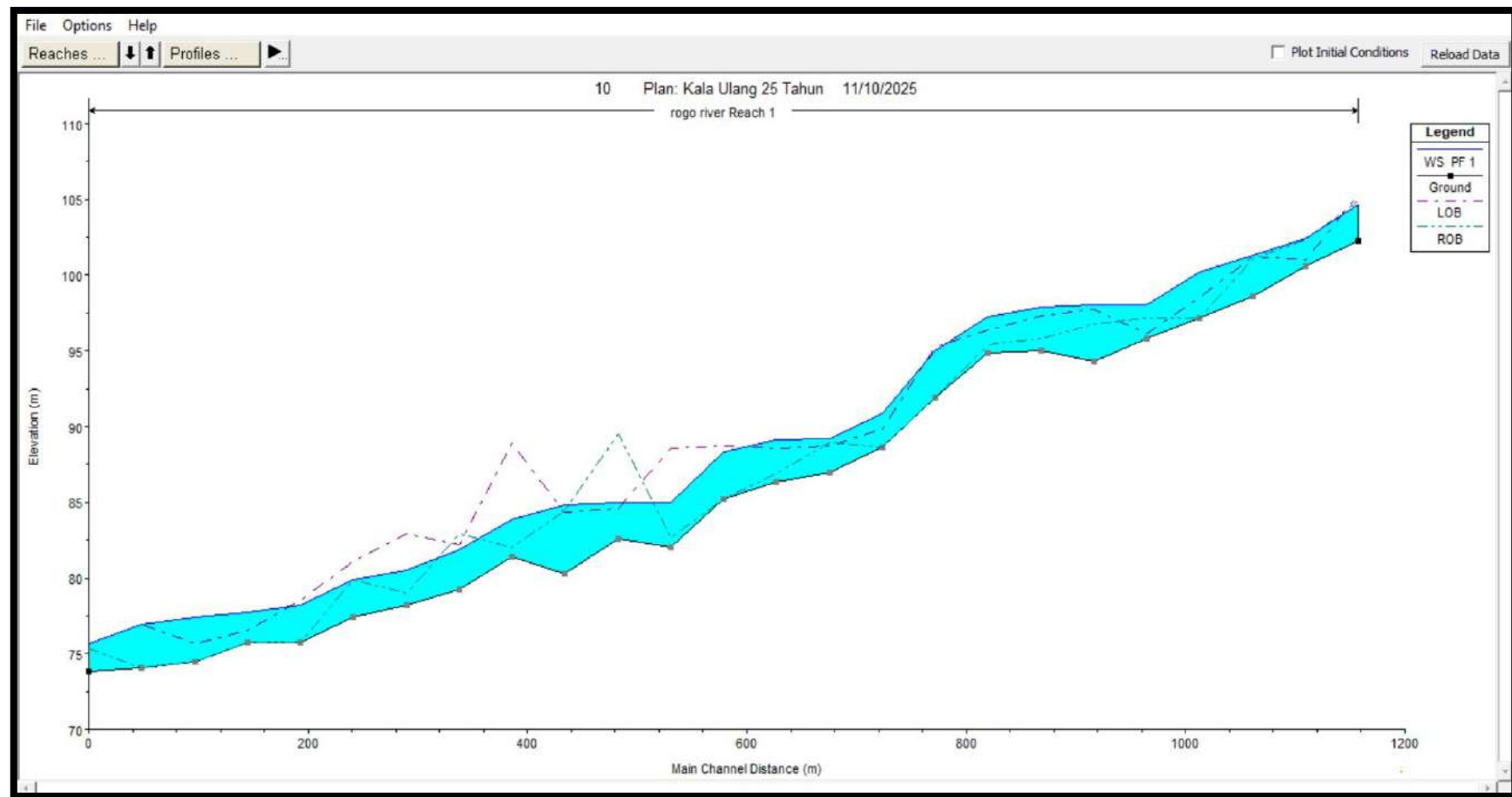
#### 4.2.4 Simulasi Kala ulang 25 tahun

Nama Sungai : Sungai Rogo  
Panjang Sungai : 1200 meter  
Debit : 241,54 m<sup>3</sup>/detik

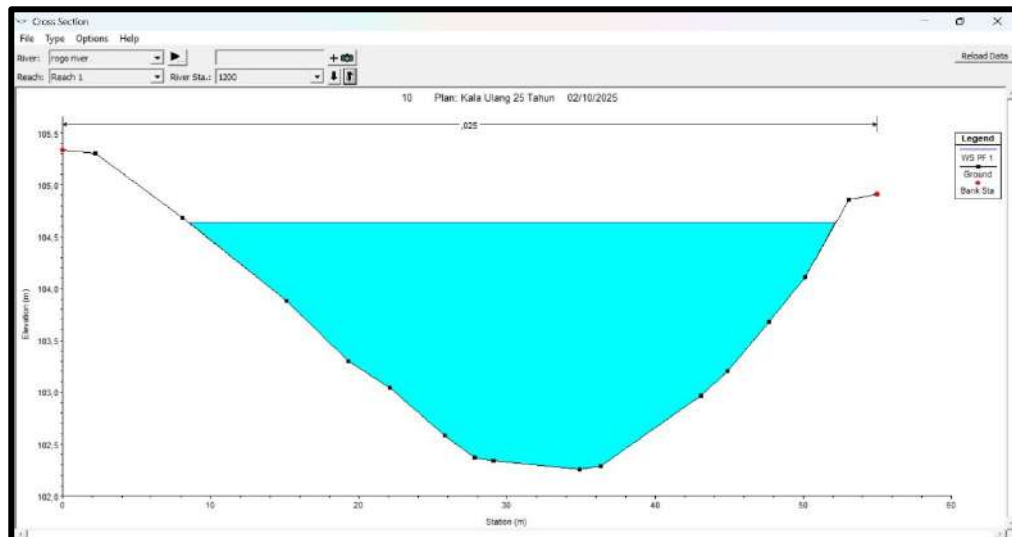


Gambar 4.32 Kondisi Aliran Sungai Kala Ulang 10 Tahun

Pada kala ulang 25 tahun dengan debit 241,54 m<sup>3</sup>/detik, terlihat aliran sungai Rogo di hulu pada Sta 1200 – 0 semakin melebar mengikuti penampang sungai. Tinggi muka air ekstrim terjadi pada Sta. 950 sampai Sta. 350 dengan tinggi muka air terbesar terjadi di Sta. 450.

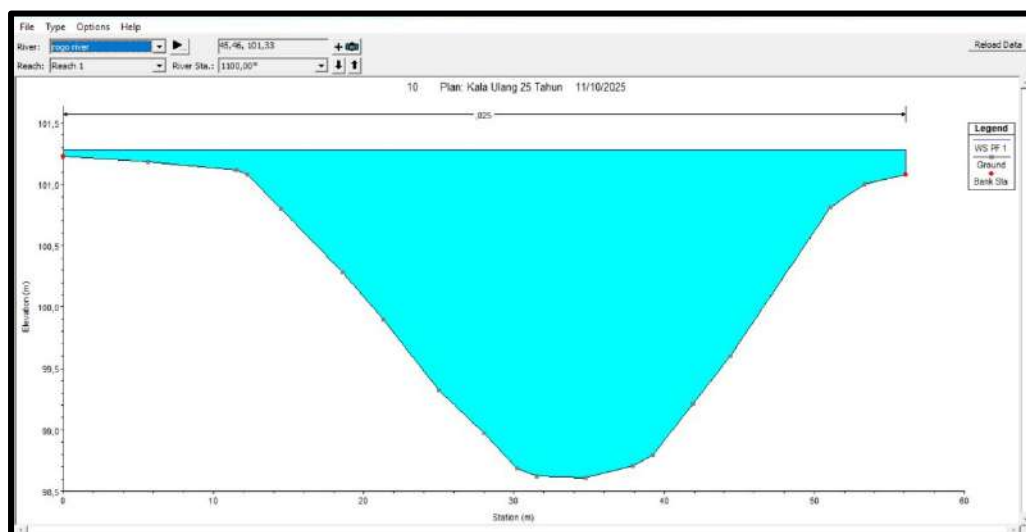


Gambar 4.33 Gambar Potongan Memanjang Aliran Sungai Kala Ulang 25 Tahun Sta . 0 - Sta. 120



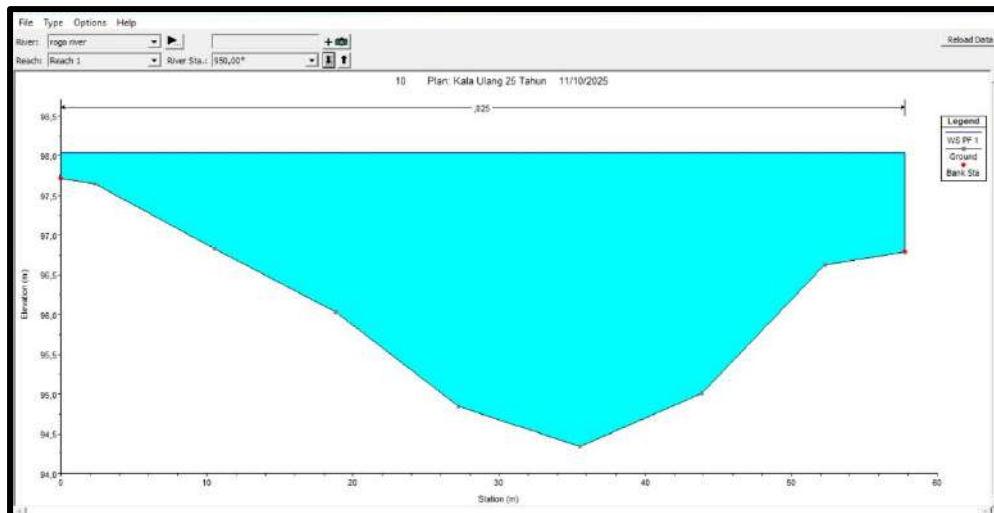
Gambar 4.34 Sta. 1200 Kala Ulang 25 Tahun

Pada Sta. 1200 elevasi dasar sungai  $\pm 102,26$  meter, elevasi tepi sungai sebelah kiri  $\pm 105,33$  meter dan elevasi tepi sungai sebelah kanan  $\pm 104,91$  meter. Lebar sungai sebesar  $\pm 54,96$  meter dan tinggi muka air  $\pm 2,38$  meter. Pada Sta. 1200 terlihat bahwa sungai tidak meluap karena tinggi muka air tidak melewati tepi sungai.



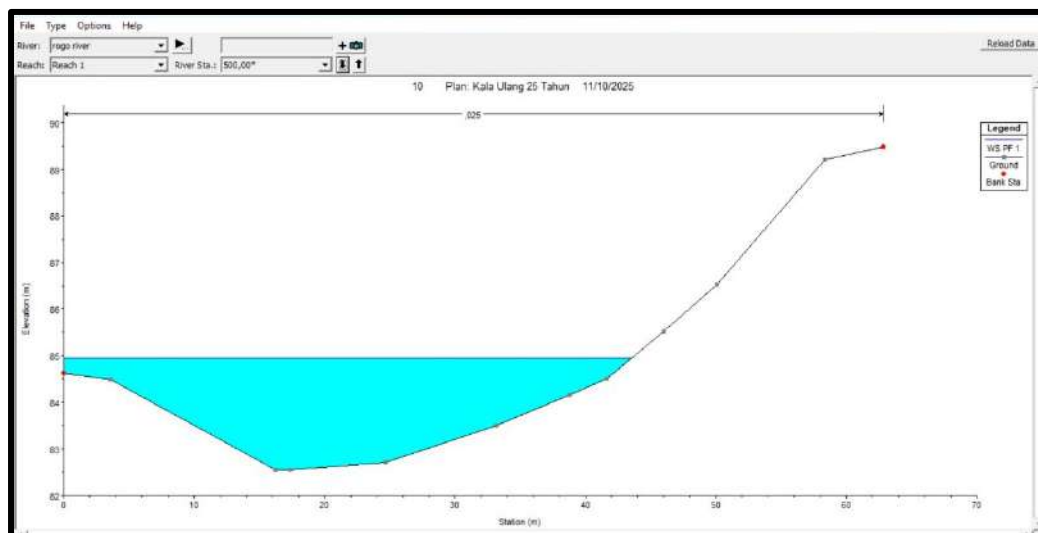
Gambar 4.35 Sta. 1100 Kala Ulang 25 Tahun

Pada Sta. 1100 alur sungai melebar dengan lebar  $\pm 56,09$  dan tinggi muka air sebesar  $\pm 2,54$  meter. Elevasi dasar sungai  $\pm 98,62$  meter, elevasi tepi sungai sebelah kiri  $\pm 101,23$  meter dan elevasi tepi sungai sebelah kanan 101,08 meter. Pada Sta. 1100 terlihat tinggi muka air melewati elevasi tepi sungai sebelah kanan dan hampir sejajar ditepi sebelah kiri.



Gambar 4.36 Sta. 950 Kala Ulang 25 Tahun

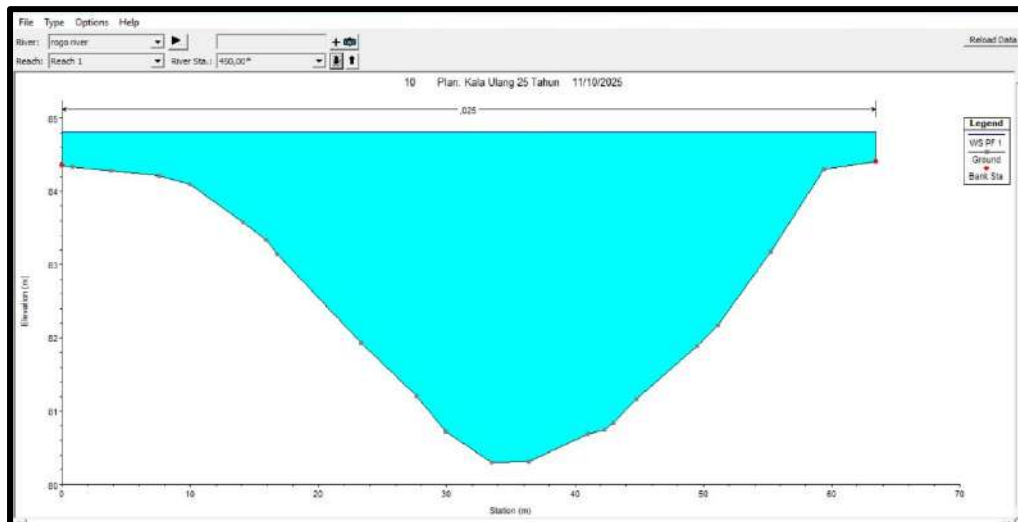
Pada Sta. 950 sungai melebar dengan ukuran  $\pm 96,79$  serta elevasi dasar sungai  $\pm 94,34$  meter, elevasi tepi sungai sebelah kiri  $\pm 97,72$  meter dan elevasi tepi sungai sebelah kanan  $96,79$  meter. Tinggi muka air di Sta. 950 adalah  $3,7$  meter. Terlihat pada Sta 950 air meluap melewati tepi sungai sebelah kanan dan tepi sungai sebelah kiri.



Gambar 4.37 Sta. 500 Kala Ulang 25 Tahun

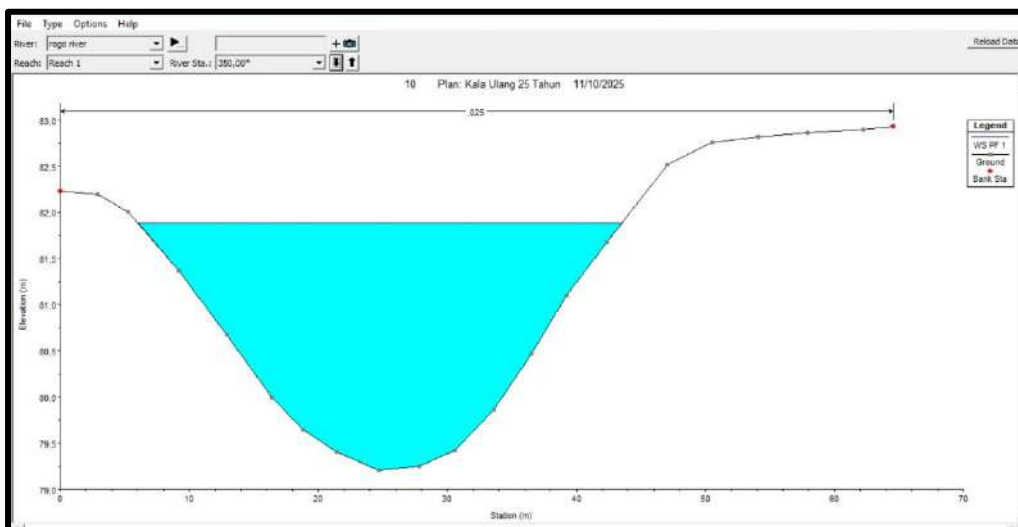
Pada Sta. 500 elevasi dasar sungai  $\pm 82,55$  dan elevasi tepi sungai sebelah kiri  $\pm 84,62$  dan elevasi tepi sungai sebelah kanan  $\pm 89,49$  meter. Tinggi muka air di Sta. 500 adalah  $\pm 2,26$  meter dan pada titik ini sungai meluap sebelah kiri.





Gambar 4.38 Sta. 450 Kala Ulang 25 Tahun

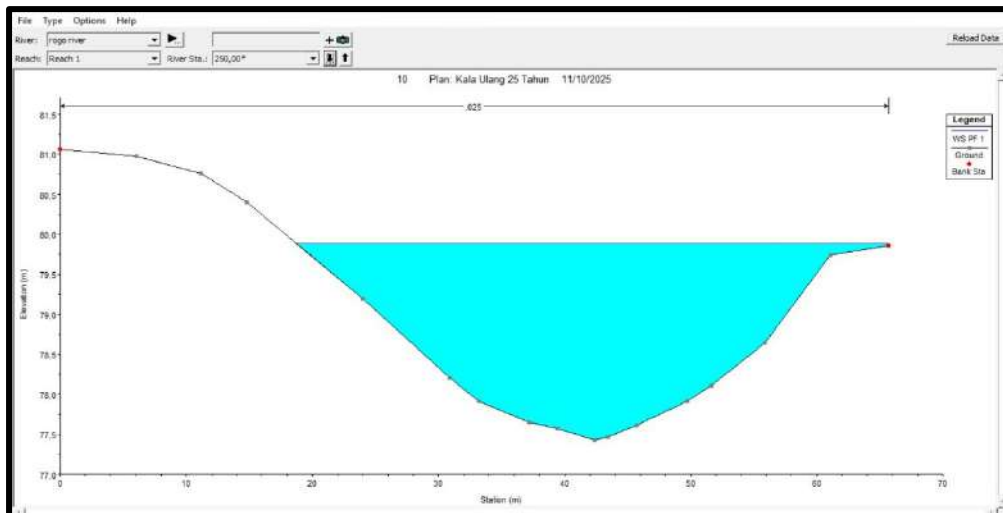
Pada Sta. 450 lebar sungai  $\pm 63,44$  meter dan tinggi muka air  $\pm 4,86$  meter. Elevasi dasar sungai  $\pm 80,30$  meter, elevasi tepi sungai sebelah kiri  $\pm 84,54$  meter dan elevasi tepi sungai sebelah kanan  $\pm 84,41$  meter. Terlihat pada Sta. 450 sungai meluap pada kedua sisinya.



Gambar 4.39 Sta. 350 Kala Ulang 25 Tahun

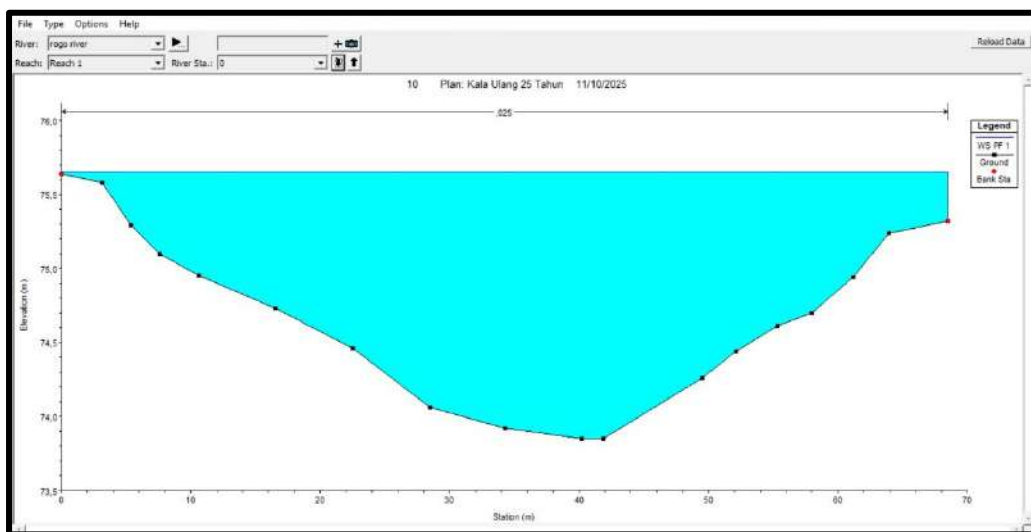
Pada Sta. 350 lebar sungai sebesar  $\pm 64,57$  meter, elevasi dasar sungai  $\pm 79,21$  dan tinggi muka air  $\pm 2,69$  meter. Elevasi tepi sungai sebelah kiri  $\pm 82,23$  dan elevasi tepi sungai sebelah kanan adalah  $\pm 82,93$ . Terlihat pada Sta. 350 sungai tidak meluap.





Gambar 4.40 Sta. 250 Kala Ulang 25 Tahun

Pada Sta. 250 elevasi tepi sungai sebelah kiri  $\pm 81,06$  meter dan elevasi tepi sungai sebelah kanan  $\pm 79,89$ . Lebar sungai  $\pm 65,70$  meter, tinggi muka air  $\pm 2,41$  meter dan elevasi dasar sungai  $\pm 77,43$  meter. Pada Sta. 250 sungai meluap di tepi sebelah kanan.

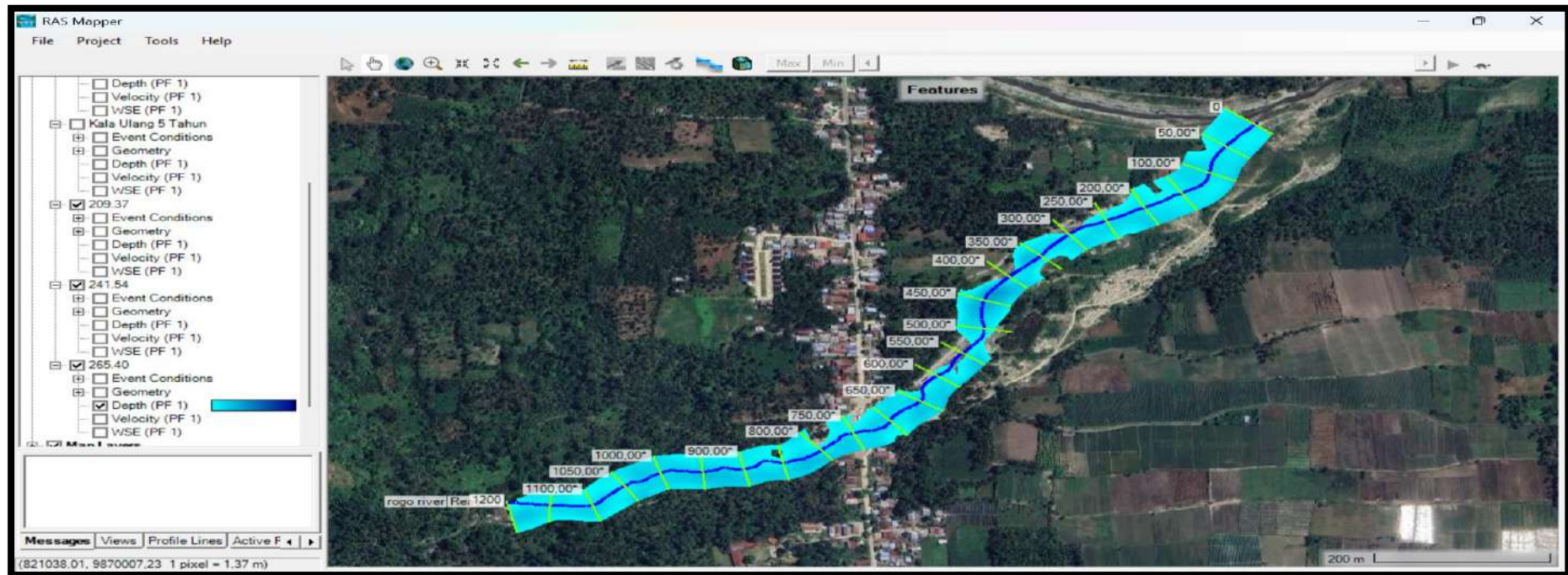


Gambar 4.41 Sta. 0 Kala Ulang 25 Tahun

Pada Sta. 0 lebar sungai  $\pm 68,52$  meter dan tinggi muka air  $\pm 1,77$  meter. Elevasi dasar sungai  $\pm 73,85$  meter, elevasi tepi sungai sebelah kiri  $\pm 75,64$  meter dan elevasi tepi sungai sebelah kanan  $\pm 75,32$  meter. Terlihat pada Sta. 0 Sungai meluap di sisi kanan dan sejajar di sisi kiri.

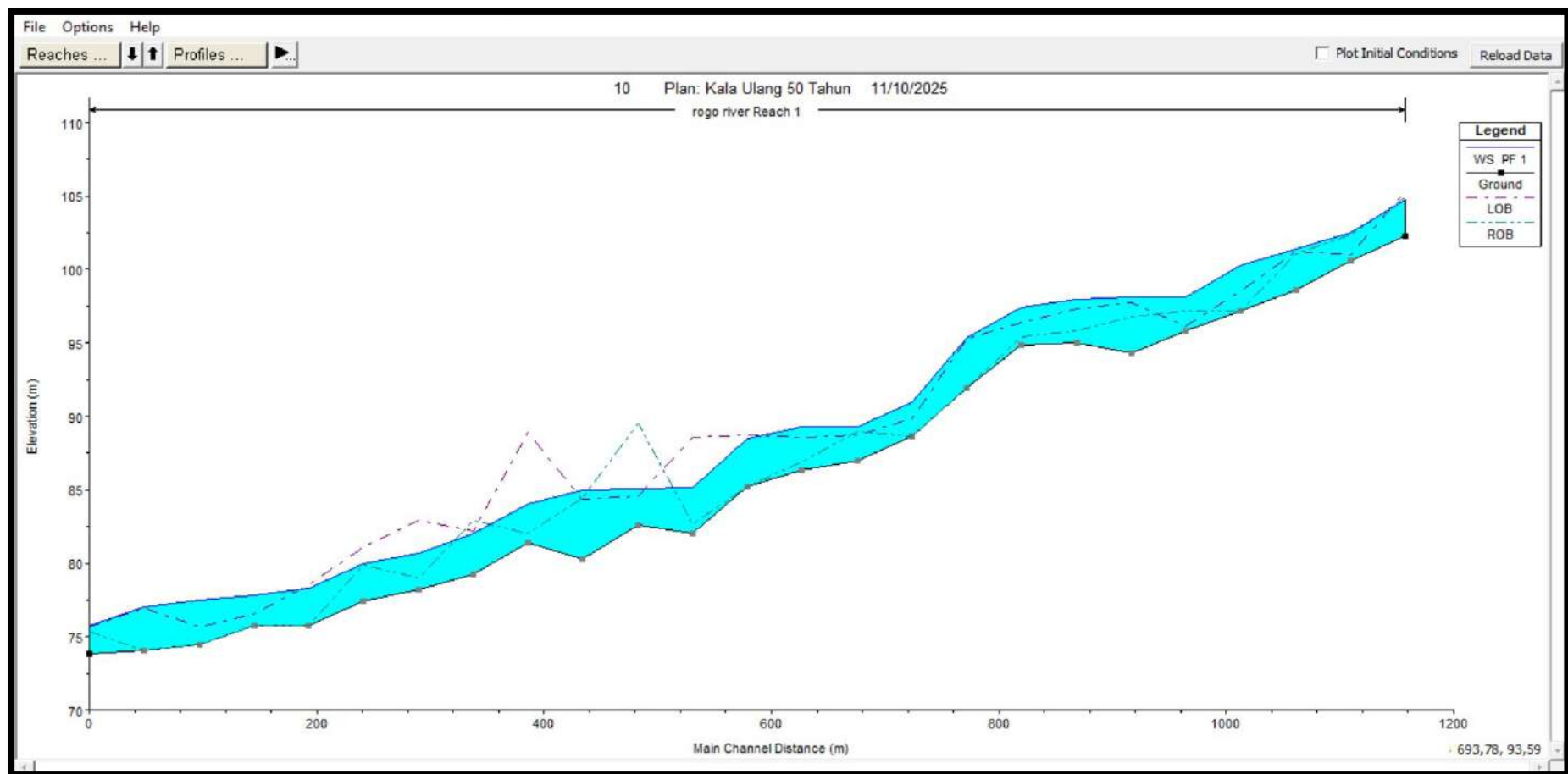
#### 4.2.5 Simulasi Kala ulang 50 tahun

Nama Sungai : Sungai Rogo  
Panjang Sungai : 1200 meter  
Debit : 265,40 m<sup>3</sup>/detik

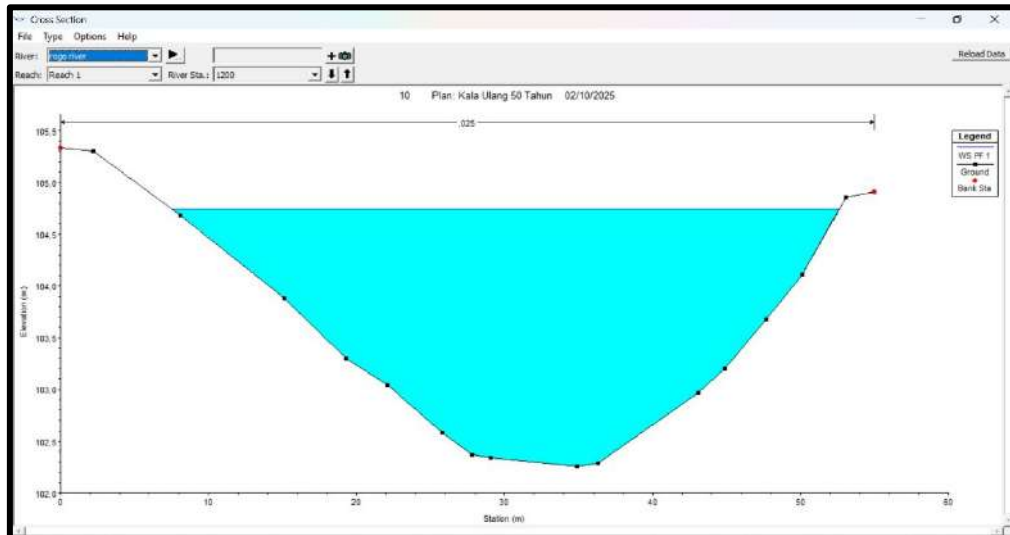


Gambar 4.42 Kondisi Aliran Sungai Kala Ulang 50 Tahun

Pada kala ulang 25 tahun dengan debit 265,40 m<sup>3</sup>/detik, terlihat aliran sungai Rogo di hulu pada Sta 1200 – 0 semakin melebar mengikuti penampang sungai. Tinggi muka air ekstrim terjadi pada Sta. 950 sampai Sta. 350 dengan tinggi muka air terbesar terjadi di Sta. 450.

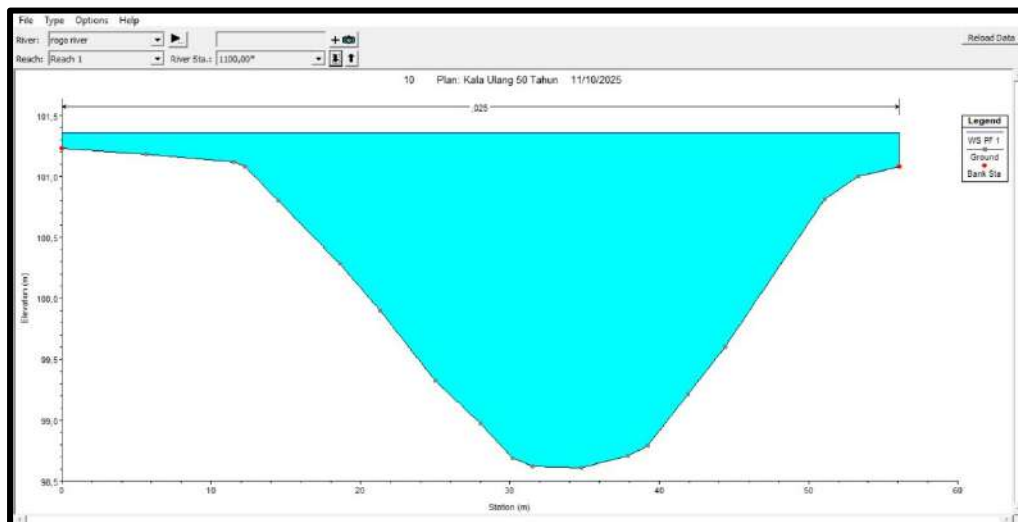


Gambar 4.43 Gambar Potongan Memanjang Aliran Sungai Kala Ulang 50 Tahun Sta . 0 - Sta. 1200



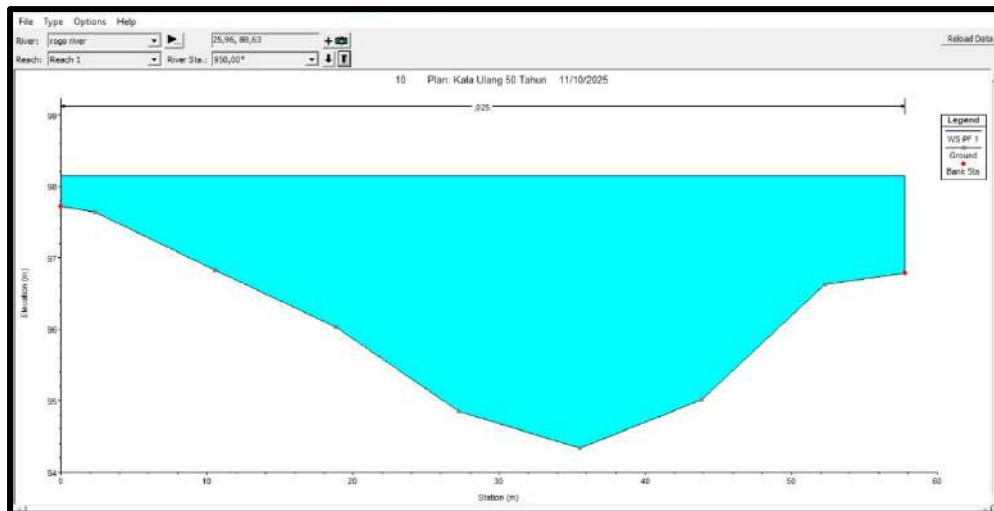
Gambar 4.44 Sta. 1200 Kala Ulang 50 Tahun

Pada Sta. 1200 elevasi dasar sungai  $\pm 102,26$  meter, elevasi tepi sungai sebelah kiri  $\pm 105,33$  meter dan elevasi tepi sungai sebelah kanan  $\pm 104,91$  meter. Lebar sungai sebesar  $\pm 54,96$  meter dan tinggi muka air  $\pm 2,48$  meter. Pada Sta. 1200 terlihat bahwa sungai tidak meluap karena tinggi muka air tidak melewati tepi sungai.



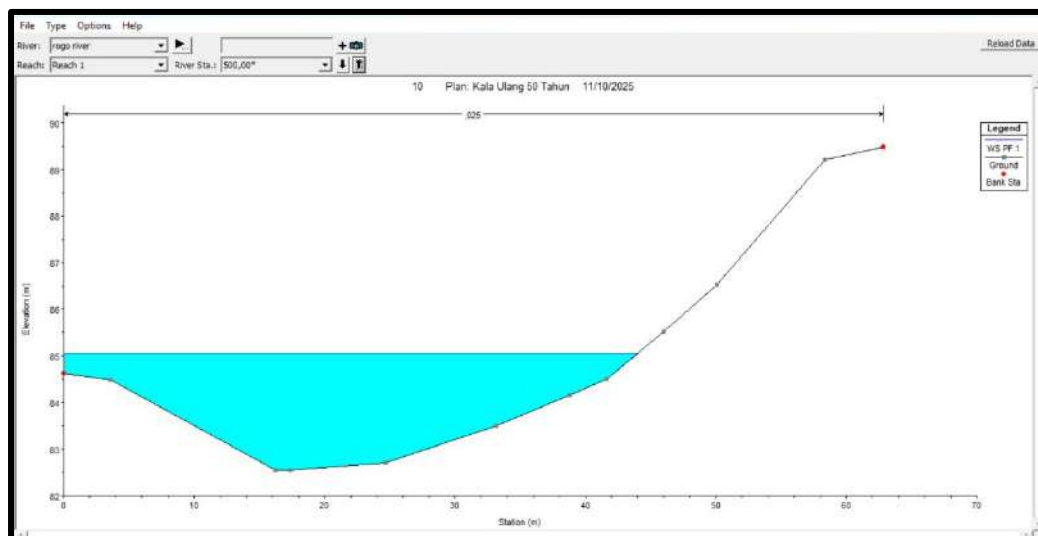
Gambar 4.45 Sta. 1100 Kala Ulang 50 Tahun

Pada Sta. 1100 alur sungai melebar dengan lebar  $\pm 56,09$  dan tinggi muka air sebesar  $\pm 2,73$  meter. Elevasi dasar sungai  $\pm 98,62$  meter, elevasi tepi sungai sebelah kiri  $\pm 101,23$  meter dan elevasi tepi sungai sebelah kanan 101,08 meter. Pada Sta. 1100 terlihat tinggi muka air melewati elevasi tepi sungai dikedua sisinya.



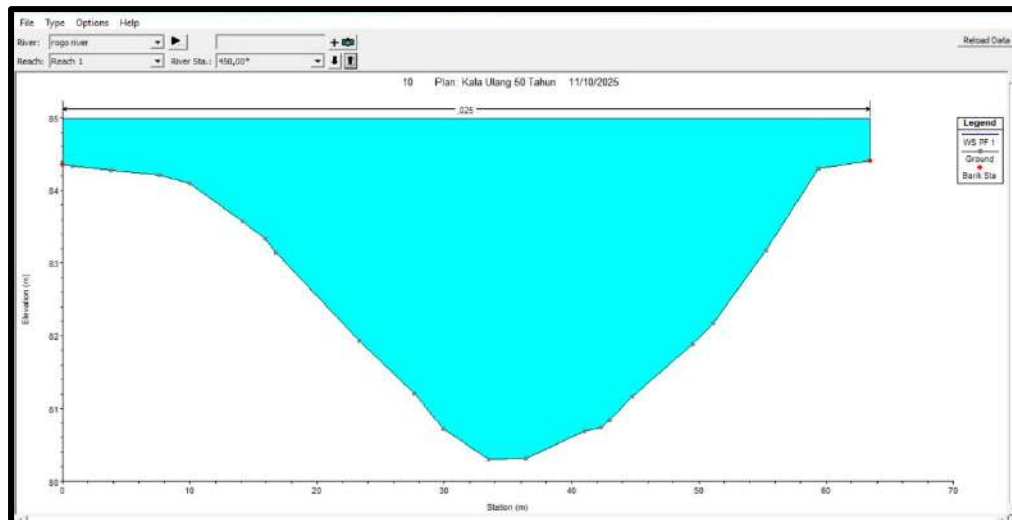
Gambar 4.46 Sta. 950 Kala Ulang 50 Tahun

Pada Sta. 950 sungai melebar dengan ukuran  $\pm 96,79$  serta elevasi dasar sungai  $\pm 94,34$  meter, elevasi tepi sungai sebelah kiri  $\pm 97,72$  meter dan elevasi tepi sungai sebelah kanan 96,79 meter. Tinggi muka air di Sta. 950 adalah 3,82 meter. Terlihat pada Sta 950 air meluap melewati tepi sungai sebelah kanan dan tepi sungai sebelah kiri.



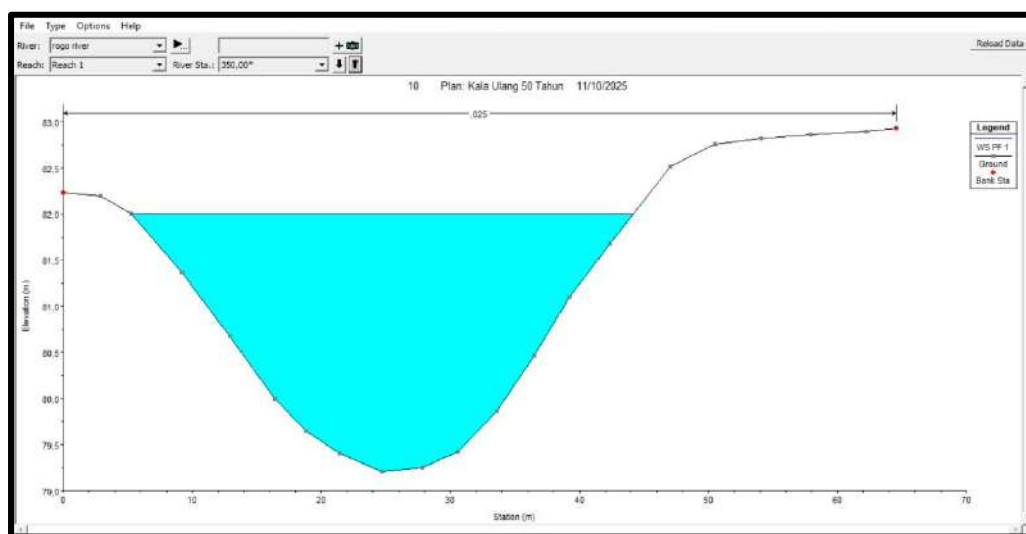
Gambar 4.47 Sta. 500 Kala Ulang 50 Tahun

Pada Sta. 500 elevasi dasar sungai  $\pm 82,55$  dan elevasi tepi sungai sebelah kiri  $\pm 84,62$  dan elevasi tepi sungai sebelah kanan  $\pm 89,49$  meter. Tinggi muka air di Sta. 500 adalah  $\pm 2,36$  meter dan pada titik ini sungai meluap sebelah kiri.



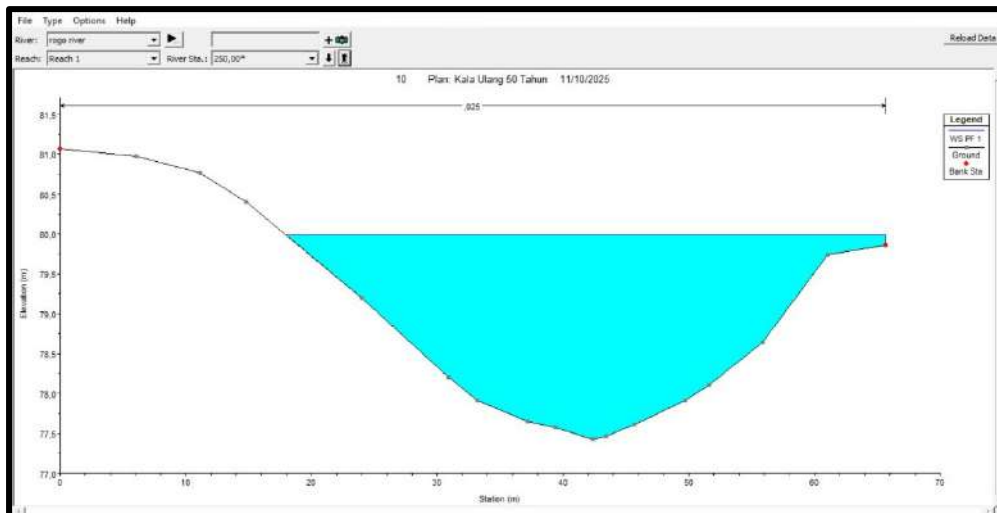
Gambar 4.48 Sta. 450 Kala Ulang 50 Tahun

Pada Sta. 450 lebar sungai  $\pm 63,44$  meter dan tinggi muka air  $\pm 5,05$  meter. Elevasi dasar sungai  $\pm 80,30$  meter, elevasi tepi sungai sebelah kiri  $\pm 84,54$  meter dan elevasi tepi sungai sebelah kanan  $\pm 84,41$  meter. Terlihat pada Sta. 450 sungai meluap pada kedua sisinya.



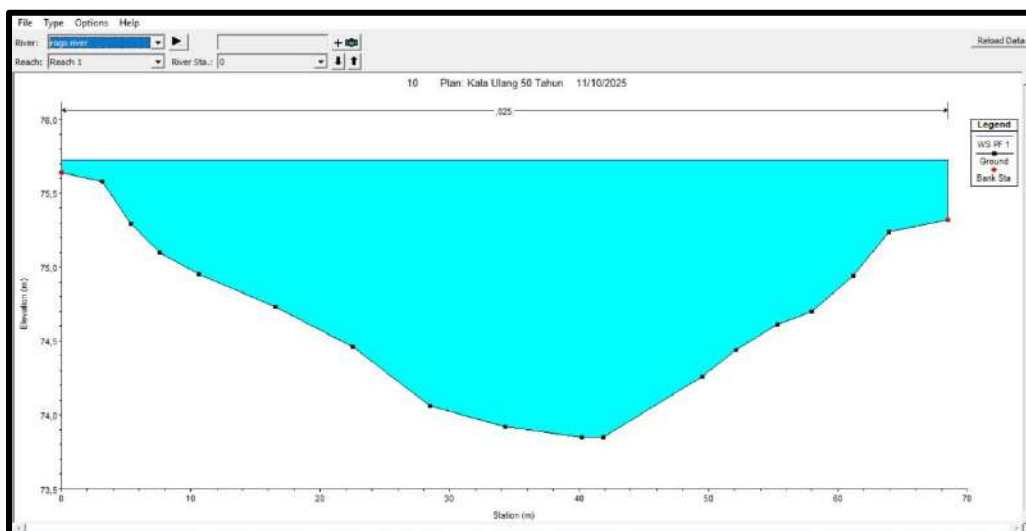
Gambar 4.49 Sta. 350 Kala Ulang 50 Tahun

Pada Sta. 350 lebar sungai sebesar  $\pm 64,57$  meter, elevasi dasar sungai  $\pm 79,21$  dan tinggi muka air  $\pm 2,82$  meter. Elevasi tepi sungai sebelah kiri  $\pm 82,23$  dan elevasi tepi sungai sebelah kanan adalah  $\pm 82,93$ . Terlihat pada Sta. 350 sungai tidak meluap.



Gambar 4.50 Sta. 250 Kala Ulang 50 Tahun

Pada Sta. 250 elevasi tepi sungai sebelah kiri  $\pm 81,06$  meter dan elevasi tepi sungai sebelah kanan  $\pm 79,89$ . Lebar sungai  $\pm 65,70$  meter, tinggi muka air  $\pm 2,51$  meter dan elevasi dasar sungai  $\pm 77,43$  meter. Pada Sta. 250 sungai meluap di sisi sungai sebelah kanan.



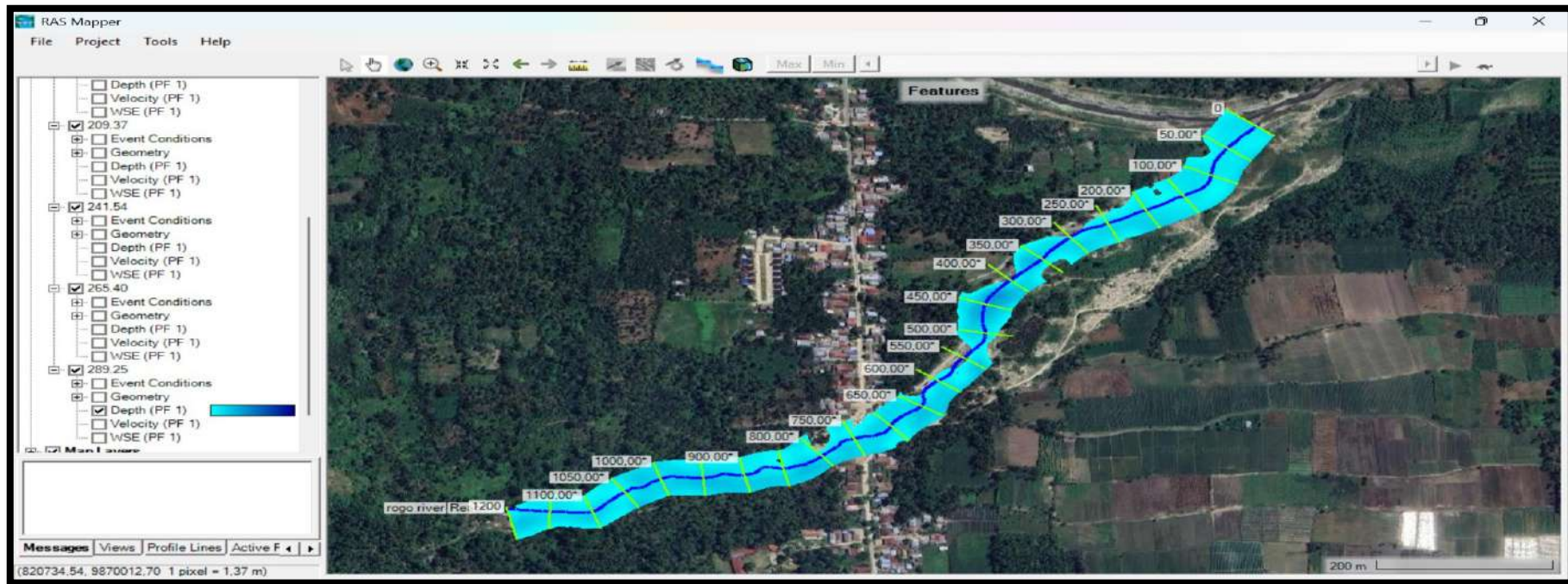
Gambar 4.51 Sta. 0 Kala Ulang 50 Tahun

Pada Sta. 0 lebar sungai  $\pm 68,52$  meter dan tinggi muka air  $\pm 1,84$  meter. Elevasi dasar sungai  $\pm 73,85$  meter, elevasi tepi sungai sebelah kiri  $\pm 75,64$  meter dan elevasi tepi sungai sebelah kanan  $\pm 75,32$  meter. Terlihat pada Sta. 0 Sungai meluap di sisi kanan dan kiri.



#### 4.2.6 Simulasi Kala ulang 100 tahun

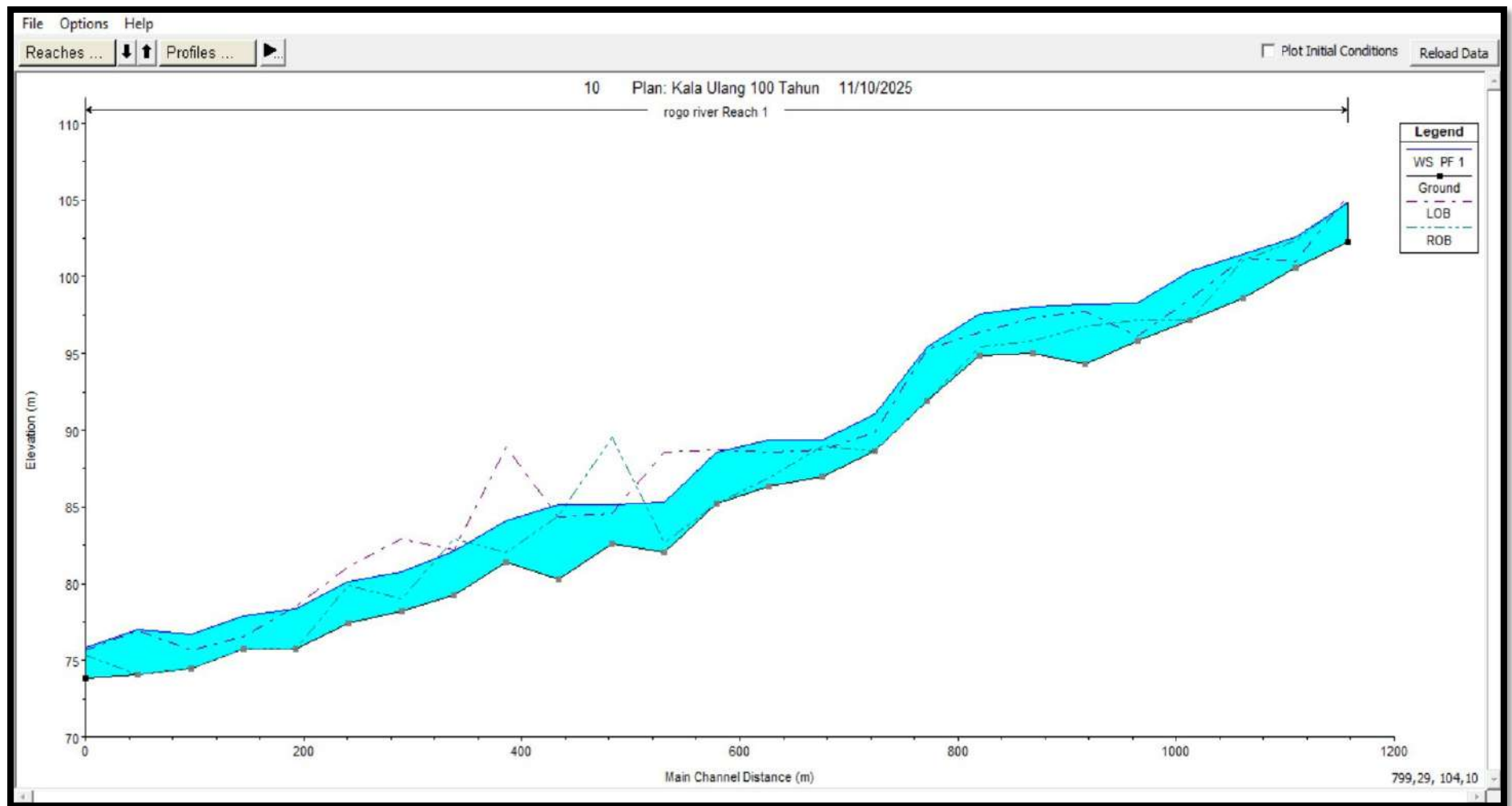
Nama Sungai : Sungai Rogo  
Panjang Sungai : 1200 meter  
Debit : 289,25 m<sup>3</sup>/detik



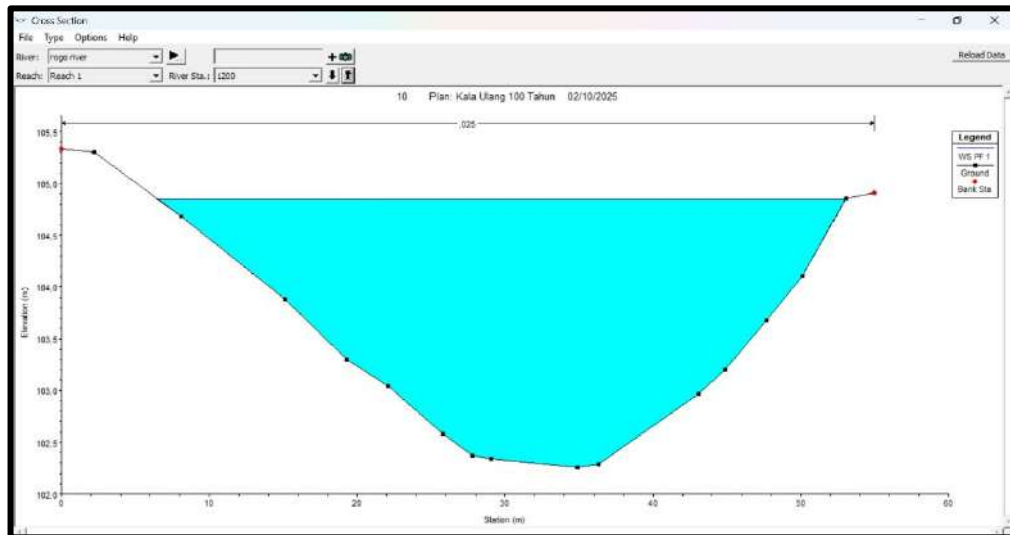
Gambar 4.52 Kondisi Aliran Sungai Kala Ulang 100 Tahun

Pada kala ulang 100 tahun dengan debit 289,25 m<sup>3</sup>/detik, terlihat aliran sungai Rogo di hulu pada Sta 1200 – 0 semakin melebar mengikuti penampang sungai. Tinggi muka air ekstrim terjadi pada Sta. 950 sampai Sta. 350 dengan tinggi muka air terbesar terjadi di Sta. 450.



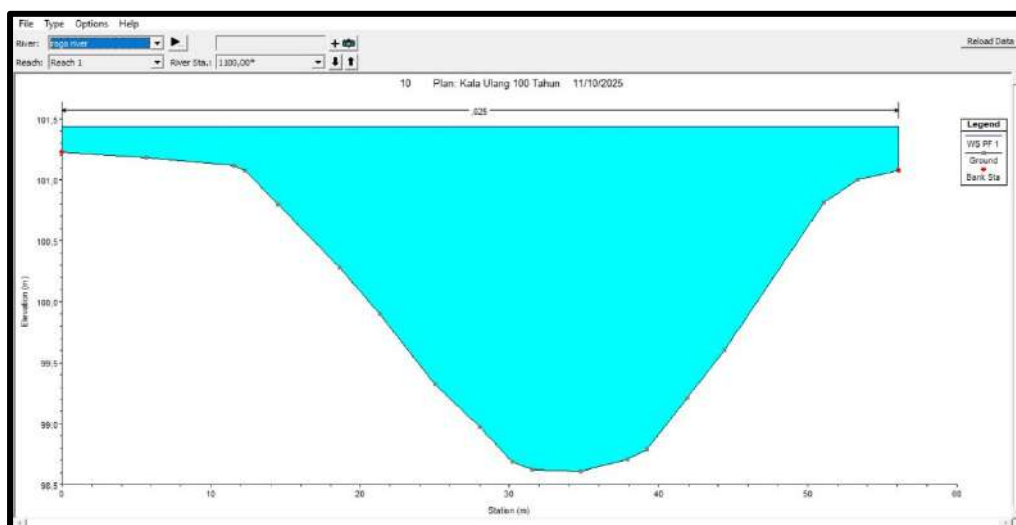


Gambar 4.53 Gambar Potongan Memanjang Aliran Sungai Kala Ulang 100 Tahun Sta . 0 - Sta. 1200



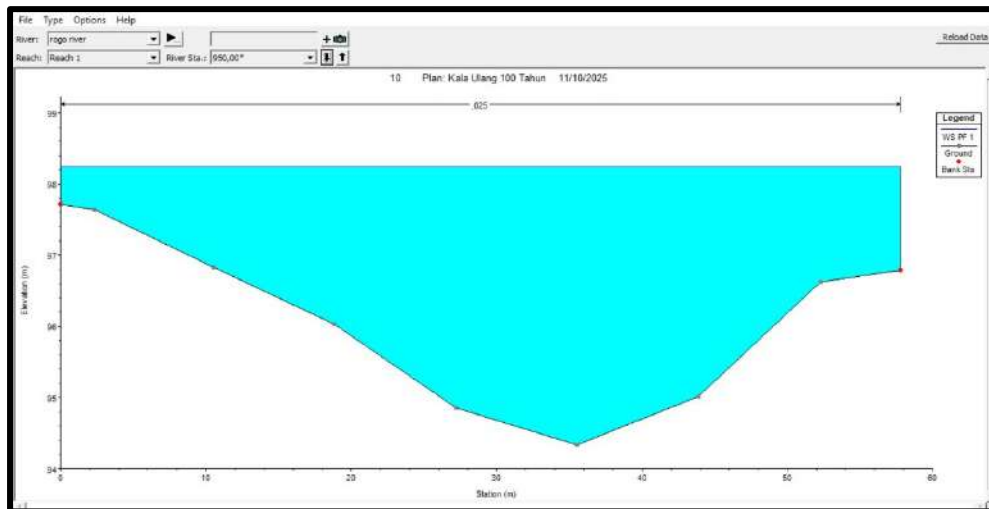
Gambar 4.54 Sta. 1200 Kala Ulang 100 Tahun

Pada Sta. 1200 elevasi dasar sungai  $\pm 102,26$  meter, elevasi tepi sungai sebelah kiri  $\pm 105,33$  meter dan elevasi tepi sungai sebelah kanan  $\pm 104,91$  meter. Lebar sungai sebesar  $\pm 54,96$  meter dan tinggi muka air  $\pm 2,59$  meter. Pada Sta. 1200 terlihat bahwa sungai tidak meluap karena tinggi muka air tidak melewati tepi sungai namun hampir sejajar di tepi sebelah kanan.



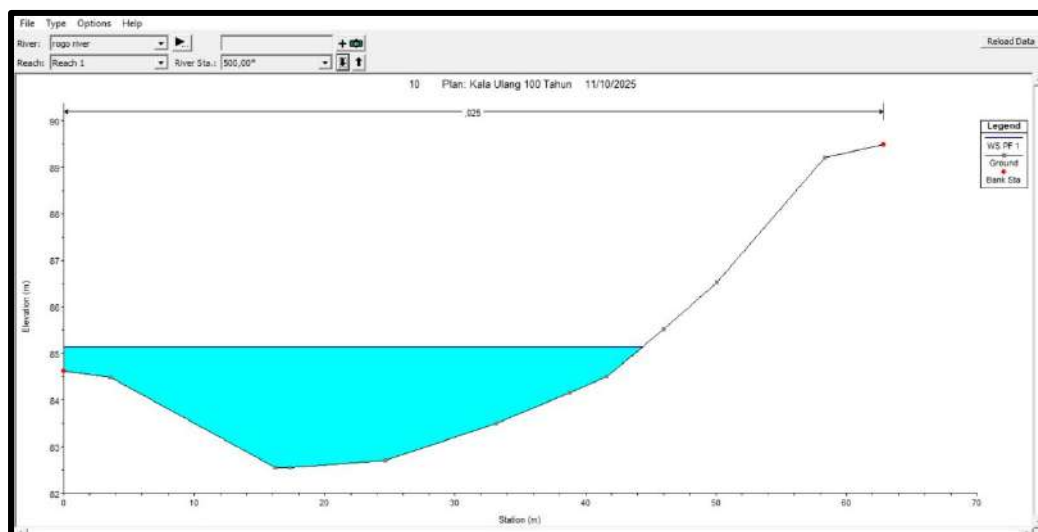
Gambar 4.55 Sta. 1100 Kala Ulang 100 Tahun

Pada Sta. 1100 alur sungai melebar dengan lebar  $\pm 56,09$  dan tinggi muka air sebesar  $\pm 2,79$  meter. Elevasi dasar sungai  $\pm 98,62$  meter, elevasi tepi sungai sebelah kiri  $\pm 101,23$  meter dan elevasi tepi sungai sebelah kanan 101,08 meter. Pada Sta. 1100 terlihat tinggi muka air melewati elevasi tepi kanan dan kiri sungai.



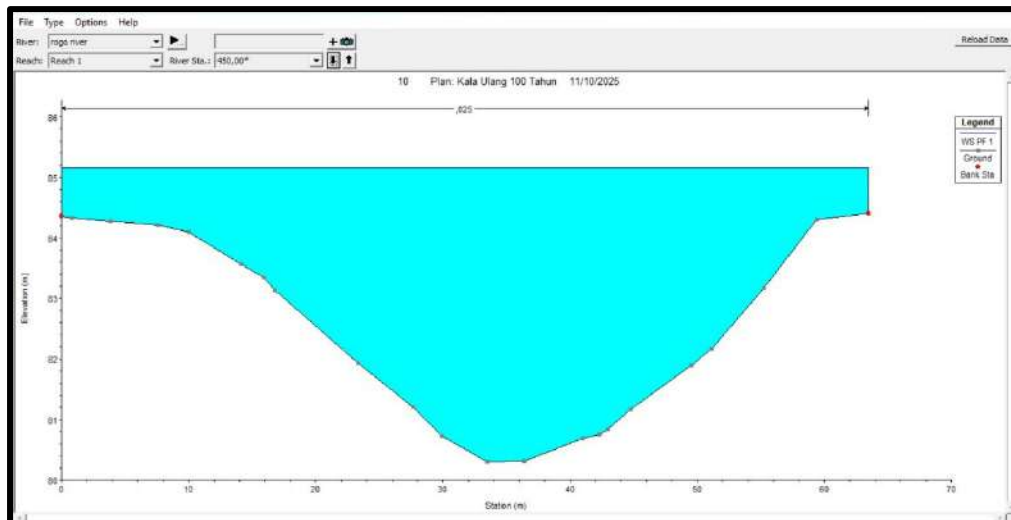
Gambar 4.56 Sta. 950 Kala Ulang 100 Tahun

Pada Sta. 950 sungai melebar dengan ukuran  $\pm 96,79$  serta elevasi dasar sungai  $\pm 94,34$  meter, elevasi tepi sungai sebelah kiri  $\pm 97,72$  meter dan elevasi tepi sungai sebelah kanan  $96,79$  meter. Tinggi muka air di Sta. 950 adalah  $3,92$  meter. Terlihat pada Sta 950 air meluap melewati tepi sungai sebelah kanan dan tepi sungai sebelah kiri.



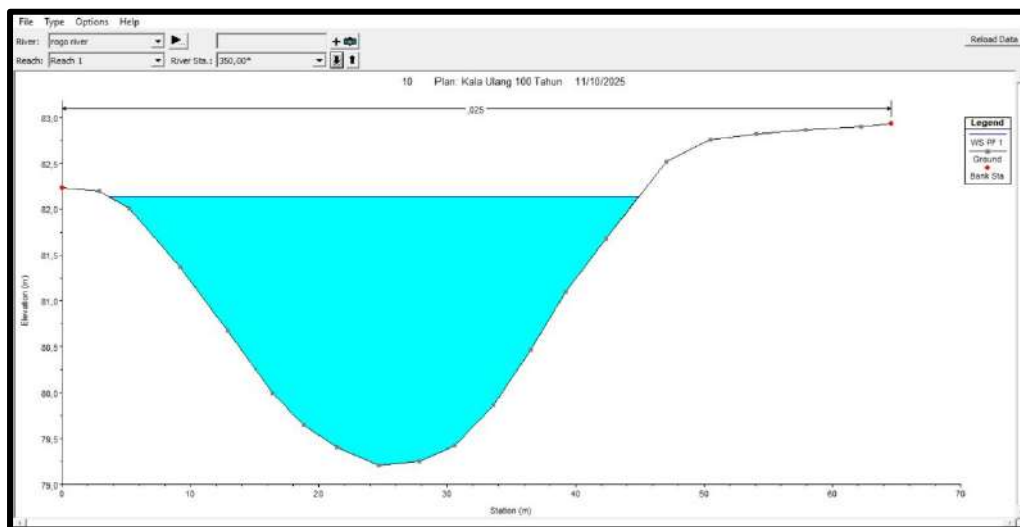
Gambar 4.57 Sta. 500 Kala Ulang 100 Tahun

Pada Sta. 500 elevasi dasar sungai  $\pm 82,55$  dan elevasi tepi sungai sebelah kiri  $\pm 84,62$  dan elevasi tepi sungai sebelah kanan  $\pm 89,49$  meter. Tinggi muka air di Sta. 500 adalah  $\pm 2,63$  meter dan pada titik ini sungai meluap sebelah kiri.



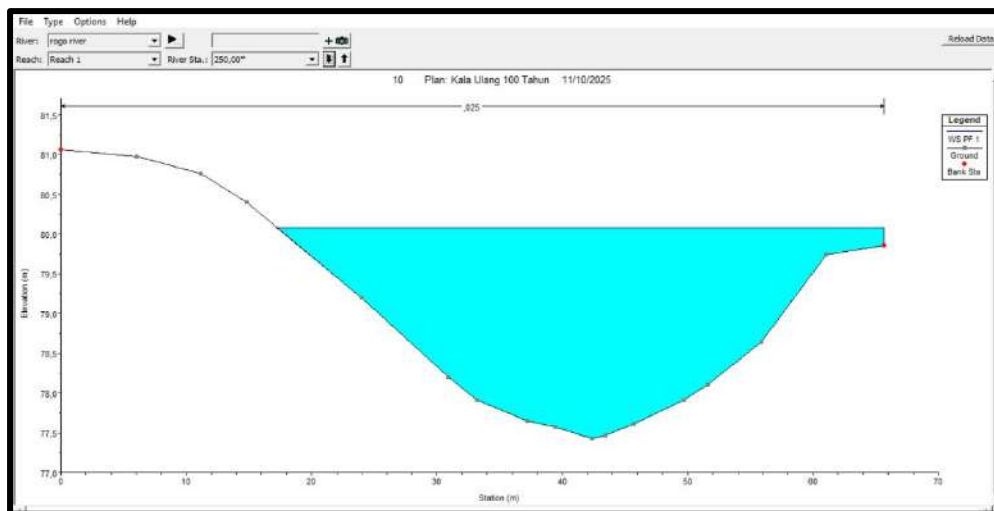
Gambar 4.58 Sta. 450 Kala Ulang 100 Tahun

Pada Sta. 450 lebar sungai  $\pm 63,44$  meter dan tinggi muka air  $\pm 5,24$  meter. Elevasi dasar sungai  $\pm 80,30$  meter, elevasi tepi sungai sebelah kiri  $\pm 84,54$  meter dan elevasi tepi sungai sebelah kanan  $\pm 84,41$  meter. Terlihat pada Sta. 450 sungai meluap pada kedua sisinya.



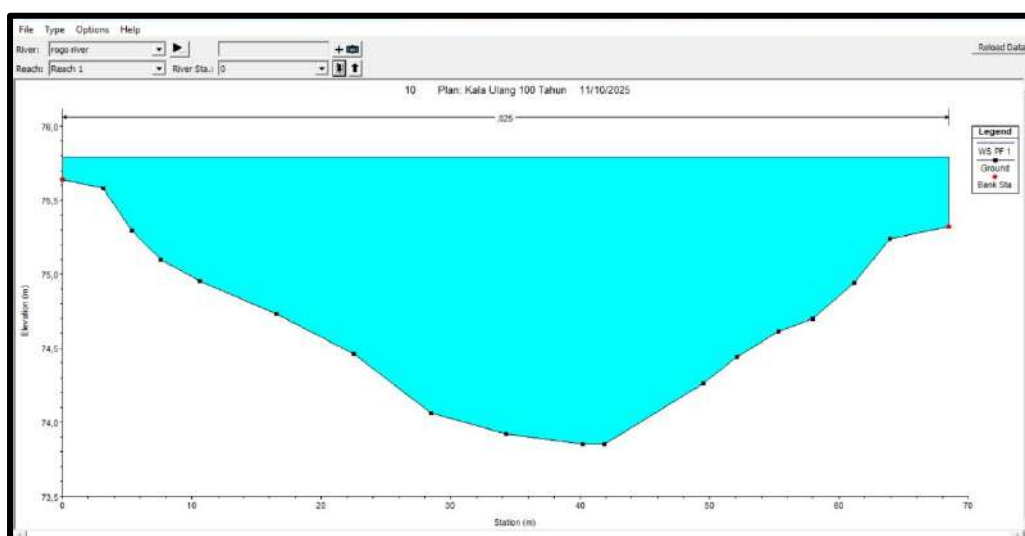
Gambar 4.59 Sta. 350 Kala Ulang 100 Tahun

Pada Sta. 350 lebar sungai sebesar  $\pm 64,57$  meter, elevasi dasar sungai  $\pm 79,21$  dan tinggi muka air  $\pm 2,94$  meter. Elevasi tepi sungai sebelah kiri  $\pm 82,23$  dan elevasi tepi sungai sebelah kanan adalah  $\pm 82,93$ . Terlihat pada Sta. 350 sungai tidak meluap.



Gambar 4.60 Sta. 250 Kala Ulang 100 Tahun

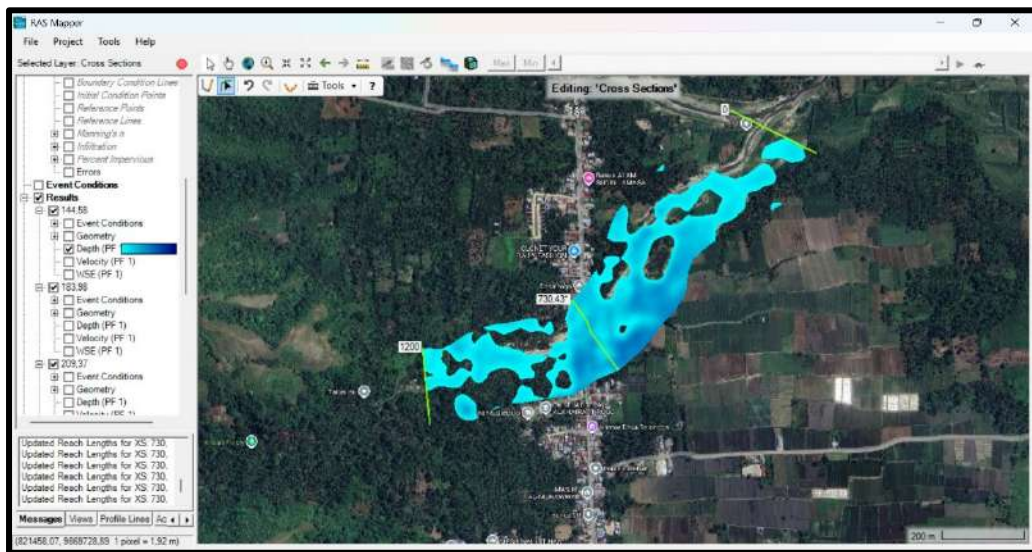
Pada Sta. 250 elevasi tepi sungai sebelah kiri  $\pm 81,06$  meter dan elevasi tepi sungai sebelah kanan  $\pm 79,89$ . Lebar sungai  $\pm 65,70$  meter, tinggi muka air  $\pm 2,61$  meter dan elevasi dasar sungai  $\pm 77,43$  meter. Pada Sta. 250 sungai meluap di sisi sebelah kanan.



Gambar 4.61 Sta. 0 Kala Ulang 100 Tahun

Pada Sta. 0 lebar sungai  $\pm 68,52$  meter dan tinggi muka air  $\pm 1,91$  meter. Elevasi dasar sungai  $\pm 73,85$  meter, elevasi tepi sungai sebelah kiri  $\pm 75,64$  meter dan elevasi tepi sungai sebelah kanan  $\pm 75,32$  meter. Terlihat pada Sta. 0 Sungai meluap di sisi kanan dan kiri.

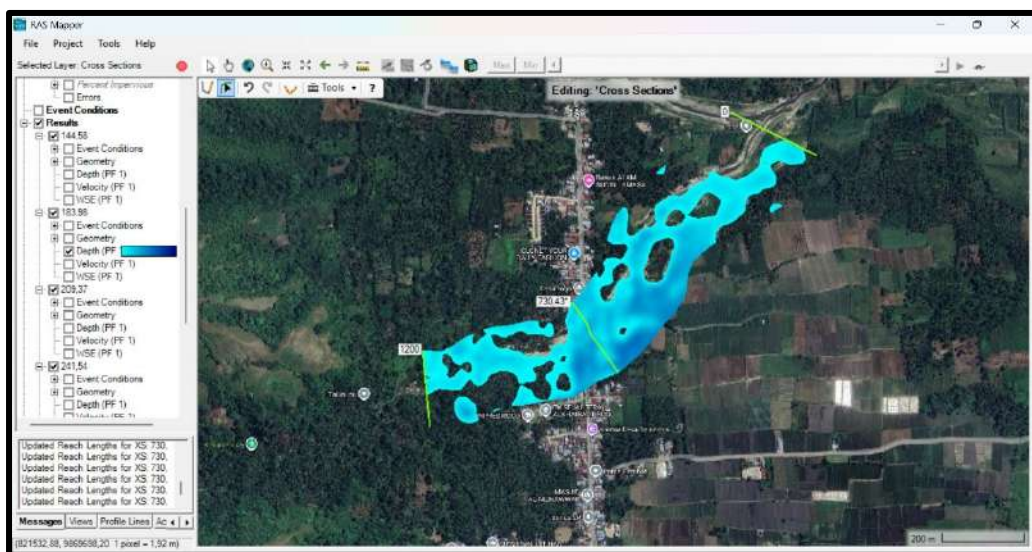
#### 4.2.7 Simulasi Peta Genangan Kala ulang 2 tahun



Gambar 4.62 Peta Genangan Kala Ulang 2 Tahun

Pada kala ulang 2 tahun dengan debit 144,58 m<sup>3</sup>/detik, terlihat aliran sungai Rogo di hulu pada Sta 1200 – 0, bahwa kapasitas penampang sungai di segmen tertentu tidak mampu menampung debit banjir rencana.

#### 4.2.8 Simulasi Peta Genangan Kala ulang 5 tahun

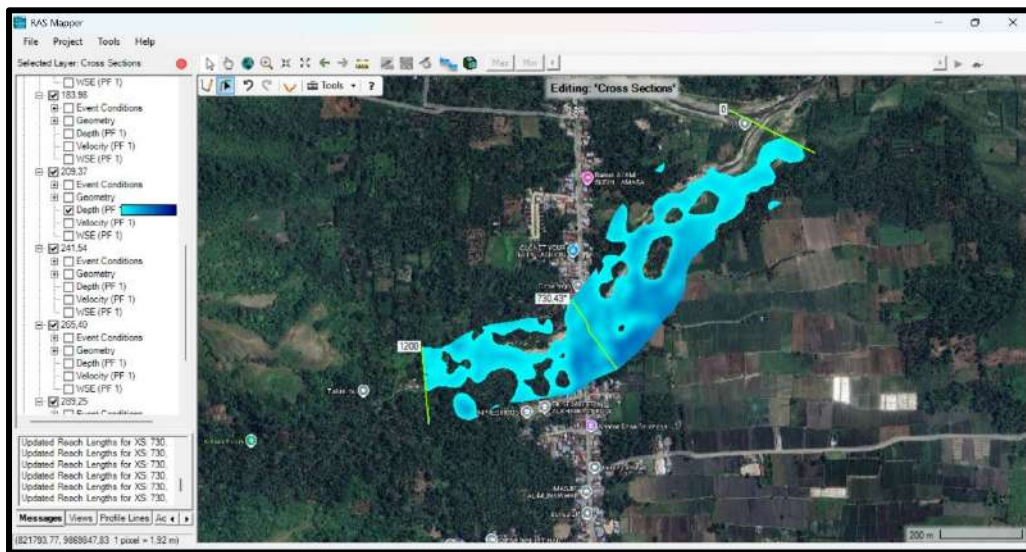


Gambar 4.63 Peta Genangan Kala Ulang 5 Tahun

Pada kala ulang 5 tahun dengan debit 183,98 m<sup>3</sup>/detik, terlihat aliran sungai Rogo di hulu pada Sta 1200 – 0, bahwa kapasitas penampang sungai di segmen tertentu tidak mampu menampung debit banjir rencana.



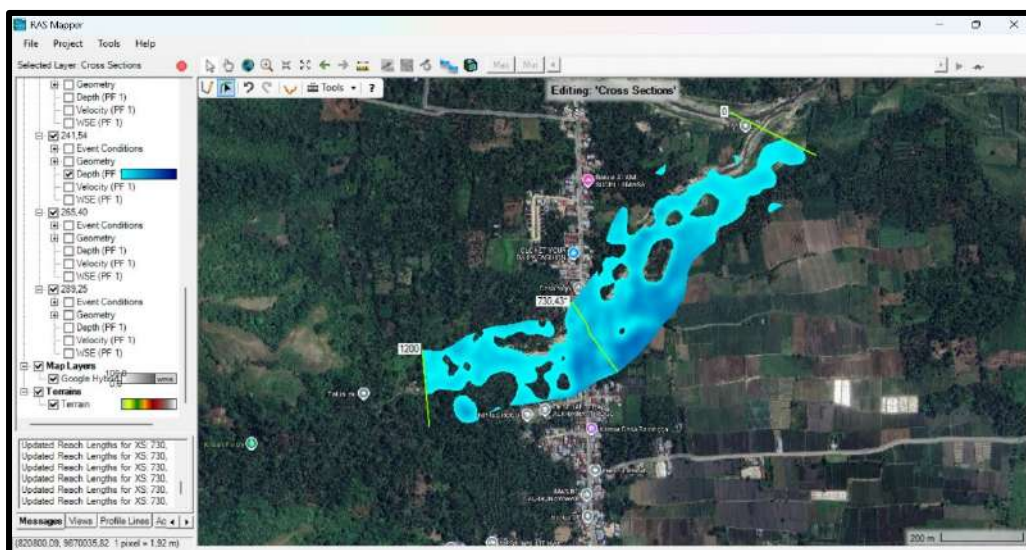
#### 4.2.9 Simulasi Peta Genangan Kala ulang 10 tahun



Gambar 4.64 Peta Genangan Kala Ulang 10 Tahun

Pada kala ulang 10 tahun dengan debit 209,37 m<sup>3</sup>/detik, terlihat aliran sungai Rogo di hulu pada Sta 1200 – 0, bahwa kapasitas penampang sungai di segmen tertentu tidak mampu menampung debit banjir rencana.

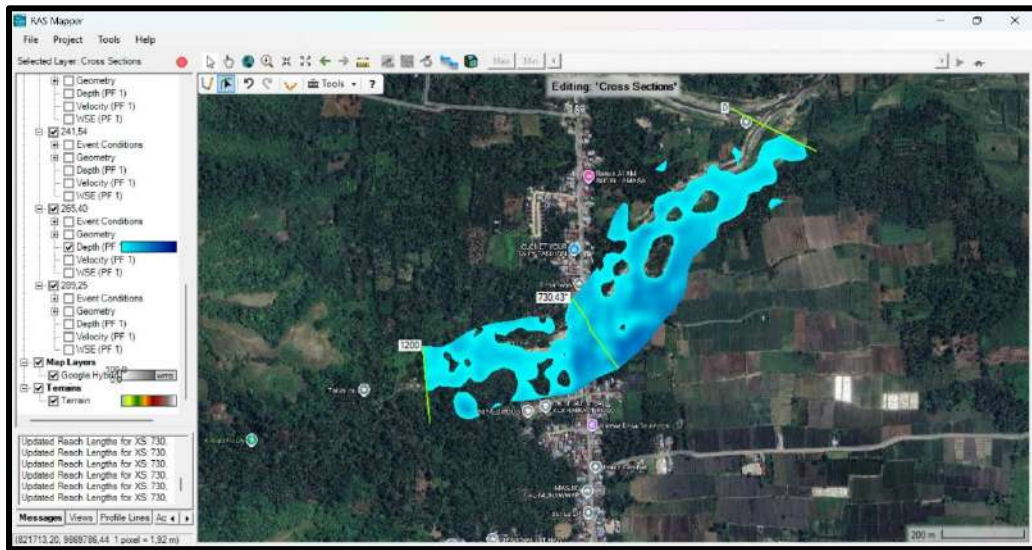
#### 4.2.10 Simulasi Peta Genangan Kala ulang 25 tahun



Gambar 4.65 Peta Genangan Kala Ulang 25 Tahun

Pada kala ulang 25 tahun dengan debit 241,54 m<sup>3</sup>/detik, terlihat aliran sungai Rogo di hulu pada Sta 1200 – 0, bahwa kapasitas penampang sungai di segmen tertentu tidak mampu menampung debit banjir rencana.

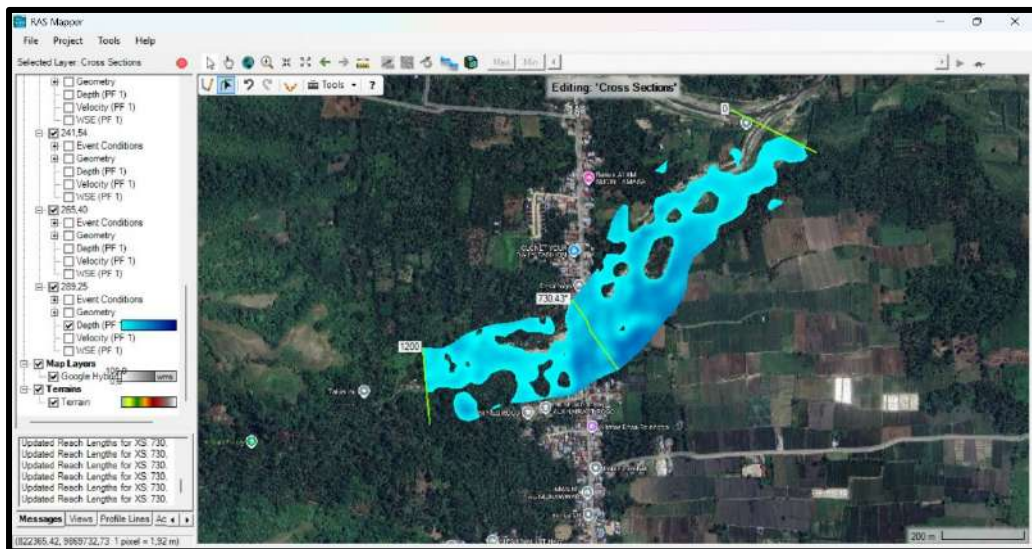
#### 4.2.11 Simulasi Peta Genangan Kala ulang 50 tahun



Gambar 4.66 Peta Genangan Kala Ulang 50 Tahun

Pada kala ulang 50 tahun dengan debit 265,40 m<sup>3</sup>/detik, terlihat aliran sungai Rogo di hulu pada Sta 1200 – 0, bahwa kapasitas penampang sungai di segmen tertentu tidak mampu menampung debit banjir rencana.

#### 4.2.12 Simulasi Peta Genangan Kala ulang 100 tahun



Gambar 4.67 Peta Genangan Kala Ulang 100 Tahun

Pada kala ulang 100 tahun dengan debit 289,25 m<sup>3</sup>/detik, terlihat aliran sungai Rogo di hulu hingga hilir, diperkirakan tambah meluas dari gambar, menyebar dan melingkupi area permukiman dan lahan di sepanjang jalur alirannya. Akibatnya, terjadi limpasan air ke arah kanan dan kiri sungai yang menyebabkan perluasan area genangan.



Untuk hasil simulasi kala ulang 2, 5, 10, 25, 50 dan 100 tahun dalam ukuran A3 dapat dilihat pada lampiran 7.

#### **4.3 Pembahasan**

Analisis hidrologi untuk perhitungan debit banjir rencana di Sungai Rogo dilakukan dengan menggunakan data curah hujan harian maksimum periode 2014–2024. Penentuan curah hujan rencana diawali dengan analisis distribusi frekuensi, yakni melalui perhitungan parameter statistik sebagai dasar dalam menentukan jenis distribusi yang sesuai. Selanjutnya dilakukan uji distribusi frekuensi untuk memastikan metode yang dipilih layak digunakan dalam perhitungan curah hujan rencana. Berdasarkan hasil pengujian, distribusi yang digunakan adalah Log Pearson III. Melalui uji Chi-Kuadrat dan Smirnov-Kolmogorov, diperoleh hasil bahwa metode Log Pearson III dinyatakan sesuai untuk digunakan.

Dari perhitungan hujan rencana menggunakan metode Log Pearson III diperoleh curah hujan rencana untuk kala ulang 2 tahun ( $R_2$ ) = 50,859 mm, kala ulang 5 tahun ( $R_5$ ) = 64,719 mm, kala ulang 10 tahun ( $R_{10}$ ) = 73,651, kala ulang 25 tahun ( $R_{25}$ ) = 84,967 mm, kala ulang 50 tahun ( $R_{50}$ ) = 93,358 dan kala ulang 100 tahun ( $R_{100}$ ) = 101,751 mm.

Setelah diperoleh besar curah hujan rencana pada setiap kala ulang, kemudian dihitung waktu efektif dan intensitas hujan. Besar waktu efektif ( $t_c$ ) = 0,32 jam dan intensitas hujan ( $I$ ) = 38,02 mm/jam. Kemudian dilakukan perhitungan debit banjir rencana dengan menggunakan metode Rasional. Dan diperoleh debit banjir untuk kala ulang 2 tahun ( $Q_2$ ) = 144,58 m<sup>3</sup>/detik, kala ulang 5 tahun ( $Q_5$ ) = 183,98 m<sup>3</sup>/detik, kala ulang 10 tahun ( $Q_{10}$ ) = 209,37 m<sup>3</sup>/detik, kala ulang 25 tahun ( $Q_{25}$ ) = 241,54 m<sup>3</sup>/detik, kala ulang 50 tahun ( $Q_{50}$ ) = 265,40 m<sup>3</sup>/detik dan kala ulang 100 tahun ( $Q_{100}$ ) = 289,25 m<sup>3</sup>/detik.

Analisis hidrolika dengan menggunakan aplikasi HEC-RAS pada kala ulang 2 tahun dengan debit 144,58 m<sup>3</sup>/detik menunjukkan bahwa tinggi muka air di hulu sungai (Sta. 1200) sebesar 2,09 meter dengan kondisi sungai tidak meluap, sedangkan di hilir sungai tinggi muka air tercatat 1,42 meter dan juga tidak meluap. Tinggi muka air maksimum terjadi pada Sta. 450 dengan nilai 3,68 meter, di mana kondisi sungai mengalami luapan. Secara umum, luapan air sungai teridentifikasi pada beberapa titik tertentu sepanjang alur sungai.

Hasil simulasi menggunakan HEC-RAS pada kala ulang 5 tahun dengan debit banjir sebesar 183,98 m<sup>3</sup>/detik menunjukkan bahwa tinggi muka air maksimum terjadi

di Sta. 450 dengan nilai 4,35 meter. Sementara itu, di hulu sungai pada (Sta. 1200) tinggi muka air tercatat 2,09 meter, dan di hilir sungai pada (Sta. 0) sebesar 1,57 meter. Pada kondisi ini, luapan air sungai terjadi di beberapa titik sepanjang alur sungai.

Pada kala ulang 10 tahun dengan debit banjir sebesar 209,37 m<sup>3</sup>/detik, hasil simulasi menunjukkan tinggi muka air di hilir sungai (Sta. 0) sebesar 1,66 meter. Tinggi muka air maksimum terjadi di Sta. 450 dengan nilai 4,59 meter, sedangkan di hulu sungai (Sta. 1200) tercatat sebesar 2,22 meter. Pada kondisi ini, sungai mengalami luapan di beberapa titik tertentu sepanjang alur sungai.

Pada debit 241,54 m<sup>3</sup>/detik dengan kala ulang 25 tahun, hasil simulasi hidrolika menggunakan perangkat lunak HEC-RAS menunjukkan bahwa tinggi muka air di hulu sungai (Sta. 1200) mencapai 2,38 meter, sedangkan di hilir sungai (Sta. 0) tercatat sebesar 1,77 meter. Luapan sungai terjadi di beberapa titik, dengan tinggi muka air maksimum teridentifikasi di Sta. 450 sebesar 4,86 meter.

Hasil simulasi HEC-RAS pada kala ulang 50 tahun dengan debit sebesar 265,40 m<sup>3</sup>/detik menunjukkan bahwa tinggi muka air di hulu sungai (Sta. 1200) mencapai 2,48 meter dengan kondisi sungai tidak meluap. Pada hilir sungai (Sta. 0), tinggi muka air sebesar 1,84 meter dengan kondisi sungai telah meluap. Tinggi muka air maksimum terjadi di Sta. 450, yaitu sebesar 5,05 meter. Luapan sungai mulai terjadi pada (Sta. 1100) dengan tinggi muka air 2,73 meter, dan berlanjut hingga hilir sungai di (Sta. 0).

Pada kala ulang 100 tahun dengan debit  $Q_{100}$  sebesar 289,25 m<sup>3</sup>/detik, diperoleh tinggi muka air di hulu sungai (Sta. 1200) sebesar 2,59 meter, sedangkan di hilir sungai (Sta. 0) sebesar 1,91 meter. Sungai mulai meluap pada (Sta. 1100) dengan tinggi muka air 2,79 meter dan kondisi luapan terus terjadi hingga hilir sungai di (Sta. 0). Tinggi muka air maksimum terjadi pada Sta. 450 sebesar 5,24 meter.

Berdasarkan hasil simulasi, terlihat bahwa tinggi muka air di hulu sungai mengalami peningkatan seiring dengan melebarnya alur sungai dan bertambahnya kedalaman penampang. Kondisi luapan mulai terjadi pada Sta. 1100 dan berlanjut hingga Sta. 0 di bagian hilir. Hal ini menunjukkan bahwa penampang Sungai Rogo tidak mampu menampung debit banjir rencana pada segmen tertentu, khususnya pada (Sta. 1100) hingga (Sta. 0).

Hasil peta genangan menggunakan aplikasi HEC-RAS menunjukkan bahwa wilayah Desa Rogo dan sekitarnya mengalami genangan banjir dengan sebaran yang cukup signifikan. Visualisasi peta genangan memperlihatkan bahwa luapan air sungai

tidak hanya terkonsentrasi pada alur utama, tetapi juga meluas ke daerah permukiman, lahan pertanian, serta fasilitas umum desa. Warna biru pada peta mengindikasikan kedalaman genangan, di mana variasi intensitas genangan memperlihatkan perbedaan tingkat kerentanan wilayah terdampak.

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan studi yang telah dilakukan, dapat disimpulkan :

1. Debit banjir rencana yang terjadi di Sungai Rogo untuk kala ulang 2 tahun  $Q_2 = 144,58 \text{ m}^3/\text{detik}$ , kala ulang 5 tahun  $Q_5 = 183,98 \text{ m}^3/\text{detik}$ , kala ulang 10 tahun  $Q_{10} = 209,37 \text{ m}^3/\text{detik}$ , kala ulang 25 tahun  $Q_{25} = 241,54 \text{ m}^3/\text{detik}$ , kala ulang 50 tahun  $Q_{50} = 265,40 \text{ m}^3/\text{detik}$  dan kala ulang 100 tahun  $Q_{100} = 289,25 \text{ m}^3/\text{detik}$ .
2. Hasil simulasi menunjukkan Sungai Rogo meluap pada setiap kala ulang 2, 5, 10, 25, 50 dan 100 tahun. Sungai Rogo hanya meluap pada segmen sungai tertentu yang dangkal dan menyempit. Sungai Rogo meluap Sta 1100 sampai Sta 0.
3. Tinggi muka air Sungai Rogo kala ulang 2 tahun, di Sta. 1200 = 1,85 meter dan di hilir di Sta. 0 = 1,42 meter, kala ulang 5 tahun tinggi muka air di Sta. 1200 = 2,09 meter dan di Sta. 0 = 1,57 meter, kala ulang 10 tahun tinggi muka air di Sta. 1200 = 2,22 meter dan di Sta. 0 = 1,66 meter, kala ulang 25 tahun di Sta. 1200 = 2,38 meter dan di Sta. 0 = 1,77 meter, kala ulang 50 tahun di Sta. 1200 = 2,48 meter dan di Sta. 0 = 1,84 meter, dan kala ulang 100 tahun di Sta. 1200 = 2,59 meter serta di Sta. 0 = 1,91 meter.
4. Hasil permodelan peta genangan menunjukkan bahwa sungai tidak mampu menampung debit banjir rencana sehingga terjadi luapan yang menggenangi permukiman dan lahan di sekitar sungai.

#### **5.2 Saran**

Untuk menyempurnakan penelitian mengenai Analisis Debit Banjir Dan Tinggi Muka Air Sungai Rogo, penulis memberikan saran :

1. Menggunakan data hujan yang berasal dari *Tropical Rainfall Measuring Mission* atau *Global Precipitation Measurement* sebagai pembandingan.
2. Melakukan pemetaan dengan survey menggunakan GPS, baik itu GPS Geodetik maupun GPS Navigasi.
3. Menghitung besarnya debit banjir dengan beberapa metode sehingga dapat diperoleh perbandingan besarnya debit banjir.

4. Melakukan survey sedimentasi berupa analisis komposisi sedimen, laju sedimentasi dan pemetaan wilayah sedimen.
5. Diperlukan langkah mitigasi untuk mengurangi dampak banjir.

## DAFTAR PUSTAKA

- Asiva Noor Rachmayani. 2015. “*Hydrology Analysis For The Johor River Using Synthetic Unit Hydrograph GAMA I.*” 6.
- Bambang Triatmodjo, (2008). Analisis Hidrologi: Dasar-Dasar dan Aplikasi, Jakarta.
- Briantama, R. H., Suhartanto, E., & Sajali, M. A. (2024). Analisis Hidrologi dan Hidrolika Sungai Untuk Pemodelan Banjir Sebagai Upaya Mitigasi Bencana Pada Sungai Kali Surabaya. *Jurnal Teknologi dan Rekayasa Sumber Daya Air*, 4(1), 969-981.
- Direktorat Jenderal Sumber Daya Air. 2022. Modul 2: Analisis Debit Banjir.
- Harto, S. (1993). Hidrologi terapan. Biro Penerbit Keluarga Mahasiswa Teknik Sipil UGM, Yogyakarta.
- Istiarto. 2018. “Simulasi Aliran 1-Dimensi Dengan Bantuan HEC-RAS.
- Khalfallah, C. B., & Saidi, S. (2018). *Spatiotemporal floodplain mapping and prediction using HEC-RAS-GIS tools: Case of the Mejerda river, Tunisia. Journal of African Earth Sciences*, 142, 44-51.
- Laila, N., & Tyas, S. B. N. (2023). Simulasi dengan menggunakan Hidrolik Aplikasi HEC-RAS pada Kali Silandak Semarang (Doctoral dissertation, Universitas Islam Sultan Agung Semarang).
- Limantara, L. M. (2010). Teknik Sumber Daya Air Jilid II. Bandung: Lubuk Agung.
- Mariyam Lapuna. (2016). Perbandingan Debit Banjir Terukur Dengan Debit Banjir Rancangan di DAS Wuno. Teknik Sipil Universitas Tadulako, Palu
- Melany, Fitria, Harmes Harmes, and Freddy Ilfan. 2022. “*Analysis of Design Flood Discharge and Water Level Case Study of the Batang Singkut River Section Sarolangun Regency.*” *Journal of Applied Geospatial Information* 6(2):688–92. doi: 10.30871/jagi.v6i2.4852.
- Namara, W. G., Damisse, T. A., & Tufa, F. G. (2022). *Application of HEC-RAS and HEC-GeoRAS model for flood inundation mapping, the case of Awash bello flood plain, upper Awash River Basin, oromiya regional state, Ethiopia. Modeling Earth Systems and Environment*, 8(2), 1449-1460.
- Ngurah, I. Gusti, Kade Mahesa, Adi Wardana, I. Gusti Lanang, and Made Parwita. 2024. *Analysis of Design Flood Discharge Based on Measured Rainfall Data and Satellite Rainfall Data in Tukad Petanu Watershed , Gianyar Regency.* Vol. 2024. *Atlantis Press International BV*.
- Putra, A. S. (2014). Analisis Distribusi Kecepatan Aliran Sungai Musi (Ruas Sungai: Pulau Kemaro Sampai dengan Muara Sungai Komering) (Doctoral dissertation, Sriwijaya University).
- Sartika Ka’u Soekarno, D., & Mangangka, I. R. (2016). Analisis Debit Banjir Sungai Molompar Kabupaten Minahasa Tenggara. *Jurnal Sipil Statik*, 4(2), 123–133.
- Silitonga, M. (2013). Analisa Debit Banjir Sungai Indragiri di Desa Pasir Kemilu Rengat, Kabupaten Indragiri Hulu (Doctoral dissertation, Universitas Sumatera Utara).

- SNI 2415. (2016). *SNI 2415:2016 – Daerah Aliran Sungai dan Pengelolaannya*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional. Standar Nasional Indonesia,.
- SOSRODARSONO, S., & TAKEDA, K. (1983). Hidrologi untuk pengairan [*Hydrology for watering*]. Jakarta. PT Pradnya Paramita.
- SP, I. P. G. S. (2013). Analisis Debit Banjir Rancangan dengan Menggunakan Hidrograf Satuan Terukur pada Daerah Aliran Sungai Progo Bagian Hulu. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*, 17(2).
- Sri Harto Br. 1993. *Mengenal Dasar Hidrologi Terapan*. Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Suadnya, D. P., Sumarauw, J. S., & Mananoma, T. (2017). Analisis debit banjir dan tinggi muka air banjir sungai sario di titik kawasan citraland. *Jurnal Sipil Statik*, 5(3).
- Surentu, A. A. J., Mangangka, I. R., & Wuisan, E. M. (2016). Analisa Debit Banjir Sungai Ranoyapo Di Desa Lindangan, Kec. Tompaso Baru, Kab. Minahasa Selatan. *Jurnal Sipil Statik*, 4(11), 665–675.
- Suripin (*watervoorziening*). (2004). Sistem drainase perkotaan yang berkelanjutan.
- Syafullah Fattah, Raynald, Asep Irwan, and Ilham Yunus. 2023. “Analisis Debit Banjir Dan Tinggi Muka Air Sungai Cipondoh Di Kota Tangerang.” *Inter Tech* 1(2):51–62. doi: 10.54732/i.v1i2.1064.
- Talumepa, M. Y., Tanudjaja, L., & Sumarauw, J. S. F. (2017). Analisis Debit Banjir Dan Tinggi Muka Air Sungai Lombagin Kabupaten Bolaang Mongondow. *Tekno*, 17(71), 699–710.
- Utomo, D. R. (2020). Studi Evaluasi Kapasitas Penampang Sungai Kening Kabupaten Bojonegoro Dengan Menggunakan Metode HEC-RAS.
- Welliang Aditya Hadipradana Sumarauw Jeffry Tiny Mananoma. 2017. “Analisis Debit Banjir Dan Tinggi Muka Air Sungai Lombagin Kabupaten Bolaang Mangondow.” *EKJurnal Sipil Statik* 5(10):699–710.
- Yuniartanti, R. K. (2018). Mitigasi Banjir Struktural Dan Non-Struktural Untuk Daerah Aliran Sungai Rontu Di Kota Bima (*Structural And Non-Structural Flood Mitigation For Rontu Watershed In Bima City*). *Jurnal Penelitian Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*, 2(2), 137-150.

# LAMPIRAN



# LAMPIRAN 1 RANGKUMAN DATA CURAH HUJAN HARIAN MAKSIMUM



ID WMO : 97072  
 NAMA STASIUN : Stasiun Meteorologi Mutiara Sis-Al Jufri  
 LINTANG : -0.91589  
 BUJUR : 119.90554  
 ELEVASI : 79 Meter

Tahun	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember
2014	16	12,2	23,1	20	-	2,8	34	9	2,6	29,5	17,4	42,2
2015	27	32,7	34,2	33,8	8,9	18,6	4	15	19,8	10	17	-
2016	11	23	8,6	63	31	13,7	15,3	26	15,3	27	5,1	13,2
2017	21,8	20,4	13,6	10,5	23,5	20,9	21,8	37	21	28,7	9,4	7
2018	3	12,5	7,3	3,3	9	10,3	37,9	43,6	39,1	0,2	21,8	4,1
2019	13,2	1,2	35,9	23,8	17,1	62,7	3,3	4,5	12	35,2	17,8	1,5
2020	10	21,2	25,5	27	14,2	15,8	22,5	13,7	55,9	13,4	23,2	11,7
2021	5,2	14,8	30,4	31,7	-	19,5	21,1	24	21,5	81,1	21,5	10,8
2022	15	16,2	42,5	10,2	18,8	27,9	9	15,6	25,2	28,8	4	6,8
2023	20,2	39,2	9,5	13,3	28,8	23,5	71,3	25,1	11,6	8	9,4	8,5
2024	50,5	3	5,9	18,8	35,8	11,6	18,2	32,5	17,7	6,5	19,4	11,7

## Lampiran 2 Tabel Nilai Kritis Distribusi Chi Square

**TABEL NILAI KRITIS DISTRIBUSI CHI-SQUARE**

df	0,1	0,05	0,025	0,001	0,005
1	2,705543	3,841459	5,023886	6,634897	7,879439
2	4,605170	5,991465	7,377759	9,210340	10,596635
3	6,251389	7,814728	9,348404	11,344867	12,838156
4	7,779440	9,487729	11,143287	13,276704	14,860259
5	9,236357	11,070498	12,832502	15,086272	16,749602
6	10,644641	12,591587	14,449375	16,811894	18,547584
7	12,017037	14,067140	16,012764	18,475307	20,277740
8	13,361566	15,507313	17,534546	20,090235	21,954955
9	14,683657	16,918978	19,022768	21,665994	23,589351
10	15,987179	18,307038	20,483177	23,209251	25,188180
11	17,275009	19,675138	21,920049	24,724970	26,756849
12	18,549348	21,026070	23,336664	26,216967	28,299519
13	19,811929	22,362032	24,735605	27,688250	29,819471
14	21,064144	23,684791	26,118948	29,141238	31,319350
15	22,307130	24,995790	27,488393	30,577914	32,801321
16	23,541829	26,296228	28,845351	31,999927	34,267187
17	24,769035	27,587112	30,191009	33,408664	35,718466
18	25,989423	28,869299	31,526378	34,805306	37,156451
19	27,203571	30,143527	32,852327	36,190869	38,582257
20	28,411981	31,410433	34,169607	37,566235	39,996846
21	29,615089	32,670573	35,478876	38,932173	41,401065
22	30,813282	33,924438	36,780712	40,289360	42,795655
23	32,006900	35,172462	38,075627	41,638398	44,181275
24	33,196244	36,415029	39,364077	42,979820	45,558512
25	34,381587	37,652484	40,646469	44,314105	46,927890
26	35,563171	38,885139	41,923170	45,641683	48,289882
27	36,741217	40,113272	43,194511	46,962942	49,644915
28	37,915923	41,337138	44,460792	48,278236	50,993376
29	39,087470	42,556968	45,722286	49,587884	52,335618
30	40,256024	43,772972	46,979242	50,892181	53,671962
31	41,421736	44,985343	48,231890	52,191395	55,002704
32	42,584745	46,194260	49,480438	53,485772	56,328115
33	43,745180	47,399884	50,725080	54,775540	57,648445
34	44,903158	48,602367	51,965995	56,060909	58,963926
35	46,058788	49,801850	53,203349	57,342073	60,274771
36	47,212174	50,998460	54,437294	58,619215	61,581179
37	48,363408	52,192320	55,667973	59,892500	62,883335
38	49,512580	53,383541	56,895521	61,162087	64,181412
39	50,659770	54,572228	58,120060	62,428121	65,475571
40	51,805057	55,758479	59,341707	63,690740	66,765962

### Lampiran 3 Tabel Nilai Kritis Uji Smirnov-Kolmogorov

Tabel Nilai Kritis Uji Kolmogorov-Smirnov

<i>n</i>	$\alpha = 0,20$	$\alpha = 0,10$	$\alpha = 0,05$	$\alpha = 0,02$	$\alpha = 0,01$
1	0,900	0,950	0,975	0,990	0,995
2	0,684	0,776	0,842	0,900	0,929
3	0,565	0,636	0,708	0,785	0,829
4	0,493	0,565	0,624	0,689	0,734
5	0,447	0,509	0,563	0,627	0,669
6	0,410	0,468	0,519	0,577	0,617
7	0,381	0,436	0,483	0,538	0,576
8	0,359	0,410	0,454	0,507	0,542
9	0,339	0,387	0,430	0,480	0,513
10	0,323	0,369	0,409	0,457	0,486
11	0,308	0,352	0,391	0,437	0,468
12	0,296	0,338	0,375	0,419	0,449
13	0,285	0,325	0,361	0,404	0,432
14	0,275	0,314	0,349	0,390	0,418
15	0,266	0,304	0,338	0,377	0,404
16	0,258	0,295	0,327	0,366	0,392
17	0,250	0,286	0,318	0,355	0,381
18	0,244	0,279	0,309	0,346	0,371
19	0,237	0,271	0,301	0,337	0,361
20	0,232	0,265	0,294	0,329	0,352
21	0,226	0,259	0,287	0,321	0,344
22	0,221	0,253	0,281	0,314	0,337
23	0,216	0,247	0,275	0,307	0,330
24	0,212	0,242	0,269	0,301	0,323
25	0,208	0,238	0,264	0,295	0,317
26	0,204	0,233	0,259	0,290	0,311
27	0,200	0,229	0,254	0,284	0,305
28	0,197	0,225	0,250	0,279	0,300
29	0,193	0,221	0,246	0,275	0,295
30	0,190	0,218	0,242	0,270	0,290
35	0,177	0,202	0,224	0,251	0,269
40	0,165	0,189	0,210	0,235	0,252
45	0,156	0,179	0,198	0,222	0,238
50	0,148	0,170	0,188	0,211	0,226
55	0,142	0,162	0,180	0,201	0,216
60	0,136	0,155	0,172	0,193	0,207
65	0,131	0,149	0,166	0,185	0,199
70	0,126	0,144	0,160	0,179	0,192
75	0,122	0,139	0,154	0,173	0,185
80	0,118	0,135	0,150	0,167	0,179
85	0,114	0,131	0,145	0,162	0,174
90	0,111	0,127	0,141	0,158	0,169
95	0,108	0,124	0,137	0,154	0,165
100	0,106	0,121	0,134	0,150	0,161

#### Pendekatan

<i>n</i>	$1,07/\sqrt{n}$	$1,22/\sqrt{n}$	$1,35/\sqrt{n}$	$1,52/\sqrt{n}$	$1,63/\sqrt{n}$
200	0,076	0,086	0,096	0,107	0,115



## Lampiran 4 Tabel Nilai Faktor Frekuensi

Koefisien Kemencengan (C <sub>s</sub> )	Periode Ulang Tahun							
	2	5	10	25	50	100	200	1000
	Peluang (%)							
	50	20	10	4	2	1	0,5	0,1
3,0	-0,396	0,420	1,180	2,278	3,152	4,051	4,970	7,250
2,5	-0,360	0,518	1,250	2,262	3,048	3,845	4,652	6,600
2,2	-0,330	0,574	1,284	2,240	2,970	3,705	4,444	6,200
2,0	-0,307	0,609	1,302	2,219	2,912	3,605	4,298	5,910
1,8	-0,282	0,643	1,318	2,193	2,848	3,499	4,147	5,660
1,6	-0,254	0,675	1,329	2,163	2,780	3,388	3,990	5,390
1,4	-0,225	0,705	1,337	2,128	2,706	3,271	3,828	5,110
1,2	-0,195	0,732	1,340	2,087	2,626	3,149	3,661	4,820
1,0	-0,164	0,758	1,340	2,043	2,542	3,022	3,489	4,540
0,9	-0,148	0,769	1,339	2,018	2,498	2,957	3,401	4,395
0,8	-0,132	0,780	1,336	1,998	2,453	2,891	3,321	4,250
0,7	-0,116	0,790	1,333	1,967	2,407	2,824	3,223	4,105
0,6	-0,099	0,800	1,328	1,939	2,359	2,755	3,132	3,960
0,5	-0,083	0,808	1,323	1,910	2,311	2,686	3,041	3,815
0,4	-0,066	0,816	1,317	1,880	2,261	2,615	2,949	3,670
0,3	-0,050	0,824	1,309	1,849	2,211	2,544	2,856	3,525
0,2	-0,033	0,830	1,301	1,818	2,159	2,472	2,763	3,380
0,1	-0,017	0,836	1,292	1,785	2,107	2,400	2,670	3,235
0	0	0,842	1,282	1,751	2,054	2,326	2,576	3,090
-0,1	0,017	0,836	1,270	1,716	2,000	2,252	2,482	2,950
-0,2	0,033	0,850	1,258	1,680	1,945	2,178	2,388	2,810
-0,3	0,050	0,853	1,245	1,643	1,890	2,104	2,294	2,675
-0,4	0,066	0,855	1,231	1,606	1,834	2,029	2,201	2,540
-0,5	0,083	0,856	1,216	1,567	1,777	1,955	2,108	2,400
-0,6	0,099	0,857	1,200	1,528	1,720	1,880	2,016	2,275
-0,7	0,116	0,857	1,183	1,488	1,663	1,806	1,926	2,150
-0,8	0,132	0,856	1,166	1,448	1,606	1,733	1,837	2,035
-0,9	0,148	0,854	1,147	1,407	1,549	1,660	1,749	1,910
-1,0	0,164	0,852	1,128	1,366	1,492	1,588	1,664	1,800
-1,2	0,195	0,844	1,086	1,282	1,379	1,449	1,501	1,625
-1,4	0,225	0,832	1,041	1,198	1,270	1,318	1,351	1,465
-1,6	0,254	0,817	0,994	1,116	1,166	1,197	1,216	1,280
-1,8	0,282	0,799	0,945	1,035	1,069	1,087	1,097	1,130
-2,0	0,307	0,777	0,895	0,959	0,980	0,990	0,995	1,000
-2,2	0,330	0,752	0,844	0,888	0,900	0,905	0,907	0,910
-2,5	0,360	0,711	0,771	0,793	0,798	0,799	0,800	0,802
-3,0	0,396	0,636	0,660	0,666	0,666	0,667	0,667	0,668

## Lampiran 5 Tabel Koefisien Limpasan Rumus Rasional

### Harga – harga koefisien limpasan pada rumus rasional

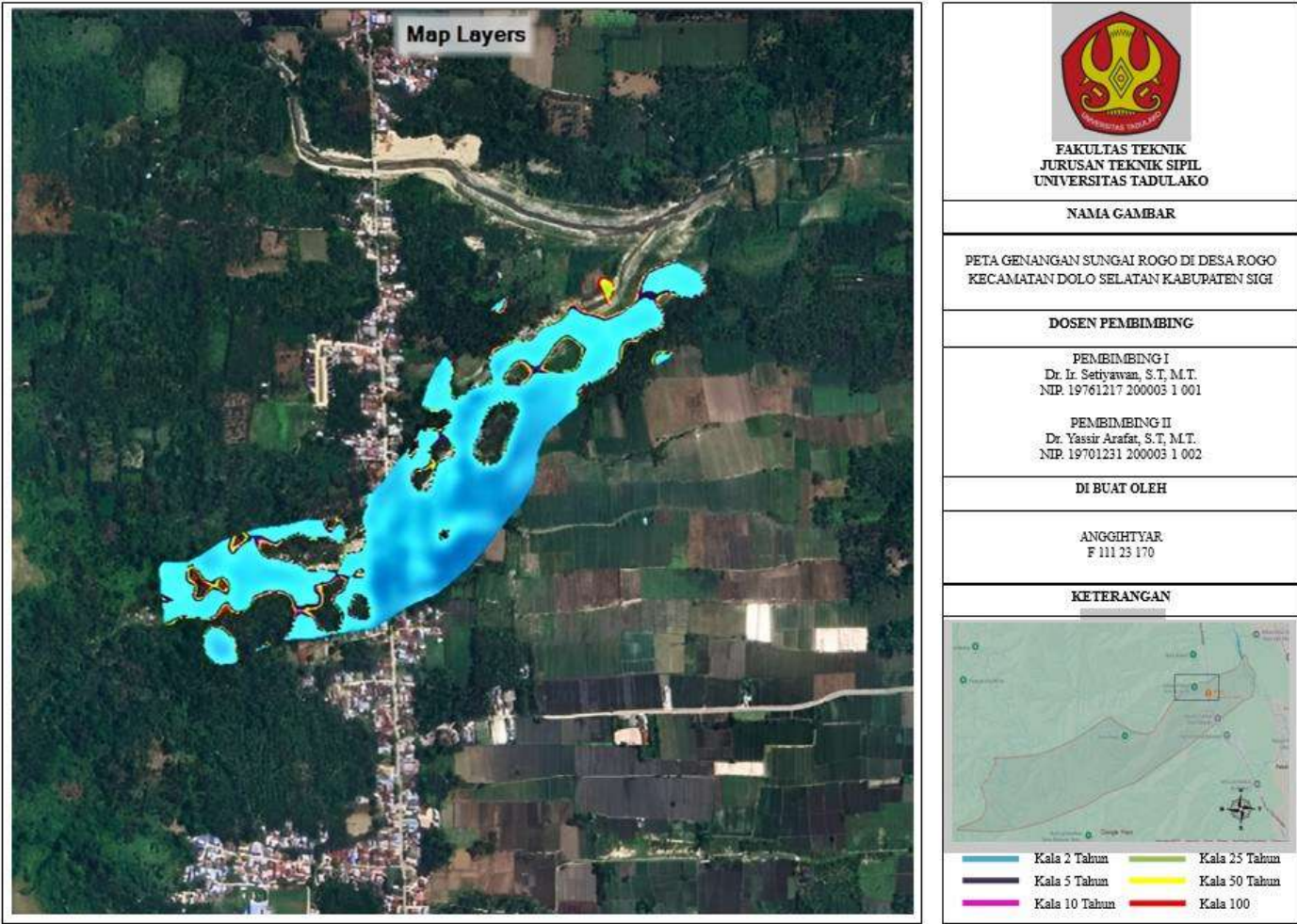
(Chow, 1964 ; Gray, 1973 ; Schwab. Et al, 1981 ; McGuen,1989 ; Dr Mononobe)

Tipe kawasan daerah pengaliran dan sungai	Koefisien limpasan (C)		
Halaman rumput			
Tanah berpasir, datar (2%)	0,05	-	0,10
Tanah berpasir, rata-rata (2% - 7%)	0,10	-	0,15
Tanah berpasir, curam (7%)	0,15	-	0,20
Tanah berat, datar (2%)	0,13	-	0,17
Tanah berat, rata-rata (2% - 7%)	0,18	-	0,22
Tanah berat, curam (7%)	0,25	-	0,35
Hutan			
Datar (0% - 5%)	0,10	-	0,40
Bergelombang (5% - 10%)	0,25	-	0,50
Berbukit (10% - 30%)	0,30	-	0,60
Lahan tanam	0,08	-	0,41
Lahan ternak	0,12	-	0,62
Sungai			
Sungai daerah pegunungan	0,75	-	0,85
Sungai kecil di dataran	0,45	-	0,75
Sungai besar, rata – rata daerah pengaliran dataran	0,50	-	0,75
Bisnis			
Kawasan kota	0,70	-	0,95
Kawasan pinggiran	0,50	-	0,70
Kawasan pemukiman			
Kawasan keluarga tunggal	0,30	-	0,50
Multi satuan, terpisah	0,40	-	0,60
Multi satuan, berdempetan	0,60	-	0,75
Pinggiran kota	0,25	-	0,40
Kawasan tempat tinggal berupa rumah susun	0,50	-	0,70
Perindustrian			
Kawasan yang ringan	0,50	-	0,80
Kawasan yang berat	0,60	-	0,90
Taman-taman dan pemakaman	0,10	-	0,25
Lapangan bermain	0,20	-	0,35
Kawasan halaman rel kereta api	0,20	-	0,40
Kawasan yang belum diperbaiki	0,10	-	0,30
Perkerasan			
Beraspal	0,70	-	0,95
Beton	0,80	-	0,95
Batu bata	0,70	-	0,85
Jalan raya dan trotoir	0,75	-	0,85
Atap	0,75	-	0,95

## Lampiran 6 Tipikal Harga Koefisien Kekasaran Manning Yang Sering Digunakan

No	Tipe Saluran Dan Jenis Bahan	Harga N		
		Minimum	Normal	Maksimum
1.	Beton			
	a. Gorong-gorong lurus dan bebas dari kotoran.	0,01	0,011	0,013
	b. Gorong-gorong dengan lengkungan dan sedikit kotoran/ gangguan.	0,011	0,013	0,014
	c. Beton di poles	0,011	0,012	0,014
	d. Saluran pembuangan dengan bak control.	0,013	0,015	0,017
2.	Tanah lurus dan seragam			
	a. Bersih baru	0,016	0,018	0,02
	b. Bersih telah melapuk	0,018	0,022	0,025
	c. Berkerikil	0,022	0,025	0,03
	d. Berumput pendek dan sedikit tanaman pengganggu	0,022	0,027	0,033
3.	Saluran Alam			
	a. Bersih, lurus	0,025	0,03	0,033
	b. Bersih, berkelok-kelok	0,033	0,04	0,045
	c. Banyak tanaman pengganggu	0,05	0,07	0,08
	d. Dataran banjir, berumput pendek-tinggi	0,025	0,03	0,035
	e. Sakuran du belukar	0,035	0,05	0,07

Lampiran 7 Peta Genangan Gabungan Kala 2, 5, 10, 25, 50 & 100





## Lampiran 8 Dokumentasi



**Situasi Sta. 1200**



**Situasi Sta. 1100**



## Lanjutan Lampiran 8 Dokumentasi



**Situasi Sta. 950**



**Situasi Sta. 800**

## Lanjutan Lampiran 8 Dokumentasi



**Situasi Sta. 600**



**Situasi Sta. 500**

