

TUGAS AKHIR

**PEMETAAN DAERAH RAWAN BANJIR DENGAN MENGGUNAKAN
APLIKASI HEC-RAS PADA SUNGAI TAMANROYA
KABUPATEN JENEPONTO**



OLEH:

Rahmi Said

45-18-041-127

PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK SIPIL

JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS BOSOWA MAKASSAR

2023



LEMBAR PENGAJUAN UJIAN TUTUP
TUGAS AKHIR

**Judul : “PEMETAAN DAERAH RAWAN BANJIR DENGAN
MENGUNAKAN APLIKASI HEC-RAS PADA SUNGAI
TAMANROYA KABUPATEN JENEPONTO”**

Disusun dan diajukan oleh :

Nama Mahasiswa : Rahmi Said

No. Stambuk : 45 18 041 127

Sebagai salah satu syarat, untuk memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi
Teknik Sipil / Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar.

Telah Disetujui Komisi Pembimbing

Pembimbing I : Dr. Ir. Burhanuddin Badrun, Msp (.....)

Pembimbing II : Dr. Ir. Andi Rumpang Yusuf, MT (.....)

Mengetahui :

Dekan Fakultas Teknik

Dr. H. Nasrullah, ST., MT.
NIDN : 09 080773 01

Ketua Program Studi Teknik Sipil

Dr. Ir. A. Rumpang Yusuf, MT.
NIDN : 00 010565 02



LEMBAR PENGESAHAN

Berdasarkan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Bosowa

Nomor : A.827/FT/UNIBOS/IX/2023 Tertanggal 13 September 2023, perihal

Pengangkatan Panitia dan Tim Penguji Tugas Akhir, maka pada :

Hari / Tanggal : Selasa / 19 September 2023

Nama : **RAHMI SAID**

Nim : 4518041127

Fakultas / Jurusan : Teknik / Teknik Sipi

Judul : **PEMETAAN DAERAH RAWAN BANJIR DENGAN
MENGUNAKAN APLIKASI HEC-RAS PADA SUNGAI
TAMANROYA KABUPATEN JENEPONTO**

Telah diterima dan disahkan oleh Panitia Tugas Akhir Fakultas Teknik Universitas Bosowa setelah dipertahankan di depan Tim Penguji Ujian Sarjana Strata Satu (S1) untuk memenuhi salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa.

Tim Penguji Tugas Akhir

Ketua / Ex. Officio : Dr. Ir. Burhanuddin Badrun, MSp

Sekretaris / Ex. Officio : Dr. Ir. Andi Rumpang Yusuf, MT

Anggota : Dr. Suryani Syahrir, ST. MT

: Ir. Hj. Satriawati Cangara, MSp

(.....)
(.....)
(.....)
(.....)

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik


Dr. H. Nasrullah, ST., MT.
NIDN : 09 080773 01

Ketua Program Studi Teknik Sipil


Dr. Ir. A. Rumpang Yusuf, MT.
NIDN : 00 010565 02

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : **Rahmi Said**
Nomor Stambuk : **4518041127**
Program Studi : **Teknik Sipil**
Judul Tugas Akhir : **PEMETAAN DAERAH RAWAN BANJIR
DENGAN MENGGUNAKAN APLIKASI HEC-
RAS PADA SUNGAI TAMANROYA
KABUPATEN JENEPONTO**

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa penulisan skripsi ini berdasarkan hasil penelitian, pemikiran dan pemaparan dari hasil karya saya sendiri, baik untuk naskah laporan maupun kegiatan programming yang tercantum sebagai bagian dari skripsi ini. Jika terdapat karya orang lain saya akan mencantumkan sumber yang jelas.

Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya tulis ini dan sanksi lain sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Bosowa.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa paksaan dari pihak manapun.

Makassar,

2023



Rahmi Said

4518041127

**SURAT PERNYATAAN
KEASLIAN DAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR**

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : **Rahmi Said**
Nomor Stambuk : **4518041127**
Program Studi : **Teknik Sipil**
Judul Tugas Akhir : **PEMETAAN DAERAH RAWAN BANJIR
DENGAN MENGGUNAKAN APLIKASI HEC-
RAS PADA SUNGAI TAMANROYA
KABUPATEN JENEPONTO**

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa:

1. Tugas Akhir yang saya tulis ini merupakan hasil karya saya sendiri dan sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.
2. Demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya tidak keberatan apabila Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa menyimpan, megalith mediakan / mengalih formatkan, mengelola dalam bentuk data base, mendistribusikan dan menampilkannya untuk kepentingan akademik.
3. Bersedia atau menjamin untuk menanggung secara pribadi tanpa melibatkan pihak Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa dari semua bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran hak cipta dalam tugas akhir ini. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya untuk dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Makassar,

2023



Rahmi Said
4518041127

ABSTRAK

Rahmi Said, 2022. PEMETAAN DAERAH RAWAN BANJIR DENGAN MENGGUNAKAN APLIKASI HEC-RAS PADA SUNGAI TAMANROYA KABUPATEN JENEPONTO

Banjir pada musim penghujan sering terjadi di Kota Jeneponto yang mengakibatkan meluapnya Sungai Tamanroya pada bagian hulu ke hilir. Salah satu upaya mitigasi bencana banjir yaitu dengan membuat peta daerah banjir yang berfungsi untuk memperoleh gambaran daerah rawan banjir. Penelitian ini bertujuan untuk memberikan gambaran daerah banjir dengan menggunakan software HEC-RAS 2D. Pemetaan kawasan banjir dilakukan dengan memanfaatkan software ArcGIS 10.5 dalam proses pembuatan Daerah Aliran Sungai (DAS) dan HEC-RAS 6.3.1 untuk proses pembuatan peta daerah banjir. Pemetaan dilakukan diatas data Digital Elevation Model (DEM) sebagai sumber data pembentuk geometri Sungai Tamanroya. Data pendukung lainnya yaitu data curah hujan harian dari tahun 2010 – 2019 pada 3 stasiun hujan yang terdiri dari Stasiun Hujan Taman Royo / Paranga, Tanrang, dan Bend. Kelara. Hasil dari penelitian ini yaitu berupa debit banjir, kapasitas sungai dan peta kawasan banjir. Pemetaan banjir dilakukan pada setiap periode ulang dengan memasukkan debit banjir yang telah di analisis.

Kata kunci: HEC-RAS, ArcGIS, DAS, DEM, Debit Banjir, Pemetaan Banjir

KATA PENGANTAR

Dengan menyebut Nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang, Allah SWT Tuhan seru sekalian alam, Penulis memanjatkan puji syukur atas Rahmat dan Karunia-Nya sehingga dapat menyelesaikan susunan tugas akhir ini. Tugas Akhir ini diajukan untuk memenuhi salah satu syarat akademis untuk mencapai derajat Sarjana Teknik pada Program Studi S1 Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar. Tugas akhir ini berjudul "PEMETAAN DAERAH RAWAN BANJIR DENGAN MENGGUNAKAN APLIKASI HEC-RAS PADA SUNGAI TAMANROYA KABUPATEN JENEPONTO"

Walaupun jauh dari kata sempurna penulis sepenuhnya sadar akan keterbatasan penulisan ini, banyaknya hambatan dan kendala yang penulis hadapi, namun berkat tekad dan kerja keras serta dorongan dari beberapa pihak akhirnya penulis dapat menyelesaikan walaupun dalam bentuk yang sederhana. Untuk itu, segala kerendahan hati, penulis mengucapkan terima kasih khususnya kepada :

1. Allah SWT Tuhan Yang Maha Esa yang telah menyertai penulis dalam penyusunan tugas akhir ini.
2. Bapak Dekan, Para Wakil Dekan dan Staf Fakultas Teknik Universitas Bosowa.

3. Bapak Dr. Ir. A. Rumpang Yusuf., M.T sebagai Ketua Jurusan Sipil beserta staf dan dosen pada Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Bosowa.
4. Bapak Dr. Ir. Andi Rumpang Yusuf, MT. selaku kepala Laboratorium Hidrolika Universitas Bosowa.
5. Kedua orang tua saya, terimakasih banyak karena sudah memberikan support, semangat, dukungan moral dan materi yang tak terhitung jumlahnya, serta saudara dan keluarga saya terima kasih atas semangatnya sehingga tugas akhir ini dapat rampung seperti saat ini.
6. Teruntuk Nenek dan kakek yang telah memberikan dorongan berupa spiritnya dan telah mengajarkan arti hidup yang sebenarnya kepada cucunya.
7. Teman-teman Angkatan 2018 Teknik Sipil Universitas Bosowa terimakasih telah membagi suka dan duka dengan penulis selama perkuliahan.
8. Saya juga mengucapkan Terima Kasih kepada Sardi, Valem, Bambang, Panca, Lisma Wati, Hamra wati, Erni, Dll yang telah membantu dalam penelitian saya selama di laboratorium.
9. Teruntuk Adik-adik ku yang tercinta dan tersayang Monica, Rezky, Mukbil, Alvin yang selalu memberikan motivasi serta dorongan penyemangat dan keceriaan hidup terhadap kakaknya.

Sebagai manusia biasa yang tak pernah luput dari kesalahan dan kehilafan, penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari kata

sempurna. Untuk itu kritik dan saran yang sifatnya membangun sangat penulis harapkan demi kesempurnaan tugas akhir ini. Besar harapan penulis jika tugas akhir ini bermanfaat untuk kita semua. Aamiin.

Makassar,

2023





Rahmi Said

4518041127

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PENGAJUAN UJIAN TUTUP.....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	iv
ABSTRAK.....	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	I-1
1.2. Rumusan masalah	I-3
1.3. Tujuan Penelitian	I-3
1.4. Batasan Masalah	I-3
1.5. Manfaat Penelitian.....	I-4
1.6. Sistematika Penulisan.....	I-4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Gambaran Umum dan Lokasi Tinjauan.....	II-1
2.1.1 Letak Geografis	II-1
2.1.2 Topografi.....	II-1
2.1.3 Daerah Aliran Sungai	II-1
2.1.4 Stasiun Curah Hujan	II-2
2.2 Hujan.....	II-1

2.2.1	Jenis - Jenis Hujan	II-1
2.3	Sungai	II-3
2.3.1	Jenis – Jenis Sungai	II-4
2.3.2	Bagian - Bagian Sungai.....	II-5
2.4	Banjir	II-6
2.4.1	Faktor Penyebab Banjir.....	II-7
2.4.2	Klasifikasi Banjir	II-10
2.4.3	Kerugian Akibat Banjir.....	II-12
2.5	DAS dan Analisa Hujan Rencana.....	II-13
2.5.1	Analisa Frekuensi Hujan	II-15
2.5.2	Perhitungan Curah Hujan Rencana.....	II-18
2.5.3	Uji Kecocokan Distribusi Frekuensi	II-18
2.5.4	Hidrograf Satuan Sintetik (HSS).....	II-28
2.6	Analisa Hidrolika (HEC-RAS)	II-31
2.7	Kajian Penelitian Terdahulu	II-33
BAB III METODE PENELITIAN		
3.1	Lokasi Penelitian	III-1
3.3	Tahap Penelitian	III-4
3.3.1	Studi Literatur.....	III-4
3.3.2	Pengumpulan Data.....	III-4
3.3.5	Diagram Alir Penelitian Secara Umum	III-6
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN		
4.1	Penentuan Batas DAS	IV-1
4.1.1	Batas DAS Tamanroya.....	IV-1
4.1.2	Pengaruh Poligon Thiessen	IV-3

4.2	Perhitungan Curah Hujan Rancangan.....	IV-4
4.2.1	Perhitungan Curah Hujan Area	IV-4
4.2.2	Perhitungan Curah Hujan Rancangan.....	IV-8
4.2.2.1	Pengukuran Statistik	IV-8
4.2.2.2	Jenis Distribusi	IV-12
4.2.2.3	Pengujian Kecocokan Distribusi	IV-15
4.2.2.4	Perhitungan Distribusi Hujan Jam-Jaman	IV-23
4.2.2.5	Perhitungan Hidrograf Satuan Sintetik <i>Snyder Alexejev</i>	IV-26
4.3	Pemodelan HEC-RAS untuk Kondisi Eksisting	IV-44
4.3.1	Input Data Pemodelan HEC-RAS untuk Kondisi Eksisting.....	IV-45
4.3.2	Output Pemodelan HEC-RAS untuk Kondisi Eksisting.....	IV-50
4.4	Pemetaan Kawasan Banjir dengan Menggunakan HEC-RAS	IV-72

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1	Kesimpulan	V-1
5.2	Saran.....	V-4

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel : 2.1 Stasiun Hujan DAS Tamanroya.....	II-3
Tabel : 2.2 Karakteristik Distribusi Frekuensi	II-18
Tabel : 2.3 Nilai variabel reduksi Gauss	II-19
Tabel : 2.4 Reduced Mean, Y_n	II-21
Tabel : 2.5 Reduced Standard Deviation, S_n	II-22
Tabel : 2.6 Nilai K untuk Distribusi Log Pearson Type III	II-23
Tabel : 2.7 Nilai Kritis Distribusi Chi-Square.....	II-25
Tabel : 2.8 Nilai Kritis D_0 untuk Uji Smirnov-Kolmogorov.....	II-27
Tabel : 2.9 Harga C_t dan C_p untuk berbagai luas Catchment Area.....	II-29
Tabel : 2.10 Parameter yang mempengaruhi Hidrograf	II-30
Tabel : 4.1 Koef. Thiessen Pada masing-masing stasiun hujan	IV-5
Tabel : 4.2 Perhitungan Curah Hujan DAS Tamanroya.....	IV-6
Tabel : 4.3 Perhitungan Statistik.....	IV-10
Tabel : 4.4 Syarat Jenis Distribusi	IV-11
Tabel : 4.5 Hasil Distribusi Log-Pearson III	IV-14
Tabel : 4.6 Besar Peluang dan Nilai Batas Kelas	IV-18
Tabel : 4.7 Kelas Pembagi berdasarkan Frekuensi pada.....	IV-19
Tabel : 4.8 Hasil Perhitungan Uji Chi-Kuadrat Untuk Distribusi Log Pearson Tipe III.....	IV-19
Tabel : 4.9 hasil Perhitungan Uji Smirnov-Kolmogorov Untuk Distribusi Log Pearson Tipe III.....	IV-22

Tabel : 4.10 Curah hujan rancangan untuk tiap periode ulang pada DAS Tamanroya.....	IV-23
Tabel : 4.11 Intensitas Hujan Rata-rata.....	IV-24
Tabel : 4.12 Prosentase Hujan Rata-rata	IV-25
Tabel : 4.13 Perhitungan Hujan Netto	IV-25
Tabel : 4.14 Perhitungan Hujan Netto Jam-jaman.....	IV-26
Tabel : 4.15 Hasil Hidrograf Satuan Sintetik Snyder Alexejev	IV-28
Tabel : 4.16 Superposisi HSS SNYDER Q2.....	IV-30
Tabel : 4.17 Superposisi HSS SNYDER Q5.....	IV-32
Tabel : 4.18 Superposisi HSS SNYDER Q10.....	IV-34
Tabel : 4.19 Superposisi HSS SNYDER Q20.....	IV-36
Tabel : 4.20 Superposisi HSS SNYDER Q25.....	IV-38
Tabel : 4.21 Superposisi HSS SNYDER Q50.....	IV-40
Tabel : 4.22 Superposisi HSS SNYDER Q50.....	IV-42
Tabel : 4. 23 Debit Banjir Rencana DAS Tamanroya	IV-44
Tabel : 4.24 Debit Banjir Rencana Sungai Tamanroya Kota Jenepono .	IV-

DAFTAR GAMBAR

Gambar : 2.1	Peta Catchment Area Tamanroya	II-2
Gambar : 2.2	Lokasi Stasiun Hujan.....	II-3
Gambar : 3.1	Peta Lokasi Sungai Tamanroya	III-1
Gambar : 3.2	Diagram alir penelitian.....	III-6
Gambar : 4.1	Batas DAS Tamanroya.....	IV-2
Gambar : 4.2	Lokasi Stasiun Hujan DAS Tamanroya	IV-3
Gambar : 4.3	Grafik Curah Hujan Harian Maksimum	IV-7
Gambar : 4.4	Grafik Analisis Distribusi Log-Pearson III	IV-14
Gambar : 4.5	Grafik Analisis Hidrograf Satuan Sintetik Snyder	IV-29
Gambar : 4.6	Grafik Superposisi HSS SNYDER Q2	IV-31
Gambar : 4.7	Grafik Superposisi HSS SNYDER Q5	IV-33
Gambar : 4.8	Grafik Superposisi HSS SNYDER Q10	IV-35
Gambar : 4.9	Grafik Superposisi HSS SNYDER Q20	IV-37
Gambar : 4.10	Grafik Superposisi HSS SNYDER Q25	IV-39
Gambar : 4.11	Grafik Superposisi HSS SNYDER Q50	IV-41
Gambar : 4.12	Grafik Superposisi HSS SNYDER Q100	IV-43
Gambar : 4.13	Grafik Superposisi HSS SNYDER periode ulang	IV-44
Gambar : 4.14	Skema Alur Sungai (River Reach) Sungai Tamanroya	IV-45
Gambar : 4.15	Data Cross Section station 35000 Sungai Tamanroya	IV-47
Gambar : 4.16	Data Debit Banjir Rencana Sungai Tamanroya Periode Ulang 2 Tahunan	IV-48
Gambar : 4.17	slope lereng Sungai Tamanroya.....	IV-49

Gambar : 4.18 Slope lereng station 0.....	IV-49
Gambar : 4.19 Slope lereng station 35000.....	IV-49
Gambar : 4.20 Posisi Cross Section Sungai Tamanroya.	IV-50
Gambar : 4.21 Kapasitas Sungai Station 35000 Periode Ulang 2 Tahunan Tidak Terjadi Limpasan dan Menghasilkan Tinggi Muka Air 8.16 m	IV-51
Gambar : 4.22 Kapasitas Sungai station 28194 Periode Ulang 2 Tahunan Tidak Terjadi Limpasan dan Menghasilkan Tinggi Muka Air 26.88 m ..	IV-52
Gambar : 4.23 Kapasitas Sungai station 243 Periode Ulang 2 Tahunan Tidak Terjadi Limpasan dan Menghasilkan Tinggi Muka Air 4.62 m	IV-52
Gambar : 4.24 Kapasitas Sungai station 0 Periode Ulang 2 Tahunan Tidak Terjadi Limpasan dan Menghasilkan Tinggi Muka Air 3.10 m	IV-53
Gambar : 4.25 Profil Elevasi Muka Air pada Sungai Tamanroya untuk Kondisi Eksisting terhadap Debit Banjir Rencana 2 Tahunan.....	IV-53
Gambar : 4.26 Kapasitas Sungai station 35000 Periode Ulang 5 Tahunan Terjadi Limpasan dan Menghasilkan Tinggi Muka Air 13.52 m.....	IV-54
Gambar : 4.27 Kapasitas Sungai station 28194 Periode Ulang 5 Tahunan Tidak Terjadi Limpasan dan Menghasilkan Tinggi Muka Air 28 m	IV-55
Gambar : 4.28 Kapasitas Sungai station 243 Periode Ulang 5 Tahunan Tidak Terjadi Limpasan dan Menghasilkan Tinggi Muka Air 5.98 m	IV-55
Gambar : 4.29 Kapasitas Sungai station 0 Periode Ulang 5 Tahunan Terjadi Limpasan dan Menghasilkan Tinggi Muka Air 4.57 m.....	IV-56
Gambar : 4.30 Profil Elevasi Muka Air pada Sungai Tamanroya untuk Kondisi Eksisting terhadap Debit Banjir Rencana 5 Tahunan.....	IV-56

Gambar : 4.31 Kapasitas Sungai station 35000 Periode Ulang 10 Tahunan Terjadi Limpasan dan Menghasilkan Tinggi Muka Air 14.1 m...IV-57	57
Gambar : 4.32 Kapasitas Sungai station 28194 Periode Ulang 10 Tahunan Tidak Terjadi Limpasan dan Menghasilkan Tinggi Muka Air 23.92 m.....IV-58	58
Gambar : 4.33 Kapasitas Sungai station 243 Periode Ulang 10 Tahunan Tidak Terjadi Limpasan dan Menghasilkan Tinggi Muka Air 4.31 mIV-58	58
Gambar : 4.34 Kapasitas Sungai station 0 Periode Ulang 10 Tahunan Terjadi Limpasan dan Menghasilkan Tinggi Muka Air 5.87 m.....IV-59	59
Gambar : 4.35 Profil Elevasi Muka Air pada Sungai Tamanroya untuk Kondisi Eksisting terhadap Debit Banjir Rencana 10 Tahunan.....IV-59	59
Gambar : 4.36 Kapasitas Sungai station 35000 Periode Ulang 20 Tahunan Terjadi Limpasan dan Menghasilkan Tinggi Muka Air 13.11 m.IV-60	60
Gambar : 4.37 Kapasitas Sungai station 28194 Periode Ulang 20 Tahunan Tidak Terjadi Limpasan dan Menghasilkan Tinggi Muka Air 26.19 m.....IV-61	61
Gambar : 4.38 Kapasitas Sungai station 243 Periode Ulang 20 Tahunan Tidak Terjadi Limpasan dan Menghasilkan Tinggi Muka Air 4.53 mIV-61	61
Gambar : 4.39 Kapasitas Sungai station 0 Periode Ulang 20 Tahunan Terjadi Limpasan dan Menghasilkan Tinggi Muka Air 4.04 m.....IV-62	62

Gambar : 4.40 Profil Elevasi Muka Air pada Sungai Tamanroya untuk Kondisi Eksisting terhadap Debit Banjir Rencana 20 Tahunan.....	IV-62
Gambar : 4.41 Kapasitas Sungai station 35000 Periode Ulang 25 Tahunan Terjadi Limpasan dan Menghasilkan Tinggi Muka Air 14.21 m.	IV-63
Gambar : 4.42 Kapasitas Sungai station 28194 Periode Ulang 25 Tahunan Tidak Terjadi Limpasan dan Menghasilkan Tinggi Muka Air 20.27 m.....	IV-64
Gambar : 4.43 Kapasitas Sungai station 243 Periode Ulang 25 Tahunan Tidak Terjadi Limpasan dan Menghasilkan Tinggi Muka Air 4.16 m	IV-64
Gambar : 4.44 Kapasitas Sungai station 0 Periode Ulang 25 Tahunan Tidak Terjadi Limpasan dan Menghasilkan Tinggi Muka Air 3.08 m	IV-65
Gambar : 4.45 Profil Elevasi Muka Air pada Sungai Tamanroya untuk Kondisi Eksisting terhadap Debit Banjir Rencana 25 Tahunan.....	IV-65
Gambar : 4.46 Kapasitas Sungai station 35000 Periode Ulang 50 Tahunan Terjadi Limpasan dan Menghasilkan Tinggi Muka Air 16.57 m.	IV-66
Gambar : 4.47 Kapasitas Sungai station 28194 Periode Ulang 50 Tahunan Tidak Terjadi Limpasan dan Menghasilkan Tinggi Muka Air 24.44 m.....	IV-67
Gambar : 4.48 Kapasitas Sungai station 243 Periode Ulang 50 Tahunan Tidak Terjadi Limpasan dan Menghasilkan Tinggi Muka Air 4.32 m	IV-67

Gambar : 4.49 Kapasitas Sungai station 0 Periode Ulang 50 Tahunan Terjadi Limpasan dan Menghasilkan Tinggi Muka Air 3.56 m.....	IV-68
Gambar : 4.50 Profil Elevasi Muka Air pada Sungai Tamanroya untuk Kondisi Eksisting terhadap Debit Banjir Rencana 50 Tahunan.....	IV-68
Gambar : 4.51 Kapasitas Sungai station 35000 Periode Ulang 100 Tahunan Terjadi Limpasan dan Menghasilkan Tinggi Muka Air 23.63 m.IV-	69
Gambar : 4.52 Kapasitas Sungai station 28194 Periode Ulang 100 Tahunan Terjadi Limpasan dan Menghasilkan Tinggi Muka Air 29.36 m.IV-	70
Gambar : 4.53 Kapasitas Sungai station 243 Periode Ulang 100 Tahunan Tidak Terjadi Limpasan dan Menghasilkan Tinggi Muka Air 4.17 m	IV-70
Gambar : 4.54 Kapasitas Sungai station 0 Periode Ulang 100 Tahunan Tidak Terjadi Limpasan dan Menghasilkan Tinggi Muka Air 2.94 m	IV-71
Gambar : 4.55 Profil Elevasi Muka Air pada Sungai Tamanroya untuk Kondisi Eksisting terhadap Debit Banjir Rencana 100 Tahunan.	IV-71
Gambar : 4.56 Pemetaan Daerah Banjir Sungai Tamanroya Kota Jeneponto pada Pukul 07:50:00 Periode Ulang 2 tahunan.....	IV-72
IV-Gambar : 4.57 Pemetaan Daerah Banjir Sungai Tamanroya Kota Jeneponto pada Pukul 18:00:00 Periode Ulang 2 tahunan.....	IV-73
Gambar : 4.58 Pemetaan Daerah Banjir Sungai Tamanroya Kota Jeneponto pada Pukul 06:20:00 Periode Ulang 5 tahunan.....	IV-73

Gambar : 4.59 Pemetaan Daerah Banjir Sungai Tamanroya Kota Jenepono pada Pukul 19:50:00 Periode Ulang 5 tahunan.....	IV-74
Gambar : 4.60 Pemetaan Daerah Banjir Sungai Tamanroya Kota Jenepono pada Pukul 05:00:00 Periode Ulang 10 tahunan.....	IV-74
Gambar : 4.61 Pemetaan Daerah Banjir Sungai Tamanroya Kota Jenepono pada Pukul 20:30:00 Periode Ulang 10 tahunan.....	IV-75
Gambar : 4.62 Pemetaan Daerah Banjir Sungai Tamanroya Kota Jenepono pada Pukul 04:40:00 Periode Ulang 20 tahunan.....	IV-75
Gambar : 4.63 Pemetaan Daerah Banjir Sungai Tamanroya Kota Jenepono pada Pukul 21:30:00 Periode Ulang 20 tahunan.....	IV-76
Gambar : 4.64 Pemetaan Daerah Banjir Sungai Tamanroya Kota Jenepono pada Pukul 04:50:00 Periode Ulang 25 tahunan.....	IV-76
Gambar : 4.65 Pemetaan Daerah Banjir Sungai Tamanroya Kota Jenepono pada Pukul 22:00:00 Periode Ulang 25 tahunan.....	IV-77
Gambar : 4.66 Pemetaan Daerah Banjir Sungai Tamanroya Kota Jenepono pada Pukul 04:20:00 Periode Ulang 50 tahunan.....	IV-77
Gambar : 4.67 Pemetaan Daerah Banjir Sungai Tamanroya Kota Jenepono pada Pukul 00:00:00 Periode Ulang 50 tahunan.....	IV-78
Gambar : 4.68 Pemetaan Daerah Banjir Sungai Tamanroya Kota Jenepono pada Pukul 04:10:00 Periode Ulang 100 tahunan.....	IV-78
Gambar : 4.69 Pemetaan Daerah Banjir Sungai Tamanroya Kota Jenepono pada Pukul 22:20:00 Periode Ulang 100 tahunan.....	IV-79

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Indonesia adalah negara beriklim tropis yang ditentukan oleh angin monsoon (monsoon) sehingga mempunyai dua musim yaitu musim kemarau serta musim hujan. Musim kemarau di Indonesia terjadi di waktu muson timur sedangkan musim hujan terjadi di saat muson barat. Iklim tropis buat daerah Indonesia ditandai dengan tingginya curah hujan. Curah hujan yang cenderung tinggi pada wilayah Indonesia akan mengakibatkan bencana banjir.

Pada awal tahun curah hujan yang besar pada Kabupaten Jeneponto menyebabkan volume air pada Sungai Tamanroya meningkat. Tingginya volume air pada Sungai Tamanroya setelah itu meluap ke sebagian daerah pemukiman rakyat di selama bantaran Sungai Tamanroya. Perihal tersebut menyebabkan dua Kelurahan yakni Kelurahan Tamanroya serta Kelurahan Bontotangan, Kecamatan Tamalatea, Jeneponto yang terletak di bantaran Sungai Tamanroya terendam banjir.

Upaya yang dilakukan pemerintah untuk mengantisipasi banjir dalam waktu dekat adalah membuat peta rawan bencana, baik untuk potensi banjir bandang maupun longsor, dari data ini juga akan diketahui daerah yang memiliki potensi banjir menengah atau rendah. Salah satu cara yang dilakukan untuk melihat daerah mana saja yang akan tergenang akibat

banjir ini, dapat digunakan software HEC – RAS 2D untuk pemodelan genangan banjir.

Dengan demikian penting buat dilakukannya penelitian guna mengetahui pemetaan daerah banjir di Sungai Tamanroya Kabupaten Jeneponto. Pada proses pemetaan daerah banjir pada Sungai Tamanroya Kabupaten Jeneponto diperlukan software penunjang sebagai akibatnya bisa menghasilkan pemetaan banjir dua dimensi yang akurat sesuai dengan data pada lapangan. Perangkat lunak penunjang yang dipergunakan buat penelitian ini yaitu *Hydrologic Engineering Center River Analysis System* (HEC-RAS).

Data yang digunakan dalam pemodelan ini adalah data hasil dari analisis hidrologi dan hidraulika berupa elevasi dasar permukaan dan sungai, kedalaman genangan, debit air yang dialirkan oleh saluran saat banjir dan hambatan terhadap aliran. Terdapat beberapa metode yang digunakan untuk kajian dan pemetaan banjir yaitu kajian detail, kajian detail terbatas, kajian pendekatan dan redelineasi. Hasil pemodelan menggunakan software ini berupa peta genangan banjir yang dapat memberikan informasi lebih detail untuk mitigasi banjir yang lebih optimal jika terjadi bencana banjir susulan

Pemetaan daerah rawan banjir perlu dilakukan untuk mengurangi risiko dan jumlah kejadian banjir, dengan begitu dapat dilakukan perencanaan sistem drainase yang lebih baik. Peta genangan banjir juga dapat

digunakan untuk perencanaan pembangunan seperti bangunan gedung, real estate, perkantoran dan lainnya.

1.2. Rumusan masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini, yaitu:

1. Berapa besar debit banjir pada sungai tamanroya kabupaten jeneponto?
2. Berapa luas genangan hasil pemetaan daerah banjir sungai Tamanroya Kabupaten Jeneponto dengan aplikasi Hec-Ras?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan yang akan dicapai pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk Menganalisis debit banjir di sungai tamanroya kabupaten jeneponto.
2. Mengidentifikasi volume genangan hasil pemetaan dengan aplikasi Hec-Ras sungai Tamanroya Kabupaten Jeneponto.

1.4. Batasan Masalah

Agar penelitian ini tidak meluas maka penulis akan memberi Batasan permasalahan sebagai berikut :

1. Lokasi penelitian adalah Sungai Tamanroya yang terletak di Kabupaten Jeneponto.
2. Pemetaan banjir dilakukan secara dua dimensi dengan bantuan software HEC-RAS 6.3

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah :

1. Hasil dari penelitian ini berupa gambar dua dimensi yang dapat digunakan
2. Penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai pengendalian banjir di Sungai Tamanroya yang terletak di Kabupaten Jeneponto.

1.6. Sistematika Penulisan

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, manfaat penelitian dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini memuat teori-teori yang digunakan dalam analisis sesuai dengan judul tugas akhir.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisi uraian tentang data, metode yang digunakan serta tahapan analisis.

BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi tentang pembahasan hasil analisis.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab penutup berisi kesimpulan dan saran yang didapat dari penulisan BAB I, BAB II, BAB III, dan BAB IV.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Hujan

Hujan merupakan wujud presipitasi yang berupa cairan yang turun hingga ke bumi. Presipitasi merupakan proses pengembunan di suasana. Jadi, proses terbentuknya air hujan merupakan jalannya wujud presipitasi berbentuk cairan yang turun hingga ke bumi. Hujan tercipta apabila titik-titik air yang terpisah dari awan jatuh ke bumi. Saat sebelum terbentuknya hujan, tentu terdapat awan sebab awan merupakan penampung uap air dari permukaan bumi. Air yang terdapat di permukaan bumi baik laut, sungai ataupun danau menguap sebab panas dari cahaya matahari. Uap air ini hendak naik serta jadi awan. Awan yang memiliki uap air ini hendak terkumpul jadi awan yang mendung. Pada temperatur tertentu di suasana, uap air ini hendak mengembun serta turun menjadi hujan.

2.1.1 Jenis - Jenis Hujan

Menurut (Novita, 2011) jenis – jenis hujan seperti berikut :

a. Hujan Salju

Hujan salju adalah air yang jatuh dari awan yang telah membeku menjadi padat seperti hujan. Salju terbentuk dari kepingan es yang sangat kecil.

b. Hujan Es

Hujan es merupakan hasil pengembunan yang berbentuk butiran-butiran es umumnya terjalin sebab uap air merambah zona diatas

freezing (pembekuan) tingkat. Perihal ini menimbulkan uap air mengeras dan mengeras. Sebab sangat keras, hingga dikala merambah wilayah yang lebih hangat es ini tidak mencair sepenuhnya.

c. Hujan Siklonal

Hujan siklonal terjadi sebab suhu bagian atas bumi yang tidak stabil sebagai akibatnya menjadi lembab yang diikuti angin yang berputar ke atas. Umumnya hujan ini mempunyai intensitas yang cepat berubah serta melanda area yang tidak terlalu luas dalam waktu yg cukup singkat.

d. Hujan Orografis

Hujan orografis ialah hujan yang terjadi karena angin yang mengandung uap air bergerak horizontal. Angin tersebut naik menuju pegunungan, suhu udara sebagai dingin sehingga terjadi kondensasi. Terjadi hujan disekitar pegunungan. Hujan ini mengakibatkan terjadinya wilayah bayangan hujan (salah satu sisi berasal pegunungan yang tidak terkena hujan orografis).

e. Hujan Muson

Hujan muson ialah hujan musiman yang ditimbulkan sang angin muson. di Indonesia, hujan muson timur terjadi pada bulan Oktober hingga April selama ekspresi dominan penghujan. Angin Muson timur berkiprah dari benua Australia menuju Asia. Angin ini

membawa serta awan yang mengandung curah hujan yang tinggi sebab di Australia sedang musim dingin.

f. Hujan Muson

Hujan frontal ialah hujan yang terjadi sebab bertemunya angin isu terkini panas yang membawa uap air yang lembab menggunakan udara dingin bersuhu rendah. Ini menyebabkan terjadinya pengembunan di udara yang akhirnya menurunkan hujan. daerah bertemunya angin musim panas serta udara dingin diklaim dengan bidang front.

g. Hujan Buatan

Hujan buatan adalah usaha manusia untuk meningkatkan curah hujan saat kebutuhan air secara alami tidak dapat dipenuhi. Untuk membuat hujan buatan diperlukan awan yang memiliki kandungan air yang cukup sehingga dapat terjadi hujan yang sampai ke tanah. Untuk membuat hujan buatan diperlukan juga bahan semai yang dapat menarik uap air atau membentuk es.

2.2 Sungai

Sungai adalah kawasan dan wadah serta jaringan pengaliran air mulai dari mata air hingga muara dengan dibatasi oleh garis sempadan.

Sungai mengalir dari hulu dalam syarat kemiringan huma yang curam berturut-turut menjadi relatif curam, relatif landai, serta relatif homogen. Arus cukup cepat pada wilayah hulu dan berkiprah menjadi lebih lambat dan makin lambat pada wilayah hilir. Sungai ialah daerah berkumpulnya air

di lingkungan sekitarnya yang mengalir menuju tempat yang lebih rendah. wilayah lebih kurang sungai yang mensuplai air ke sungai dikenal dengan wilayah tangkapan air atau wilayah penyangga. kondisi suplai air dari wilayah penyangga dipengaruhi aktivitas dan perilaku penghuninya.

2.2.1 Jenis – Jenis Sungai

Ada bermacam-macam jenis sungai. Berdasarkan sumber airnya sungai dibedakan menjadi tiga macam yaitu:

1. Sungai Hujan

Sungai yang airnya berasal dari air hujan atau sumber mata air. Contohnya adalah sungai-sungai yang ada di pulau Jawa dan Nusa Tenggara.

2. Sungai Gletser

Sungai yang airnya berasal dari pencairan es. Contoh sungai yang airnya benar-benar murni berasal dari pencairan es saja (ansich) boleh dikatakan tidak ada, namun pada bagian hulu sungai Gangga di India (yang berhulu di Pegunungan Himalaya) dan hulu sungai Phein di Jerman (yang berhulu di Pegunungan Alpen) dapat dikatakan sebagai contoh jenis sungai ini.

3. Sungai Campuran

Sungai yang airnya berasal dari pencairan es (gletser), dari hujan, dan dari sumber mata air. Contoh sungai jenis ini adalah sungai Digul dan sungai Mamberamo di Papua (Irian Jaya).

Berdasarkan debit airnya sungai dibedakan menjadi 4 macam yaitu:

1. Sungai Permanen

Sungai yang debit airnya sepanjang tahun relatif tetap. Contoh sungai jenis ini adalah sungai Kapuas, Kahayan, Barito dan Mahakam di Kalimantan. Sungai Musi, Batanghari dan Indragiri di Sumatera.

2. Sungai Periodik

Sungai yang pada waktu musim hujan airnya banyak, sedangkan pada musim kemarau airnya kecil. Contoh sungai jenis ini banyak terdapat di pulau Jawa misalnya sungai Bengawan Solo, dan sungai Opak di Jawa Tengah. Sungai Progo dan sungai Code di Daerah Istimewa Yogyakarta serta sungai Brantas di Jawa Timur.

3. Sungai Episodik

sungai yang pada musim kemarau airnya kering dan pada musim hujan airnya banyak. Contoh sungai jenis ini adalah sungai Kalada di pulau Sumba.

4. Sungai Ephemeral

Sungai yang ada airnya hanya pada saat musim hujan.

2.2.2 Bagian - Bagian Sungai

Bagian-bagian dari sungai bisa dikategorikan menjadi tiga, yaitu bagian hulu, bagian tengah dan bagian hilir.

1. Bagian Hulu

Bagian hulu memiliki ciri-ciri: arusnya deras, daya erosinya besar, arah erosinya (terutama bagian dasar sungai) vertikal. Palung sungai berbentuk V dan lerengnya cembung (convex), kadang-kadang terdapat air terjun atau jeram dan tidak terjadi pengendapan.

2. Bagian Tengah

Bagian tengah mempunyai ciri-ciri: arusnya tidak begitu deras, daya erosinya mulai berkurang, arah erosi ke bagian dasar dan samping (vertikal dan horizontal), palung sungai berbentuk U (konkaf), mulai terjadi pengendapan (sedimentasi) dan sering terjadi meander yaitu kelokan sungai yang mencapai 180° atau lebih.

3. Bagian Hilir

Bagian hilir memiliki ciri-ciri: arusnya tenang, daya erosi kecil dengan arah ke samping (horizontal), banyak terjadi pengendapan, di bagian muara kadang-kadang terjadi delta serta palungnya lebar.

2.3 Banjir

Secara umum banjir adalah peristiwa dimana daratan yang umumnya kemarau (bukan daerah rawa) menjadi tergenang oleh air, hal ini disebabkan sang curah hujan yang tinggi dan syarat topografi wilayah yang rendah hingga cekungan. Terjadinya bencana banjir pula ditimbulkan oleh rendahnya kemampuan penyusupan tanah, sehingga mengakibatkan tanah tidak bisa lagi menyerap air. Selain itu terjadinya banjir bisa ditimbulkan

oleh limpasan air permukaan (runoff) yang meluap dan volumenya melebihi kapasitas pengairan sistem drainase atau sistem aliran sungai

Banjir menjadi permasalahan rutin yang sering dihadapi oleh rakyat masyarakat yang tinggal pada wilayah aliran sungai. rakyat sadar akan risiko bahaya serta kerugian yang diakibatkan oleh bencana banjir, namun rakyat tetap bersikeras buat tinggal di daerah rentan tersebut dan sulit buat direlokasi ke lokasi yang lebih aman berasal bahaya banjir. oleh sebab itu, buat meminimalkan kerugian yang terjadi akibat banjir, keliru satu tindakan yang dilakukan menggunakan menangani asal terjadinya banjir atau genangan, yaitu penanganan wilayah sungai. Risiko bahaya dan kerugian bisa dikurangi dengan menerapkan manajemen risiko bencana, yang fungsinya dapat mengurangi kemungkinan terjadinya bahaya serta mengurangi daya rusak suatu bahaya yang tidak bisa dihindarkan. (Mandagi & Suharnoto, 2019)

2.3.1 Faktor Penyebab Banjir

Banjir dapat disebabkan oleh banyak faktor, secara umum penyebab banjir dapat digolongkan menjadi 2 yaitu disebabkan oleh sebab alami dan sebab tindakan manusia (Rizkiah et al., 2014)

1. Curah Hujan

Indonesia menggunakan iklim tropis mempunyai musim hujan yg terjadi antara bulan Oktober hingga Maret, di musim ini hujan yang turun menggunakan intensitas tinggi dan durasi yang lama akan

menyebabkan luapan ataupun peningkatan elevasi muka air pada aliran sungai.

2. Kapasitas Sungai

Sering kali terjadi penurunan kapasitas sungai yang disebabkan oleh penggunaan lahan yang tidak tepat ditambah dengan terjadinya erosi serta sedimentasi yang berlebihan.

3. Erosi dan Sedimentasi

Terjadinya erosi serta penumpukan sedimen di daerah pengaliran sungai akan menyebabkan berkurangnya kapasitas penampungan sungai. Kapasitas sungai sangat bergantung pada sedimentasi yang terjadi pada sungai tersebut, hal ini akan mengakibatkan banjir di sungai.

4. Pengaruh Fisiografi

Geografi fisik sungai seperti bentuk, fungsi, kemiringan daerah pengaliran sungai serta geometri hidraulik (seperti bentuk penampang, lebar kedalaman, potongan memanjang serta material dasar sungai), lokasi sungai merupakan hal – hal yang mensugesti terjadinya banjir.

5. Pasang Surut

ketika air laut mengalami pasang maka peredaran air dari sungai ke bahari menjadi lambat. ketika banjir terjadi bersamaan menggunakan pasangnyanya air laut yang tinggi maka banjir akan sebagai lebih besar karena terjadi sirkulasi balik (backwater)

6. Kapasitas Drainase

Hampir semua drainase yang berada di Indonesia mempunyai wilayah genangan yang tidak memadai yang menyebabkan kota – kota besar pada Indonesia menjadi langganan banjir.

Yang termasuk penyebab banjir karena tindakan manusia adalah sebagai berikut:

1. Perubahan Kondisi DPS

Perubahan di daerah pengairan sungai bisa ditimbulkan oleh terjadinya penggundulan hutan perubahan hutan menjadi lokasi pertanian yg kurang tepat, dilakukannya ekspansi kota dengan skalabesar dan banyaknya perubahan tata guna huma yang tidak sesuai menggunakan kondisi yang telah diberikan. Perubahan ini membuahkan pada dilema banjir dengan kuantitas serta kualitas yang relatif besar.

2. Kawasan Kumuh

kawasan kumuh pada kondisi ini merupakan area permukiman masyarakat yang berada pada sepanjang pinggiran sungai, hal ini menyebabkan aliran air sungai yang terhambat.

3. Sampah

Indonesia dengan jumlah penduduk yang padat dan belum memiliki teknologi yang terintegrasi dalam pengolahan sampah terutama sampah ataupun limbah dari rumah tangga berakibat pada terjadinya pembuangan sampah pada sungai. Sampah yang terbawa peredaran

air sungai pada akhirnya akan menumpuk serta waktu debit air naik sungai tidak akan mampu menampung air tersebut.

4. Bendung dan bangunan lain

Bangunan bendung dan bangunan seperti pilar jembatan dapat mengakibatkan efek aliran balik (backwater) yaitu terjadinya peningkatan elevasi muka air saat banjir.

5. Kerusakan bangunan pengendali banjir

Bangunan pengendali banjir dapat menaikkan kuantitas banjir, hal ini terjadi ketika bangunan pengendali banjir ini mengalami kerusakan yang mungkin ditimbulkan oleh kurangnya pemeliharaan.

6. Sistem pengendalian banjir yang kurang tepat

Sistem pengendalian banjir memiliki tujuan yaitu buat mengurangi kerusakan dampak asal banjir asal skala kecil sampai sedang, tetapi memiliki kemungkinan menambah kerusakan ketika terjadi banjir skala besar . Dimisalkan di suatu bangunan pengendali banjir memiliki tanggul yang relatif tinggi, Jika perhitungan yang dilakukan kurang sempurna maka bisa terjadi keruntuhan asal tanggul tersebut, akibatnya sirkulasi air akan semakin tinggi drastis.

2.3.2 Klasifikasi Banjir

Berdasarkan (Sudirman et al., 2017) banjir dapat diklasifikasikan menjadi beberapa bagian berdasarkan sumber air, mekanisme, posisi dan penyebab banjir sebagai berikut :

a. Klasifikasi banjir berdasarkan sumber air

Klasifikasi banjir berdasarkan sumber air yang menjadi penampung di bumi, pendapat dibedakan menjadi tiga, yaitu :

- Banjir sungai; terjadi karena air sungai meluap;
- Banjir danau; terjadi karena air danau meluap atau bendungannya jebol;
- Banjir laut pasang; terjadi antara lain akibat adanya badai dan gempa bumi.

b. Klasifikasi banjir berdasarkan mekanisme terjadinya

Banjir dapat dikategorikan berdasarkan mekanisme terjadinya dan berdasarkan posisi dari sumber banjir terhadap daerah yang digenangnya. Berdasarkan mekanisme terjadinya, banjir dapat dibedakan menjadi :

- Banjir biasa (regular); banjir regular terjadi akibat jumlah limpasan yang sangat banyak sehingga melampaui kapasitas dari pembuangan air yang ada (existing drainage);
- Banjir tidak biasa (irregular); banjir irregular terjadi akibat tsunami, gelombang pasang, atau keruntuhan dam (dam break).

c. Klasifikasi banjir berdasarkan posisi sumber banjir

Berdasarkan posisi sumber banjir terhadap daerah yang digenangnya, banjir dapat dibedakan menjadi :

- Banjir lokal; banjir lokal didefinisikan sebagai banjir yang diakibatkan oleh hujan lokal;

- Banjir bandang (flash flood); banjir bandang dapat diartikan banjir yang diakibatkan oleh propagasi limpasan dari daerah hulu pada suatu daerah tangkapan.

d. Klasifikasi banjir berdasarkan aspek penyebabnya

Dilihat dari aspek penyebabnya, jenis banjir yang ada dapat diklasifikasikan menjadi 4 jenis yaitu :

- Banjir yang disebabkan oleh hujan yang lama, dengan intensitas rendah (hujan siklonik atau frontal) selama beberapa hari;
- Banjir karena salju yang mengalir, terjadi karena mengalirnya tumpukan salju dan kenaikan suhu udara yang cepat di atas lapisan salju;
- Banjir bandang (flash flood), disebabkan oleh tipe hujan konvensional dengan intensitas yang tinggi dan terjadi pada tempat-tempat dengan topografi yang curam di bagian hulu sungai;
- Banjir yang disebabkan oleh pasang surut atau air balik (back water) pada muara sungai atau pada pertemuan dua sungai.

2.3.3 Kerugian Akibat Banjir

Banjir yang terjadi pada umumnya akan menyisakan dampak yang berupa kerugian. Kerugian ini bisa berakibat secara langsung ataupun tidak langsung. Dampak langsung akan lebih mudah untuk diprediksi daripada dampak yang tidak langsung, kemudian dampak akibat banjir ini akan sangat berbeda antara banjir di daerah permukiman padat penduduk dan perdesaan yang didominasi oleh area pertanian. Banjir

yang melanda suatu kawasan dapat melumpuhkan seluruh kegiatan sosial dan ekonomi, bahkan dapat menghanyutkan dan mengakibatkan timbulnya korban jiwa.

Pada umumnya ketika suatu daerah mengalami banjir, pemerintah setempat akan menyediakan suatu area evakuasi di mana korban banjir yang mengungsi mudah terjangkau penyakit menular seperti diare, penyakit kulit serta pernafasan. Kerugian dampak banjir secara tidak pribadi menempati urutan pertama sesudah gempa bumi serta tsunami. Selain kerugian berdampak fisik mirip yang telah disebutkan, korban banjir jua menerima kerugian non – fisik seperti liburnya sekolah serta adanya peningkatan harga kebutuhan utama. (Rosyidie, 2013)

2.4 DAS dan Analisi Hujan Rencana

Pengelolaan Daerah Aliran Sungai (DAS) adalah usaha manusia dalam memanfaatkan sumber-sumber air dan lahan untuk memenuhi kepentingan dasar manusia dan lingkungan secara integral dan berkesinambungan. Akibat perubahan tata guna lahan (land use change) terutama dari rural menjadi urban suatu Daerah Aliran Sungai (DAS), secara jangka panjang telah mendistorsi siklus hidrologi sehingga mendorong anomali cuaca, antara lain sering panjang. Fenomena tersebut terlihat melanda di berbagai Wilayah Indonesia pada beberapa tahun terakhir ini. Perubahan tata guna lahan ini menunjukkan berkurangnya fungsi hutan pada suatu DAS sebagai waduk alam (sumber air) dan penyangga distribusi air pada musim kemarau. (Kastamto, 2012)

Data hujan ialah bagian dari data hidrologi yang penting buat analisis-
analisis dalam berbagai macam perencanaan. dalam pengelolaan wilayah
sirkulasi sungai (DAS) pula dibutuhkan data hujan yang jatuh pada suatu
DAS menjadi bahan pertimbangan pada pengelolaan. Data-data hujan
yang terkumpul dari yang akan terjadi perekaman suatu stasiun hujan dapat
digunakan buat memprediksi curah hujan planning tahunan yang akan tiba.
Curah hujan rencana merupakan perkiraan hujan yang akan terjadi di suatu
DAS. buat menghitung hujan planning tahunan dapat pada cari
menggunakan metode distribus Gumbel, Log Pearson Type III, Probabilitas
Normal serta Probabilitas Log Normal

Analisis hujan rencana tahunan pada pembahasan ini memakai metode
Log Pearson Type III. Cara yang pada pakai buat menentukan besarnya
hujan planning pada metode ini umumnya digunakan buat analisis limpasan
permukaan serta frekuensi banjir di suatu DAS. Data yang dihasilkan
memakai metode ini berupa data curah hujan maksimum periode tahunan.
Hujan maksimum adalah data yang penting diketahui sebab artinya salah
satu karakteristik faktor yang dapat mengakibatkan banjir maksimum di
suatu DAS. Data curah hujan maksimum pula bisa digunakan untuk
menentukan rencana bangunan pengendali hujan pada suatu sungai. Data
hujan periode tahunan pula berguna buat perancangan desain bendungan,
jaringan irigasi, saluran drainase serta sebagainya.

Menurut (Ruhiat, 2022) Analisis curah hujan rencana dengan
menggunakan metode distribusi peluang Gumbel, Log Normal 2 Parameter

dan Log Pearson Type III dalam garis besar terdiri atas beberapa tahapan analisis statistik, antara lain:

2.4.1 Analisa Frekuensi Hujan

Analisa frekuensi hujan ialah analisa statistik penafsiran hujan, tujuannya buat memilih terjadinya periode ulang hujan pada periode tahun tertentu (misalkan 10 tahunan, 100 tahunan, atau 1000 tahunan). Proses perhitungan hidrologi, analisa frekuensi hujan diperlukan pada merencanakan peristiwa banjir pada debit maksimum secara jangka panjang serta terus menerus (Junaidi, 2015)

Penghitungan nilai parameter-parameter statistik bertujuan untuk memberikan gambaran atau mendeskripsikan data dalam variabel yang dilihat melalui beberapa ukuran statistik, yaitu rata-rata (mean), nilai minimum, nilai maksimum, standar deviasi, koefisien kemencengan, koefisien variasi dan koefisien kurtois.

Penghitungan nilai parameter-parameter statistik dilakukan dengan menggunakan rumus-rumus sebagai berikut:

1. Rata-rata hitung (mean)

Rata-rata hitung (mean) biasanya dinyatakan dengan symbol \bar{X} . Bila dikehui sejumlah n data hasil pengukuran variat dengan nilai $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$, yang tidak dikelompokkan (Ungrouped data), Maka rata-rata hitung (mean) dapat dihitung dengan persamaan

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

Dimana:

\bar{X} = Rata-rata (mean)

n = Jumlah data

X_i = nilai pengukuran

2. Standar deviasi

Dalam analisis statistik ukuran dispersi yang umum digunakan adalah standar deviasi (Sd). Apabila sebaran data terhadap rata-rata besar, maka nilai Sd akan besar, demikian pula apabila sebaran data terhadap rata-rata kecil, maka nilai Sd akan kecil.

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

Dimana:

Sd = Standar deviasi

X_i = Nilai pengukuran dari suatu variat

\bar{X} = Rata-rata (mean)

n = Jumlah data

3. Koefisien variasi (Coefficient of Variation)

Koefisien variasi (Coefficient of Variation) adalah nilai perbandingan antara standar deviasi (Sd) dengan nilai rata-rata hitung (\bar{X}) dari suatu distribusi. Koefisien variasi dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut.

$$Cv = \frac{Sd}{\bar{X}} \dots\dots\dots(2.3)$$

Dimana:

$$Cv = \frac{100Sd}{\bar{X}}$$

Sd = Standar deviasi

Cv = Koefisien variasi

\bar{X} = Rata-rata (mean)

4. Koefisien kemencengan (Coefficient of Skewness)

Kemencengan (Skewness) adalah suatu nilai yang menunjukkan derajat ketidaksimetrisan (assymetry) dari suatu bentuk distribusi. Besarnya kemencengan diukur dengan koefisien kemencengan (Coefficient of Skewness) yang disimbolkan dengan Cs . Nilai koefisien kemencengan dihitung dengan persamaan:

$$Cs = \frac{n \sum_{i=1}^n (xi - \bar{X})^3}{(n-1)(n-2)Sd^3} \dots\dots\dots (2.4)$$

Dimana:

Cs = Koefisien kemencengan

Sd = Standar deviasi

Xi = nilai dari suatu variat

\bar{X} = Rata-rata (mean)

n = Jumlah data

5. Koefisien kurtosis (Coefficient of Kurtosis)

Pengukuran kurtosis digunakan untuk mengukur keruncingan dari bentuk kurva distribusi, yang umumnya dibandingkan dengan distribusi normal. Koefisien kurtosis (Coefficient of Kurtosis) dapat dihitung dengan persamaan:

$$Ck = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (xi - \bar{X})^4}{Sd^4} \dots\dots\dots (2.5)$$

Dimana:

Ck = Koefisien Kurtois

Sd = Standar deviasi

X_i = nilai dari suatu variat

\bar{X} = Nilai pengukuran dari suatu variat

n = Jumlah data

Kemudian penentuan jenis distribusi yang sesuai dengan data dilakukan dengan mencocokkan parameter statistic dengan syarat masing-masing jenis distribusi. Syarat distribusi dengan ketentuan koefisien kemencengan (C_s) dan koefisien kurtosis (C_k) pada distribusi frekuensi yang akan digunakan, dijelaskan pada **Tabel : 2.1** berikut.

Tabel : 2.1 Karakteristik Distribusi Frekuensi

No	Distribusi Frekuensi	Syarat Distribusi	
		C_s	C_k
1	Normal	0	3
2	Log Normal	0	>3
3	Gumbel	1,14	5,4
4	Pearson Type III	Fleksibel	Fleksibel
5	Log Pearson Type III	Selain dari nilai diatas	

Sumber : (Triatmodjo, 2010)

2.4.2 Perhitungan Curah Hujan Rencana

(Kementrian Pekerjaan Umum, 2011) mengatakan bahwa pada perhitungan debit banjir rencana, metode sebaran yang umum digunakan untuk aplikasi hidrologi

Perhitungan curah hujan rencana dapat dihitung menggunakan metode distribusi normal, distribusi log normal, distribusi gumbel dan distribusi log

pearson tipe III. Salah satu metode, yaitu distribusi log pearson tipe III diuraikan sebagai berikut :

1. Metode Normal

Metode Normal juga dikenal dengan Metode Gauss yang sering digunakan untuk analisis frekuensi hujan harian maksimum, nilai variabel reduksi Gauss dapat dilihat pada **Tabel : 2.1**

Tabel : 2.2 Nilai variabel reduksi Gauss

No	Periode Ulang T (tahun)	K_T
1	1,001	-3,05
2	1,005	-2,58
3	1,010	-2,33
4	1,050	-1,64
5	1,110	-1,28
6	1,250	-0,84
7	1,330	-0,67
8	1,430	-0,52
9	1,670	-0,25
10	2,000	0
11	2,500	0,25
12	3,330	0,52
13	4,000	0,67
14	5,000	0,84
15	10,000	1,28
16	20,000	1,64
17	50,000	2,05
18	100,000	2,33
19	200,000	2,58
20	500,000	2,88
21	1000,000	3,09

Sumber : (Nugrahedi & Saputra, 2014)

Rumus yang digunakan pada metode ini adalah sebagai berikut:

$$X_t = \bar{X} + K_t \cdot S_x \dots\dots\dots (2.6)$$

Dimana:

X_t = Curah Hujan Rencana (mm/hari)

\bar{X} = Curah Hujan Maksimum rata-rata (mm/hari)

K = Faktor Frekuensi yang didapatkan dari **Tabel : 2.2**

S_x = Standar Deviasi/ Simpangan Baku dari **Persamaan 2.2**

2. Metode Log Normal

Distribusi Log Normal, merupakan hasil transformasi dari distribusi normal, yaitu dengan mengubah varian X menjadi nilai logaritmik varian X . Rumus yang digunakan dalam perhitungan metode Log Normal adalah sebagai berikut:

$$X_t = \bar{X} + K_t \cdot S_x \dots\dots\dots (2.7)$$

Dimana:

X_t = Besarnya curah hujan yang mungkin terjadi pada periode ulang T tahun (mm/ hari)

\bar{X} = Curah Hujan Maksimum rata-rata (mm/hari)

K_t = Faktor Frekuensi yang didapatkan dari **Tabel : 2.2**

S_x = Standar Deviasi/ Simpangan Baku dari **Persamaan 2.2**

3. Metode Gumbel

Metode Gumbel, digunakan pada perhitungan hujan harian maksimum untuk menentukan kejadian yang tidak biasa (ekstrem). Rumus yang digunakan untuk menghitung metode ini adalah sebagai berikut

$$X = \bar{X} + sK \dots\dots\dots (2.8)$$

Dimana:

\bar{X} = harga rata-rata sampel

s = Standar deviasi

Faktor probabilitas K untuk harga – harga ekstrem Gumbel dapat dinyatakan dalam persamaan:

$$K = \frac{Y_{Tr} - Y_n}{S_n} \dots\dots\dots (2.9)$$

Dimana:

Y_n = *reduced mean* yang tergantung jumlah sampel atau data n

S_n = *reduced standard deviation* yang juga tergantung pada jumlah sampel/data n

Y_{TR} = *reduced variate*, yang dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$Y_{Tr} = -\ln \left\{ -\ln \frac{Tr}{Tr-1} \right\} \dots\dots\dots (2.10)$$

Tabel : 2.3 Reduced Mean, Y_n

No	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,495	0,499	0,503	0,507	0,510	0,512	0,515	0,518	0,520	0,522
20	0,523	0,525	0,526	0,528	0,529	0,530	0,532	0,533	0,534	0,535
30	0,536	0,537	0,538	0,538	0,839	0,540	0,541	0,541	0,542	0,543
40	0,543	0,544	0,544	0,545	0,545	0,546	0,546	0,547	0,547	0,548
50	0,548	0,548	0,549	0,549	0,550	0,550	0,550	0,551	0,551	0,551
60	0,552	0,552	0,552	0,553	0,553	0,553	0,553	0,554	0,554	0,554
70	0,554	0,555	0,555	0,555	0,555	0,555	0,556	0,556	0,556	0,556
80	0,556	0,557	0,557	0,557	0,557	0,557	0,558	0,558	0,558	0,558
90	0,558	0,558	0,558	0,559	0,559	0,559	0,559	0,559	0,559	0,559
100	0,560	0,560	0,560	0,560	0,560	0,560	0,560	0,560	0,561	0,561

Sumber : (SURIPIN, 2004)

Tabel : 2.4 Reduced Standard Deviation, Sn

No	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,949	0,967	0,983	0,997	1,009	1,020	1,031	1,041	1,049	1,056
20	1,062	1,069	1,075	1,088	1,086	1,091	1,096	1,100	1,104	1,108
30	1,112	1,115	1,119	1,122	1,125	1,128	1,131	1,133	1,136	1,138
40	1,141	1,143	1,145	1,148	1,149	1,151	1,153	1,155	1,157	1,159
50	1,160	1,162	1,163	1,165	1,166	1,168	1,169	1,170	1,172	1,173
60	1,174	1,175	1,177	1,178	1,179	1,180	1,181	1,182	1,183	1,188
70	1,185	1,186	1,187	1,188	1,189	1,189	1,190	1,191	1,192	1,193
80	1,193	1,194	1,195	1,195	1,196	1,197	1,198	1,198	1,199	1,200
90	1,200	1,201	1,202	1,202	1,203	1,203	1,204	1,204	1,205	1,206
100	1,206	1,206	1,207	1,207	1,208	1,208	1,208	1,209	1,209	1,209

Sumber : (SURIPIN, 2004)

4. Metode Distribusi Log Pearson Type III

Salah satu distribusi yang dikembangkan Pearson yang menjadi perhatian ahli sumberdaya air adalah Log Pearson Type III. Tiga parameter penting dalam Log Pearson Type III diantaranya:

- 1) Harga rata-rata
- 2) Simpangan baku/Standar Deviasi
- 3) Koefisien kemencengan (skewness)

Adapun langkah-langkah penggunaan distribusi Log Pearson Type III adalah sebagai berikut:

- 1) Ubah data ke dalam bentuk logaritmis, $X = \log X$
- 2) Hitung harga rata-rata dengan rumus

$$\log \bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n \log X_i}{n} \dots\dots\dots(2.11)$$

- 3) Hitung harga simpangan baku dengan rumus

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\log x_i - \log \bar{X})^2}{n-1}} \dots\dots\dots(2.12)$$

4) Hitung harga simpangan baku dengan rumus

$$G = \frac{n \sum_{i=1}^n (\log xi - \log \bar{X})^2}{(n-1)(n-2)S^2} \dots\dots\dots(2.13)$$

5) Hitung logaritma hujan atau banjir dengan periode ulang T dengan rumus:

$$\log X_T = \log \bar{X} + K.s \dots\dots\dots(2.14)$$

Dimana:

- log \bar{X} = Harga rata-rata dari logaritma data hujan
- \bar{X} = Logaritma hujan rencana untuk T tahun
- log X_T = Logaritma hujan rencana untuk T tahun
- log S = Koefisien kemencengan
- G = Variabel standar untuk X yang besarnya
- K = Variabel standar untuk X yang besarnya tergantung koefisien kemencengan G lihat **Tabel : 2.6**

Tabel : 2.5 Nilai K untuk Distribusi Log Pearson Type III

	Interval kejadian (Recurrence interval), tahun (periode ulang)							
	1,0101	1,2500	2	5	10	25	50	100
Koef.G	Persentase peluang terlampaui (<i>Percent chance of being exceeded</i>)							
	99	80	50	20	10	4	2	1
3,0	-0,667	-0,636	-0,396	0,420	1,180	2,278	3,152	4,051
2,8	-0,714	-0,666	-0,384	0,460	1,210	2,275	3,114	3,973
2,6	-0,769	-0,696	-0,368	0,499	1,238	2,267	3,071	2,889
2,4	-0,832	-0,725	-0,351	0,537	1,262	2,256	3,023	3,800
2,2	-0,905	-0,752	-0,330	0,574	1,284	2,240	2,970	3,705
2,0	-0,990	-0,777	-0,307	0,609	1,302	2,219	2,192	3,605
1,8	-1,087	-0,799	-0,282	0,643	1,318	2,193	2,848	3,499
1,6	-1,197	-0,817	-0,254	0,675	1,329	2,163	2,780	3,388
1,4	-1,318	-0,832	-0,225	0,705	1,337	2,128	2,706	3,271
1,2	-1,449	-0,844	-0,195	0,732	1,340	2,087	2,626	3,149
1,0	-1,588	-0,852	-0,164	0,758	1,340	2,043	2,542	3,022
0,8	-1,733	-0,856	-0,132	0,780	1,336	1,993	2,453	2,891
0,6	-1,880	-0,857	-0,099	0,800	1,328	1,939	2,359	2,755
0,4	-2,029	-0,855	-0,066	0,816	1,317	1,880	2,261	2,615
0,2	-2,178	-0,850	-0,033	0,830	1,301	1,818	2,159	2,472
0,0	-2,326	-0,842	0,000	0,842	1,282	1,751	2,051	2,326

Interval kejadian (Recurrence interval), tahun (periode ulang)								
	1,0101	1,2500	2	5	10	25	50	100
Koef.G	Persentase peluang terlampaui (<i>Percent chance of being exceeded</i>)							
	99	80	50	20	10	4	2	1
-0,2	-2,472	-0,830	0,033	0,850	1,258	1,680	1,945	2,178
-0,4	-2,615	-0,816	0,066	0,855	1,231	1,606	1,834	2,029
-0,6	-2,755	-0,800	0,099	0,857	1,200	1,528	1,720	1,880
-0,8	-2,891	-0,780	0,132	0,856	1,166	1,448	1,606	1,733
-1,0	-3,022	-0,758	0,164	0,852	1,128	1,366	1,492	1,588
-1,2	-2,149	-0,732	0,195	0,844	1,086	1,282	1,379	1,449
-1,4	-2,271	-0,705	0,225	0,832	1,041	1,198	1,270	1,318
-1,6	-2,388	-0,675	0,254	0,817	0,994	1,116	1,166	1,197
-1,8	-3,499	-0,643	0,282	0,799	0,945	1,035	1,069	1,087
-2,0	-3,605	-0,609	0,307	0,777	0,895	0,959	0,980	0,990
-2,2	-3,705	-0,574	0,330	0,752	0,844	0,888	0,900	0,905
-2,4	-3,800	-0,537	0,351	0,725	0,795	0,823	0,830	0,832
-2,6	-3,889	-0,490	0,368	0,696	0,747	0,764	0,768	0,769
-2,8	-3,973	-0,469	0,384	0,666	0,702	0,712	0,714	0,714
-3,0	-7,051	-0,420	0,396	0,636	0,660	0,666	0,666	0,667

Sumber : (SURIPIN, 2004)

2.4.3 Uji Kecocokan Distribusi Frekuensi

Penentuan kecocokan distribusi frekuensi dari sampel data terhadap fungsi distribusi frekuensi teoritis yang diperkirakan dapat mendeskripsikan atau mewakili distribusi empiris, diharapkan pengujian secara statistic.

Menentukan kesesuaian distribusi frekuensi pada perhitungan statistik hidrologi sering diterapkan dua cara pengujian yaitu:

1. Uji Chi-Kuadrat

Uji distribusi data curah hujan yang disebut paling praktis perhitungannya buat menguji peluang curah hujan merupakan metode chi kuadrat tes (Chi Square Test). Uji Chi Kuadrat dimaksudkan untuk memilih apakah persamaan distribusi peluang dapat mewakili dari distribusi sampel data analisis.

$$\chi^2. h = \sum \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} \dots\dots\dots(2.15)$$

Dimana:

$\chi^2. h$ = Parameter Chi kuadrat terhitung

O_i = Jumlah nilai pengamatan pada sub kelompok ke i

E_i = Jumlah nilai teoritis pada sub kelompok ke i

Berdasarkan tabel nilai Nilai Kritis Distribusi Chi-Square χ^2 dapat ditentukan dari **Tabel 2.7** berikut.

Tabel : 2.6 Nilai Kritis Distribusi Chi-Square

dk	α Derajat Kepercayaan										
	0,995	0,975	0,950	0,900	0,500	0,100	0,050	0,025	0,010	0,005	0,001
1	0.000	0.000	0.005	0.016	0.455	2.706	3.841	5.024	6.635	7.879	10.828
2	0.010	0.051	0.104	0.211	1.386	4.605	5.991	7.378	9.210	10.597	13.816
3	0.072	0.216	0.339	0.584	2.366	6.251	7.815	9.348	11.345	12.838	16.266
4	0.207	0.484	0.677	1.064	3.357	7.779	9.488	11.143	13.277	14.860	18.467
5	0.412	0.831	1.091	1.610	4.351	9.236	11.070	12.832	15.086	16.750	20.515
6	0.676	1.237	1.559	2.204	5.348	10.645	12.592	14.449	16.812	18.548	22.458
7	0.989	1.690	2.071	2.833	6.346	12.017	14.067	16.013	18.475	20.278	24.322
8	1.344	2.180	2.617	3.490	7.344	13.362	15.507	17.535	20.090	21.955	26.124
9	1.735	2.700	3.189	4.168	8.343	14.684	16.919	19.023	21.666	23.589	27.877
10	2.156	3.247	3.786	4.865	9.342	15.987	18.307	20.483	23.209	25.188	29.588
11	2.603	3.816	4.403	5.578	10.341	17.275	19.675	21.920	24.725	26.757	31.264
12	3.074	4.404	5.037	6.304	11.340	18.549	21.026	23.337	26.217	28.300	32.910
13	3.565	5.009	5.687	7.042	12.340	19.812	22.362	24.736	27.688	29.819	34.528
14	4.075	5.629	6.349	7.790	13.339	21.064	23.685	26.119	29.141	31.319	36.123
15	4.601	6.262	7.024	8.547	14.339	22.307	24.996	27.488	30.578	32.801	37.697
16	5.142	6.908	7.709	9.312	15.338	23.542	26.296	28.845	32.000	34.267	39.252
17	5.697	7.564	8.404	10.085	16.338	24.769	27.587	30.191	33.409	35.718	40.790

dk	α Derajat Kepercayaan										
	0.995	0.975	0.950	0.900	0.500	0.100	0.050	0.025	0.010	0.005	0.001
18	6.265	8.231	9.109	10.865	17.338	25.989	28.869	31.526	34.805	37.156	42.312
19	6.844	8.907	9.822	11.651	18.338	27.204	30.144	32.852	36.191	38.582	43.820
20	7.434	9.591	10.542	12.443	19.337	28.412	31.410	34.170	37.566	39.997	45.315
21	8.034	10.283	11.269	13.240	20.337	29.615	32.670	35.479	38.932	41.401	46.797
22	8.643	10.982	12.002	14.042	21.337	30.813	33.924	36.781	40.289	42.796	48.268
23	9.260	11.688	12.741	14.848	22.337	32.007	35.172	38.076	41.638	44.181	49.728
24	9.886	12.401	13.487	15.659	23.337	33.196	36.415	39.364	42.980	45.558	51.179
25	10.520	13.120	14.238	16.473	24.337	34.382	37.652	40.646	44.314	46.928	52.620
26	11.160	13.844	14.993	17.292	25.336	35.563	38.885	41.923	45.642	48.290	54.052
27	11.808	14.573	15.753	18.114	26.336	36.741	40.113	43.194	46.963	49.645	55.476
28	12.461	15.308	16.518	18.939	27.336	37.916	41.337	44.461	48.278	50.993	56.892
29	13.121	16.047	17.287	19.768	28.336	39.088	42.557	45.722	49.588	52.336	58.301
30	13.787	16.791	18.060	20.599	29.336	40.256	43.773	46.979	50.892	53.672	59.703
31	14.458	17.539	18.837	21.434	30.336	41.422	44.985	48.232	52.191	55.003	61.098
32	15.134	18.291	19.618	22.271	31.336	42.585	46.194	49.480	53.486	56.329	62.487
33	15.815	19.047	20.401	23.110	32.336	43.745	47.400	50.725	54.776	57.649	63.870
34	16.501	19.806	21.188	23.952	33.336	44.903	48.602	51.966	56.061	58.964	65.247
35	17.192	20.569	21.978	24.797	34.336	46.059	49.802	53.203	57.342	60.275	66.619
36	17.887	21.336	22.772	25.643	35.336	47.212	50.998	54.437	58.619	61.582	67.985
37	18.586	22.106	23.568	26.492	36.335	48.363	52.192	55.668	59.892	62.884	69.346
38	19.289	22.878	24.366	27.343	37.335	49.513	53.384	56.896	61.162	64.182	70.703
39	19.996	23.654	25.168	28.196	38.335	50.660	54.572	58.120	62.428	65.476	72.055
40	20.707	24.433	25.972	29.051	39.335	51.805	55.758	59.342	63.691	66.766	73.402

Sumber : (SURIPIN, 2004)

2. Uji Smirnov-Kolmogorov

Uji kecocokan Smirnov-Kolmogorov pengujiannya tidak memakai fungsi distribusi tertentu. Adapun mekanisme pelaksanaannya adalah sebagai berikut:

- 1) Urutkan data (dari besar ke kecil atau sebaliknya) dan tentukan besarnya peluang dari masing-masing data tersebut

$$X_1 = P(X_1)$$

$$X_2 = P(X_2)$$

$$X_3 = P(X_3), \text{ dan seterusnya}$$

- 2) Urutkan nilai masing-masing peluang teoritis dari hasil penggambaran data (persamaan distribusinya)

$$X_1 = P(X_1)$$

$$X_2 = P(X_2)$$

$$X_3 = P(X_3), \text{ dan seterusnya}$$

- 3) Dari kedua nilai peluang tersebut, tentukan selisih terbesarnya antar peluang pengamatan dengan peluang teoritis.

$$D = \text{maksimum } (P(X_n) - P(X_n))$$

Berdasarkan tabel nilai kritis (smirnov-kolmogorov test) harga D_0 dapat ditentukan dari **Tabel 2.8** berikut.

Tabel : 2.7 Nilai Kritis D_0 untuk Uji Smirnov-Kolmogorov

N	Derajat kepercayaan, α			
	0,20	0,10	0,05	0,01
5	0,45	0,51	0,56	0,67
10	0,32	0,37	0,41	0,49
15	0,27	0,30	0,34	0,40
20	0,23	0,26	0,29	0,36
25	0,21	0,24	0,27	0,32
30	0,19	0,22	0,24	0,29
35	0,18	0,20	0,23	0,27
40	0,17	0,19	0,21	0,25
45	0,16	0,18	0,20	0,24
50	0,15	0,17	0,19	0,23
N>50	1,07 $N^{0,5}$	1,22 $N^{0,5}$	1,36 $N^{0,5}$	1,63 $N^{0,5}$

Sumber : (SURIPIN, 2004)

2.5 Hidrograf Satuan Sintetik (HSS)

Metode hidrograf satuan sintetik adalah metode yang umum digunakan dan berperan penting dalam berbagai perencanaan di bidang sumber daya air, terutama dalam menganalisis debit banjir DAS yang tidak terukur. Metode ini sangat sederhana, karena hanya membutuhkan data karakteristik DAS seperti Luas DAS dan Panjang sungai. Metode hidrograf satuan sintetik (HSS) banyak digunakan karena mampu memperkirakan debit berdasarkan sekian (Kahffi & Lipu, 2021)

A. Hidrograf Satuan Sintetis Snyder Alexejev

Untuk mendapatkan suatu hidrograf satuan dengan data yang baik maka dibutuhkan, yaitu data AWLR, data pengukuran debit, data hujan harian, dan data hujan perjam, yang menjadi permasalahan bahwa karena berbagai sebab data ini sangat sulit diperoleh atau tidak tersedia. Untuk mengatasi hal ini maka dikembangkan suatu cara untuk mendapatkan hidrograf satuan tanpa mempergunakan data tersebut di atas. Salah satu cara tersebut dikembangkan oleh F.F. Snyder dari Amerika Serikat pada tahun 1938 yang memanfaatkan parameter DAS untuk memperoleh hidrograf satuan sintetik. Sejumlah DAS yang diteliti oleh Snyder berada di dataran tinggi Appalachian dengan luas DAS berkisar antara 30 sampai 30.000 km².

Dalam model HSS Synder berisi 2 parameter non fisik yaitu C_t dan C_p yang merupakan koefisien-koefisien yang tergantung pada unit dan karakteristiknya DAS. Besaran nilai C_t dan C_p seperti pada **Tabel : 2.9**.

Tabel : 2.8 Harga C_t dan C_p untuk berbagai luas Catchment Area

Luas Catchment Area (km ²)	C_t	C_p
0 - 50	1.1000	0.6900
50 - 300	1.2500	0.6300
≥ 300	1.4000	0.5600

Unsur-unsur hidrograf satuan meliputi: debit Puncak (Q_p , m³/detik), waktu Dasar (T_b , jam) dan durasi hujan (T_p , jam) dan t_r (jam). Karakteristik DAS terdiri dari: luas DAS (A , km²), panjang Aliran Utama (L , km) dan jarak antara titik berat DAS dengan outlet yang diukur di sepanjang aliran utama. (L_c , km).

Adapun tahap perhitungan dengan menggunakan metode hidrograf satuan Sintetik Synder-Alexejev adalah sebagai berikut

$$t_p = C_t \times (L \times L_c)^{0.3} \dots\dots\dots (2.16)$$

$$t_e = \frac{t_p}{5.5} \dots\dots\dots (2.17)$$

$$q_p = \frac{C_p \times A}{t_p} \dots\dots\dots (2.18)$$

Apabila durasi hujan efektif t_r tidak sama dengan durasi standar t_e , maka:

$$t_p' = t_p + 0.25 (t_r - t_e) \dots\dots\dots (2.19)$$

$$Q_p = q_p \frac{t_p}{t_p'} \dots\dots\dots (2.18)$$

dimana:

t_e = durasi standar dari hujan efektif (jam)

t_r = durasi hujan efektif (jam)

t_p = waktu dari titik berat durasi hujan efektif t_e ke puncak hidrograf satuan (jam)

t_p' = waktu dari titik berat durasi hujan t_r ke puncak hidrograf satuan (jam)

q_p = debit puncak untuk durasi t_e ($m^3/detik$)

Q_p = debit puncak untuk durasi t_r ($m^3/detik$)

Parameter DAS yang berpengaruh terhadap hidrograf dapat dilihat pada

Tabel : 2.10.

Tabel : 2.9 Parameter yang mempengaruhi Hidrograf

No	Jenis Hidrograf	Parameter Hidrograf yang berpengaruh.
1	Snyder Alexejev	<ul style="list-style-type: none"> - Luas DAS (A) - Panjang sungai (L) - Kemiringan sungai (S). - Jarak antara titik berat DAS dengan outlet yang diukur disepanjang aliran utama (Lc) - Lama curah hujan efektif (tr) - Koefisien kelandaian DAS (Ct) - Koefisien Kapasitas Tampung (Cp).

2.6 Analisa Hidrolika (HEC-RAS)

Setelah Menghitung debit Banjir rencana kemudian menentukan Muka air Banjir, Pada langkah ini mulai digunakan program HEC-RAS.

Hec-Ras adalah salah satu program yang berfungsi untuk memodelkan aliran air di sungai, *River Analysis System* (RAS) yang dibentuk oleh *Hydrologic Engineering System* (HEC). Badan ini merupakan satuan kerja di bawah naungan *US Army Corps Of Engineers* (USACE). Hec-Ras yang digunakan adalah Hec-Ras 6.3 di mana pada versi ini HEC menambahkan kemampuan software yang lebih baik dari versi sebelumnya. Hec-Ras 2D memiliki kemampuan permodelan menggunakan skema solusi finite volume (Azmeri, 2017).

HEC-RAS memiliki empat komponen model satu dimensi:

- a. hitungan profil muka air aliran permanen.
- b. simulasi aliran tak permanen.
- c. hitungan transpor sedimen, dan
- d. hitungan kualitas air.

Satu elemen penting dalam HEC-RAS adalah keempat komponen tersebut memakai data geometri yang sama, *routine* hitungan hidraulika yang sama, serta beberapa fitur desain hidraulik yang dapat diakses setelah hitungan profil muka air berhasil dilakukan. HEC-RAS merupakan program aplikasi yang mengintegrasikan fitur *graphical user interface*, analisis hidraulik, manajemen dan penyimpanan data, grafik, serta pelaporan.

Berdasarkan (HEC-RAS_6.3_Release_Notes.Pdf, n.d.) Hec-Ras 6.3 memiliki beberapa fitur baru ataupun fitur yang telah ada pada versi sebelumnya namun telah dilakukan pengembangan kembali, sebagai berikut :

1. Alat modifikasi pada terrain, pilihan ini dapat memudahkan pengguna untuk melakukan modifikasi pada terrain seperti memberikan garis atau poligon yang lebih baik pada aliran sungai maupun tanggul. Pengguna juga dapat menambah atau menghapus terrain tanpa mengganggu file pekerjaan yang lainnya.
2. Peningkatan kecepatan komputasi pada model 2D, kecepatan komputasi yang ditambahkan pada versi terbaru yaitu 20 – 50 % lebih cepat dari versi sebelumnya.
3. Adanya perangkat tambahan pada grid / mesh generation, dilakukannya peningkatan pada breakline meshing, sehingga etika terdapat eror pada saat pengerjaan tidak perlu untuk menghapus cells sekitar breaklines.
4. Adanya komputasi sedimen pada model 2D, pada model Hec Ras terbaru mampu melakukan perhitungan penuh terhadap perpindahan sedimen, erosi dan endapan.
5. Menghapus dummy cells di sekitar batasan luar model 2D, sebelumnya model 2D memiliki dummy cells yang sebenarnya tidak dibutuhkan, lalu dilakukan penghapusan sehingga dapat mempercepat komputasi dan mengurangi penggunaan memori berlebih.

2.7 Kajian Penelitian Terdahulu

A. Penelitian Oleh Ting Theresia Ellyn Yuniarti (2021)

Judul penelitian, **“Pemetaan Kawasan Banjir Dengan Menggunakan Hec-Ras 2d Studi Kasus: Sungai Kupang di Kota Pekalongan”** menunjukkan bahwa hasil dan pembahasan ini dapat disimpulkan antara lain :

Banjir pada musim penghujan sering terjadi di Kota Pekalongan yang mengakibatkan meluapnya Sungai Kupang pada bagian hilir. Salah satu upaya mitigasi bencana banjir yaitu dengan membuat peta kawasan banjir yang berfungsi untuk memperoleh gambaran daerah rawan banjir. Penelitian ini bertujuan untuk memberikan gambaran kawasan banjir dengan menggunakan software HEC-RAS 2D. Pemetaan kawasan banjir dilakukan dengan memanfaatkan software ArcGIS 10.0 dalam proses pembuatan Daerah Aliran Sungai (DAS) dan HEC-RAS 5.0.7 untuk proses pembuatan peta kawasan banjir. Pemetaan dilakukan diatas data Digital Elevation Model (DEM) sebagai sumber data pembentuk geometri Sungai Kupang. Data pendukung lainnya yaitu data curah hujan harian dari tahun 2001 – 2016 pada 3 stasiun hujan yang terdiri dari Stasiun Hujan Kutosari, Pekalongan, dan Pesantren Kletak. Hasil dari penelitian ini yaitu berupa debit banjir, kapasitas sungai dan peta kawasan banjir. Pemetaan banjir dilakukan pada setiap periode ulang dengan memasukkan debit banjir yang telah di analisis.

B. Penelitian Oleh Aditya Mandagi (2019)

Judul penelitian, “**Pemetaan Banjir Menggunakan Hec – Ras Pada Kebun Pisang PT Agro Prima Sejahtera Di Sekampung Udik, Lampung Timur**” menunjukkan bahwa hasil dan pembahasan ini dapat disimpulkan antara lain :

Titik kontur pada pemetaan dibuat dengan mendapatkan nilai koordinat lapang dengan menggunakan RTK (Real time kinematic), yang dapat menentukan nilai koordinat x, y, dan nilai elevasi z. Terdapat 294 data lapang yang selanjutnya diolah dengan ArcGIS membentuk kontur. Pemetaan dilakukan dengan aplikasi ArcGIS untuk mendapat model sungai, bantaran, arah aliran, dan penampang melintang. Debit puncak sebesar 97.90 m³/detik terjadi pada 6 Oktober 2007, debit minimum sebesar 19.25 m³/detik terjadi pada 14 November 2007, dan rata – rata debit sebesar 41.14 m³/detik. Penampang saluran berbentuk trapezium dengan luas 178.52 m², elevasi persegmen 0.1 m, lebar dasar saluran 9.1 m, tinggi muka air di saluran 6.23 m, tinggi saluran 5 m, dan tinggi banjir yang terjadi pada saluran saat kondisi maksimum adalah 2.17 m. Nilai koefisien manning yang digunakan sebesar 0.025 dengan tipe saluran tanah berkelok, landai, dan berumput. Sedangkan curah hujan maksimum pada pemetaan presipitasi sebesar 24.96 mm, curah hujan minimum sebesar 0.0001 mm, dan rata rata curah hujan sebesar 4.008 mm. Luas sebaran wilayah banjir saat debit maksimum 32.48 m² dan ketika kondisi minimum sebesar 0.001 m² yang terjadi pada hulu sungai.

C. Penelitian Oleh Irma Yani Siregar (2021)

Judul penelitian, “**Pemodelan Genangan Banjir Di Kecamatan Cisarua Bogor Menggunakan Hec – Ras 2d**” menunjukkan bahwa hasil dan pembahasan ini dapat disimpulkan antara lain :

Pemodelan genangan banjir dengan area penelitian yaitu Kecamatan Cisarua Bogor dengan bantuan software Hec Ras 2D. Tujuan dari pemodelan ini adalah untuk menghasilkan peta genangan banjir yang kemudian dengan peta genangan ini dapat dilakukan perhitungan kerusakan dan kerugian ekonomi akibat banjir. Yang menjadi fokus daerah pemodelan adalah daerah aliran sungai (DAS) Sungai Cisampay, mengingat sungai ini adalah sungai yang mengalirkan aliran banjir di Gunung Mas Tugu Selatan pada 19 Januari 2021 lalu. Pemodelan ini membutuhkan data berupa data hujan dan peta DEMNAS. Untuk peta DEMNAS dilakukan pengolahan dengan bantuan software Arc Map hingga menghasilkan peta terrain sesuai dengan area yang ditinjau. Kemudian peta terrain tersebut menjadi input bagi Hec Ras 2D sehingga bisa menghasilkan peta genangan banjir. Untuk menghitung kedalaman genangan banjir, hasil pemodelan diolah kembali dengan software Arc Map. Hasil genangan banjir maksimum rata – rata yang diperoleh sebesar 3 m dengan luasan area yang beragam. Kemudian dilanjutkan dengan perhitungan kerugian ekonomi akibat banjir diperoleh kerugian terhadap hasil perkebunan wilayah Kecamatan Cisarua yaitu teh sebanyak 10,933,833/m² dan kerugian pada permukiman sebesar Rp.104.000/m².

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Gambaran Umum dan Lokasi Tinjauan

3.1.1 Letak Geografis

Kabupaten Jeneponto terletak antara $5^{\circ}23'12''$ – $5^{\circ}42'1,2''$ LS dan $119^{\circ}29'12''$ – $119^{\circ}56'44,9''$ BT. Berbatasan dengan Kabupaten Gowa dan Takalar di sebelah Utara, Kabupaten Bantaeng di Sebelah Timur, Kabupaten Takalar sebelah Barat dan Laut Flores di sebelah selatan. Luas wilayah Jeneponto tercatat $749,79 \text{ km}^2$ yang meliputi 11 kecamatan. DAS Tamanroya berada di Kecamatan Tamalanrea Kabupaten Jeneponto.

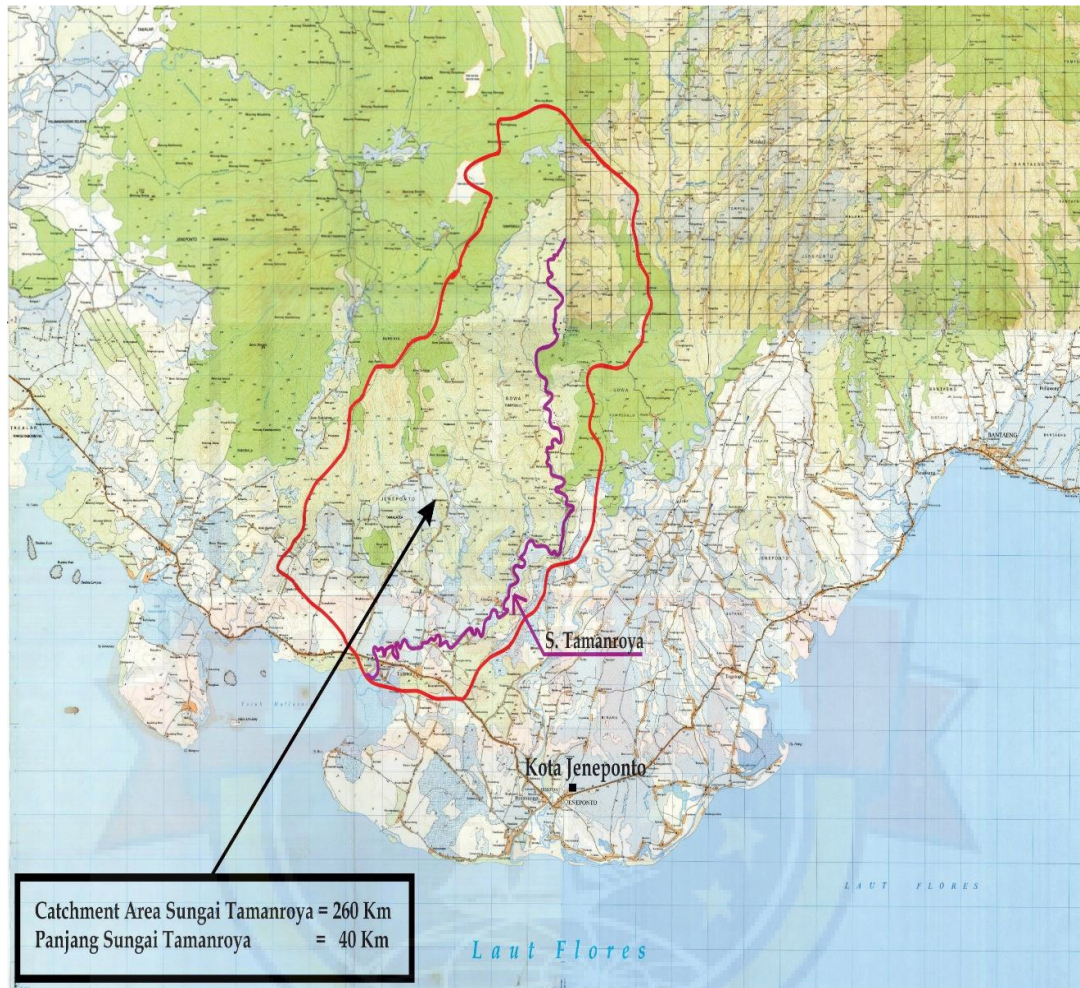
3.1.2 Topografi

Secara topografis Kabupaten Jeneponto mempunyai wilayah yang bervariasi, mulai dari wilayah pantai, daratan rendah, daerah peralihan dari rendah ke daerah perbukitan, sampai daerah pegunungan. Kondisi topografi DAS Muara Sungai Tamanroya merupakan daerah pegunungan di hulu dan di daerah hilir tinjauan merupakan daerah perbukitan dan daratan rendah yang landai sampai muara.

3.1.3 Daerah Aliran Sungai

Daerah Aliran Sungai (DAS) ditentukan berdasarkan pada peta topografi skala 1:50.000 yang diterbitkan oleh Badan Koordinasi Survey dan Pemetaan Nasional (Bakosurtanal). Batas daerah aliran sungai merupakan batas kontour punggung dari daerah pegunungan yang mengelilinginya.

DAS Tamanroya mempunyai luas daerah aliran sungai sebesar 260.6637 km², dengan panjang sungai utama sebesar 40.0426 km².



Gambar : 2.1 Peta Catchment Area Tamanroya

3.1.4 Stasiun Curah Hujan

Data hujan yang diperlukan adalah data hujan yang tercatat pada stasiun hujan terdekat yang berpengaruh terhadap aliran air pada Daerah Aliran Sungai yang bersangkutan. Ada beberapa stasiun pencatat hujan di sekitar Daerah Aliran Sungai yang mewakili hujan daerah



Gambar : 2.2 Lokasi Stasiun Hujan

Tabel : 2.10 Stasiun Hujan DAS Tamanroya

No	Kode Sta	Nama Sta	Letak	Koordinat UTM (m)		
				X	Y	Z
1	68/RB/EP/DPU/77/87OP	Taman Royo / Paranga	Tamalatea Jeneponto	5° 36' LS	119° 41' BT	-
2	01/BS/DPU/PMA/77/92OP	Tanrang	Kelara Jeneponto	5° 32' LS	119° 50' BT	-
3	42/RB/EP/DPU/77/81OP	Bend. Kelara	Kelara Jeneponto	5° 34' LS	119° 49' BT	-

3.2 Alat dan Bahan Penelitian

1. Alat

Adapun alat bantu yang kami gunakan dalam penelitian ini antara lain :
Microsoft word 2019, Microsoft excel 2019, dan HEC-RAS 6.3.1

2. Bahan

Dalam penelitian ini menggunakan Laporan kejadian dari berbagai sumber berita sebagai Data Primer dan menggunakan data yang sudah ada seperti data curah hujan begitu juga data penampang memanjang dan melintang sebagai Data Sekunder.

3.3 Tahap Penelitian

Pada penelitian ini terdiri dari beberapa tahap penelitian agar berlangsung secara tertata dan sistematis. Tahap penelitian dimulai dengan mencari studi literatur untuk menentukan dengan menghitung curah hujan rencana, serta pemetaan banjir.

3.3.1 Studi Literatur

Studi literatur dilakukan menggunakan cara mengkaji beberapa referensi dari berbagai macam sumber jurnal dan melalui media online lainnya. sehingga penulis bisa menyusun sesuai menggunakan penelitian yang telah dirancang sebelumnya.

3.3.2 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan buat memperoleh data penunjang pada penelitian ini. Berikut beberapa data yang akan dipergunakan:

1. Data curah hujan harian Sungai Tamanroya tahun 2010-2019 diperoleh dari Data Rekan yang bekerja di Balai Besar Wilayah Sungai Pompengan Jeneberang dipergunakan buat menganalisis debit banjir rencana di lokasi penelitian,
2. Data penampang memanjang dan melintang (long cross section) dari Konsultan yaitu PT. YODA KARYA (Persero). dipergunakan buat analisis pemodelan di perangkat lunak HEC-RAS,
3. Laporan kejadian dari berbagai sumber berita yang menyatakan, sekitar Sungai Tamanroya mengalami banjir. Akibat Curah Hujan yang meningkat di setiap tahun dari 2020
4. Data DEM (Digital Elevation model) yang diperoleh dari website tides.big.go.id/DEMNAS/ digunakan buat menghasilkan peta kawasan banjir di lokasi penelitian.

3.3.3 Pengolahan Data

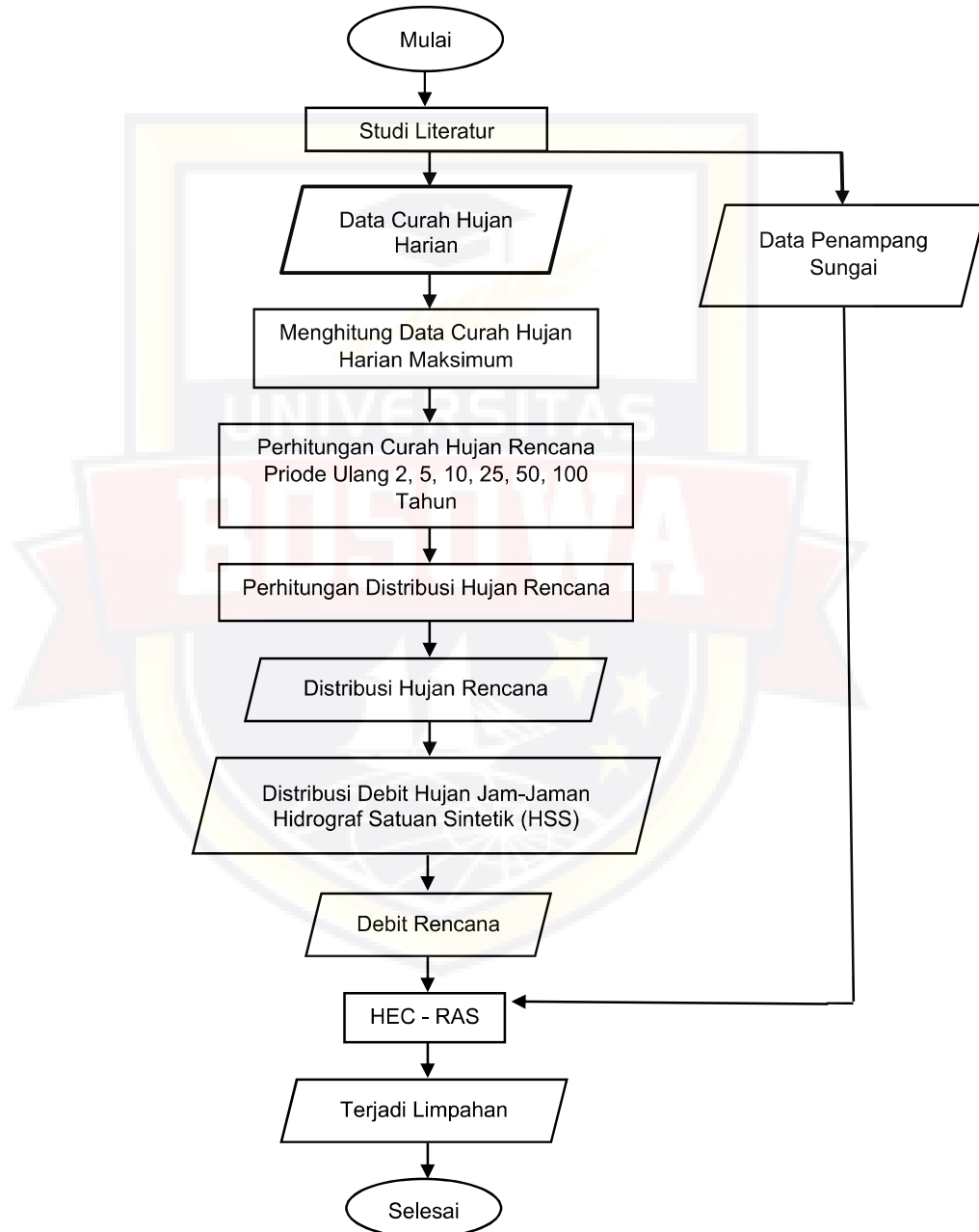
Tahap pengolahan data dimulai dari menganalisis data yang telah diperoleh sebelumnya kemudian dianalisis memakai rumus serta metode sesuai kebutuhan. buat memperoleh nilai debit, selanjutnya buat mengetahui kapasitas serta membuat pemetaan banjir menggunakan perangkat lunak HEC-RAS.

3.3.4 Kesimpulan

tahap kesimpulan berisi akibat dari data yang sudah dianalisis buat menjawab tujuan penelitian. hasil analisis data tadi menjadi tujuan utama pada penelitian ini.

3.3.5 Diagram Alir Penelitian Secara Umum

Diagram alir penelitian secara umum menunjukkan proses penelitian secara keseluruhan, mulai dari awal penelitian hingga selesai. Diagram alir penelitian secara umum diperlihatkan pada Gambar 3.2.



Gambar : 3.1 Diagram alir penelitian

BAB IV

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1 Penentuan Batas DAS

Data untuk penentuan batas DAS Sungai Tamanroya pada penelitian ini menggunakan peta topografi yang diperoleh dari Peta Rupa Bumi Indonesia (RBI) dan diolah dengan bantuan software ArcGIS yaitu ArcMap 10.0.

4.1.1 Batas DAS Tamanroya

Sungai Tamanroya adalah sungai utama dengan panjang sungai 40,04 km yang terletak pada DAS Tamanroya

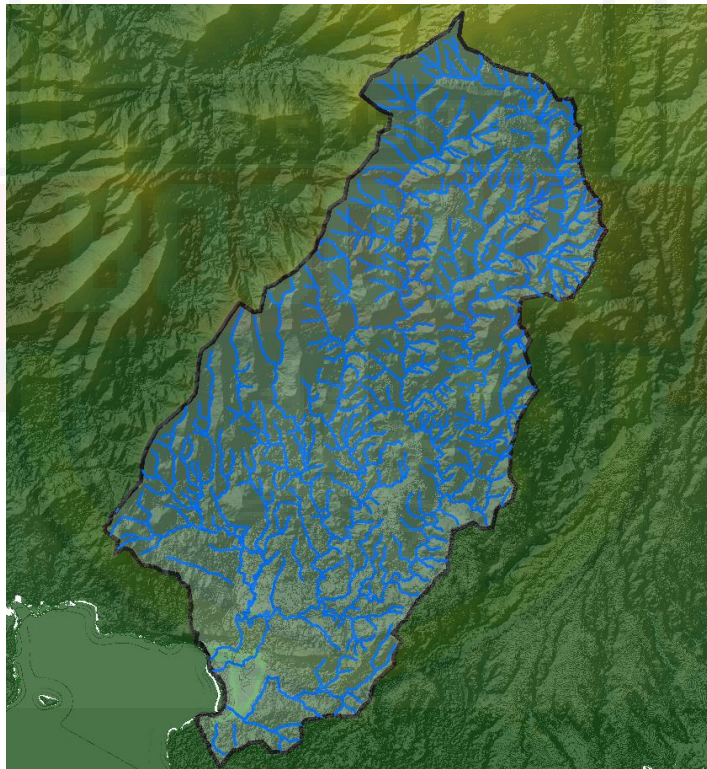
Penentuan DAS Tamanroya menggunakan sistem koordinat UTM (Universal Transverse Mercator) WGS 1984. Sistem koordinat UTM merupakan sistem proyeksi pada peta yang membagi seluruh permukaan bumi menjadi 60 zona. Sistem koordinat UTM juga membagi permukaan bumi menjadi 2 bagian diantaranya yaitu belahan bumi utara (northern hemisphere) serta belahan bumi selatan (southern hemisphere). DAS Tamanroya yang berlokasi di Kota Jeneponto, Sulawesi Selatan termasuk di dalam zona 51 S.

Kemudian melakukan *digitizing* untuk menentukan lokasi, memberi tanda alur atau jalur dan membentuk batas DAS di dalam peta. Proses *digitizing* dimulai dengan cara memberikan tanda di seluruh alur sungai dari hulu hingga ke hilir DAS Tamanroya. Proses selanjutnya yaitu menentukan

batas DAS Tamanroya. Pada saat menentukan batas DAS, berikut ini terdapat beberapa syarat diantaranya yaitu:

- Batas DAS terletak di punggung bukit serta memotong kontur (tidak sejajar dengan kontur)
- Jika kontur kurang jelas, penentuan batas DAS dapat menggunakan as alur jalan
- Batas DAS tidak diperbolehkan memotong alur sungai

Berikut hasil dari proses digitizing dapat dilihat pada **Gambar : 4.1**.



Gambar : 4.1 Batas DAS Tamanroya

Berdasarkan gambar diatas garis berwarna biru menunjukkan alur sungai yang terdapat di wilayah DAS Tamanroya. Sedangkan yang berwarna hitam menggambarkan wilayah DAS Tamanroya dengan luas wilayah 260.66 km²

4.1.2 Pengaruh Poligon Thiessen

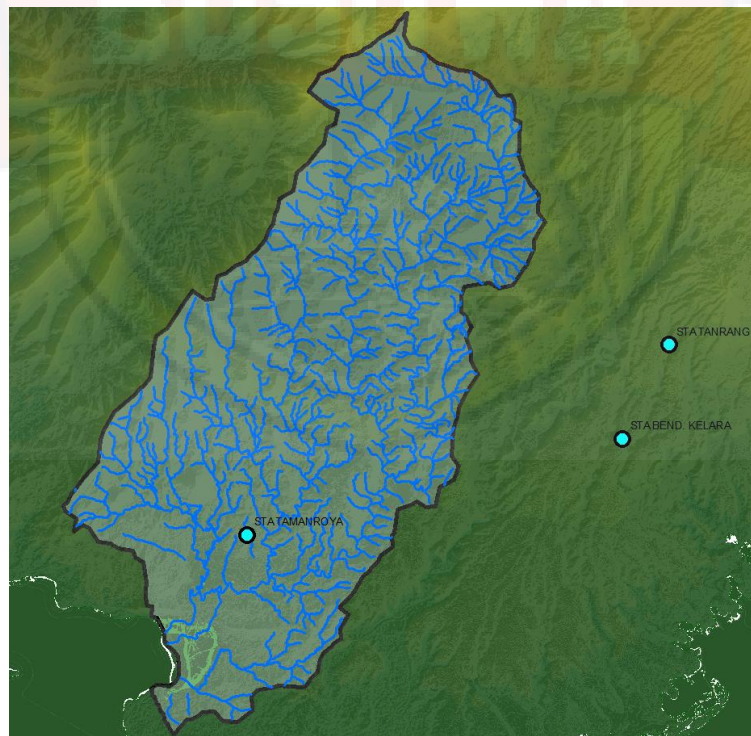
Dalam menentukan area pengaruh Poligon Thiessen yaitu berdasarkan pada jumlah serta lokasi stasiun hujan yang tersedia. Adapun tujuan dari penentuan area pengaruh Poligon Thiessen yakni untuk melakukan perhitungan curah hujan area. DAS Tamanroya memiliki 3 stasiun hujan yang dapat memberikan pengaruh diantaranya terdiri dari Stasiun hujan Taman Roya /Paranga, Tanrang, dan Bend. Kelara.

Stasiun hujan Taman Roya/Paranga terletak pada $5^{\circ}36'$ LS dan $119^{\circ}41'$ BT.

Stasiun hujan Tanrang terletak pada $5^{\circ}32'$ LS dan $119^{\circ}50'$ BT.

Stasiun hujan Bend. Kelara terletak pada $5^{\circ}34'$ LS dan $119^{\circ}49'$ BT

Berikut hasil dari penentuan lokasi stasiun hujan DAS Kupang dapat dilihat pada **Gambar : 4.2.**



Gambar : 4.2 Lokasi Stasiun Hujan DAS Tamanroya

4.2 Perhitungan Curah Hujan Rancangan

Perhitungan curah hujan rancangan pada penelitian ini menggunakan data curah hujan harian Sungai Tamanroya pada tahun 2010 sampai dengan tahun 2019. Data yang digunakan merupakan data curah hujan harian maksimum yang diperoleh dari data curah hujan harian Sungai Taman Royo di stasiun Tamanroya, Tanrang, dan Bend. Kelara.

4.2.1 Perhitungan Curah Hujan Area

Perhitungan curah hujan area dilakukan setelah pembagian wilayah DAS selesai dilakukan. Metode yang digunakan untuk perhitungan curah hujan area pada penelitian ini adalah metode Poligon Thiessen. Setelah membagi 3 wilayah area pengaruh Poligon Thiessen, maka luas dan koefisien Thiessen dapat dihitung pada masing-masing wilayah tersebut.

Berikut contoh perhitungan yang dapat dilihat di bawah ini:

Luas area Sta. Hujan Tamanroya = 249.57 km² (Berdasarkan Koordinasi Survey dan Pemetaan Nasional)

$$\begin{aligned}\Sigma \text{Luas area} &= 249.57 + 7.76 + 3.33 \text{ km}^2 \\ &= 260.66 \text{ km}^2\end{aligned}$$

Koefisien Thiessen Sta. Hujan Tamanroya

$$\begin{aligned}&= \frac{\text{Luas area Sta. Hujan Tamanroya}}{\Sigma \text{Luas area}} \\ &= \frac{249.57}{260.66} = 0.9574 \text{ km}^2\end{aligned}$$

Maka hasil dari perhitungan koefisien Thiessen dilihat pada **Tabel : 4.1**.

Tabel : 4.1 Koef. Thiessen Pada masing-masing stasiun hujan

No	Nama Stasiun Hujan	Luas Daerah Yang Diwakili (Ai) km ²	Koef. Thiessen Ai/A (Fk)	Prosentase / Bobot (%)
1.	<i>Tamanroya</i>	249.57	0.9574	95.74
2.	<i>Tanrang</i>	7.76	0.0298	2.98
3.	<i>Bend. Kelara</i>	3.33	0.0128	1.28
Jumlah (A)		260.66	1	100

Setelah diketahui nilai Koefisien Thiessen pada masing-masing area pengaruh Poligon Thiessen, kemudian melakukan perhitungan curah hujan maksimum antara tahun 2010 hingga tahun 2019 pada stasiun hujan Tamanroya, Tanrang, dan Bend. Kelara dengan cara mengalikan nilai curah hujan maksimum dengan koefisien Thiessen pada setiap stasiun hujan yang sudah dihitung sebelumnya. Berikut contoh perhitungan curah hujan DAS pada Stasiun Hujan Tamanroya:

- Rata-rata (menggunakan persamaan **2.1**)

$$= \frac{(56+38+38+120+45+46+63+39+36+205)}{10} = 68.600 \text{ mm}$$

- Standar deviasi (menggunakan persamaan **2.2**)

$$= \sqrt{\frac{(56-15.5)^2+(38-15.5^2)+\dots+(205-15.5^2)}{10-1}} = 54.074 \text{ mm}$$

- Koefisien variasi (menggunakan persamaan **2.3**)

$$= \frac{\text{Standar deviasi}}{\text{Rata-rata}} = \frac{54.074}{68.600} = 0.788 \text{ mm}$$

Maka hasil dari perhitungan curah hujan DAS dapat dilihat pada **Tabel : 4.2**.

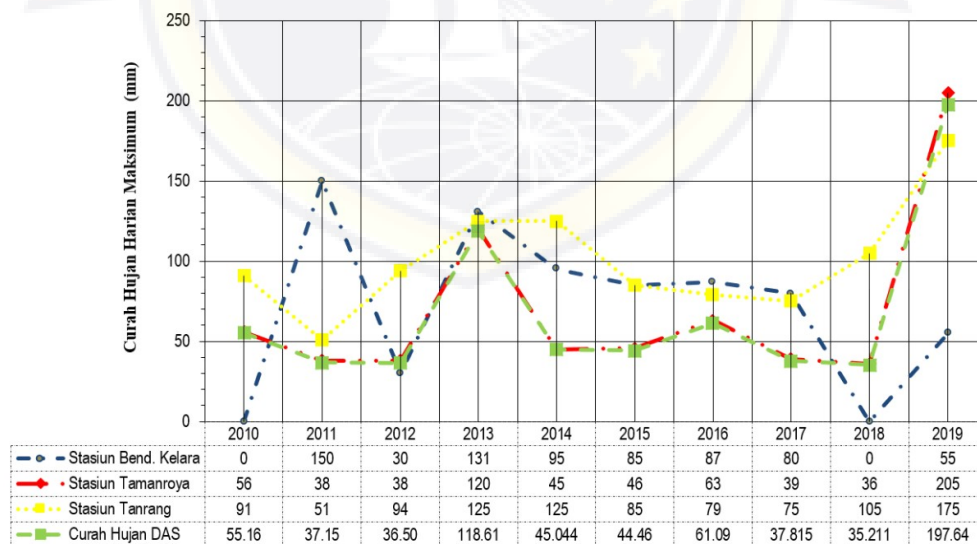
Tabel : 4.2 Perhitungan Curah Hujan DAS Tamanroya

No	Tahun	Tanggal	Curah Hujan Max dengan Kejadian yang Sama			Curah Hujan DAS	Hujan Wilayah
			Stasiun Bend. Kelara	Stasiun Tamanroya	Stasiun Tanrang		
		Koefisien	0.01	0.96	0.03		
1	2010	13-May-10	0	16	51	16.84	55.16
		25-Jul-10	0	56	52	55.16	
		11-Jan-10	0	30	91	31.43	
2	2011	03-Feb-11	150	0	0	1.92	37.15
		08-Jan-11	60	38	0	37.15	
		29-Nov-11	0	0	51	1.52	
3	2012	27-Apr-12	30	0	9	0.65	36.50
		08-Jan-12	0	38	4	36.50	
		28-Feb-12	0	17	94	19.08	
4	2013	07-Dec-13	131	0	32	2.63	118.61
		05-Jan-13	0	120	125	118.61	
		05-Jan-13	0	120	125	118.61	
5	2014	17-Jan-14	95	45	25	45.04	45.04
		17-Jan-14	95	45	25	45.04	
		14-Jul-14	18	0	125	3.96	
6	2015	29-Jan-15	85	0	85	3.62	44.46
		25-Mar-15	0	46	14	44.46	
		29-Jan-15	85	0	85	3.62	
7	2016	09-Mar-16	87	5	0	5.90	61.09
		04-Mar-16	0	63	26	61.09	
		22-Sep-16	0	0	79	2.35	
8	2017	20-Jun-17	80	0	0	1.02	37.82
		25-Feb-17	0	39	16	37.82	
		02-Feb-17	25	20	75	21.70	
9	2018	20-Jun-18	0	10	0	9.57	35.21
		09-Feb-18	0	36	25	35.21	
		06-Jan-18	0	27	105	28.98	
10	2019	22-Jan-19	55	115	175	116.02	197.64
		21-Jan-19	0	205	46	197.64	
		22-Jan-19	55	115	175	116.02	

No	Tahun	Tanggal	Curah Hujan Max dengan Kejadian yang Sama			Curah Hujan DAS	Hujan Wilayah
			Stasiun Bend. Kelara	Stasiun Tamanroya	Stasiun Tanrang		
		Koefisien	0.01	0.96	0.03		
		Rata-rata	15.500	68.600	33.300	66.868	
		Std. Dev	33.702	54.074	36.133	52.259	
		Co. Variance	2.174	0.788	1.085	0.782	
		Co. Kurtosis	1.179	9.507	1.944	8.073	
		Co. Skewness	0.546	2.461	0.685	2.181	

Dari hasil perhitungan curah hujan DAS Tamanroya, maka dapat digambarkan grafik hubungan antara waktu (tahun) dengan curah hujan harian maksimum pada masing-masing Stasiun Hujan Bend. Kelara, Tamanroya, dan Pesantren Tanrang.

Berikut hasil dari grafik hubungan antara waktu (tahun) dengan curah hujan maksimum dapat dilihat pada **Gambar : 4.2**.



Gambar : 4.3 Grafik Curah Hujan Harian Maksimum

Pada **Gambar : 4.1** yaitu grafik curah hujan harian maksimum berdasarkan Sta. Hujan Tamanroya yang terjadi pada tahun 2010 sampai 2019. Grafik tersebut menampilkan data curah hujan maksimum dari masing-masing stasiun hujan. Pada Stasiun Hujan Tamanroya, curah hujan harian maksimum terjadi pada tahun 2019 sebesar 205 mm, sedangkan yang paling minimum terjadi pada tahun 2018 sebesar 36 mm. Pada Stasiun Hujan Bend. Kelara, curah hujan harian maksimum terjadi pada tahun 2011 sebesar 150 mm, sedangkan yang paling minimum terjadi pada tahun 2010 dan 2018 sebesar 0 mm. Pada Stasiun Hujan Tanrang, curah hujan maksimum terjadi pada tahun 2013 dan 2014 sebesar 125 mm, sedangkan yang paling minimum terjadi pada tahun 2011 sebesar 51 mm. Pada curah hujan DAS, nilai tertinggi terdapat di tahun 2019 sebesar 197.64 mm sedangkan untuk nilai terendah terdapat ditahun 2012 sebesar 36.50 mm.

4.2.2 Perhitungan Curah Hujan Rancangan

Perhitungan curah hujan rancangan digunakan untuk menghitung data intensitas hujan. Terdapat beberapa langkah dalam menghitung data intensitas hujan yaitu pengukuran statistik, pemilihan jenis distribusi, serta pengujian kecocokan distribusi.

4.2.2.1 Pengukuran Statistik

Pengukuran statistik dihitung setelah mendapatkan hasil dari curah hujan area, kemudian dilakukan dengan cara mengurutkan curah hujan DAS atau data hujan harian maksimum (R_{24}) dari nilai terbesar ke terkecil

atau sebaliknya. Pada perhitungan ini memilih pengurutan data dari nilai yang terbesar ke terkecil.

Berikut contoh perhitungan statistik berdasarkan curah hujan maksimum:

- m (peringkat) = 1

$$P \text{ (probabilitas)} = m / (N + 1)$$

$$= 1 / (10 + 1) = 0,090$$

Curah hujan harian maksimum (d) diperoleh dari **Tabel : 4.2** dengan cara mengalikan nilai curah hujan harian maksimum dengan Koefisien Thiessen (P_i) pada setiap stasiun hujan di periode (tahun) yang sama.

Log d yaitu nilai log dari curah hujan harian maksimum.

- Tahun 2018

$$\begin{aligned} d_{2018} &= ((0 \times 0.9574) + (36 \times 0.0298) + (16 \times 0.0128)) \\ &= 35.211 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Log } d_{2018} &= \text{Log } (35.211) \\ &= 1.5467 \text{ mm} \end{aligned}$$

- Rata-rata (menggunakan persamaan 2.1)

$$= \frac{(35.21+36.50+37.15+37.82+44.46+45.04+\dots+118.61)}{10} = 66.868 \text{ mm}$$

- Nilai tengah (median) yaitu nilai tengah dari jumlah data (n) yang tersedia

Dengan demikian nilai tengah (median) sebesar 44.758 mm.

- Standar deviasi (menggunakan persamaan 2.2)

$$= \sqrt{\frac{(35.21-66.87)^2+(36.50-66.87)^2+\dots+(118.61-66.87)^2}{10-1}} = 52.259 \text{ mm}$$

- Koefisien variasi d (menggunakan persamaan 2.3)

$$= \frac{\text{Standar deviasi}}{\text{Rata-rata}}$$

$$= \frac{52.259}{66.868} = 0.782 \text{ mm}$$

- Koefisien variasi log d

$$= \frac{\text{Standar deviasi log d}}{\text{Rata-rata log d}}$$

$$= \frac{0.250}{1.746} = 0.143 \text{ mm}$$

Maka hasil dari perhitungan statistik berdasarkan curah hujan maksimum dapat dilihat pada **Tabel : 4.3**.

Tabel : 4.3 Perhitungan Statistik

m	Probabilitas (P) P = m / (N + 1)	Tahun	d (mm)	Log d (mm)
1	0.091	2018	35.211	1.547
2	0.182	2012	36.500	1.562
3	0.273	2011	37.149	1.570
4	0.364	2017	37.815	1.578
5	0.455	2015	44.458	1.648
6	0.545	2014	45.044	1.654
7	0.636	2010	55.164	1.742
8	0.727	2016	61.091	1.786
9	0.818	2013	118.613	2.074
10	0.909	2019	197.638	2.296

m	Probabilitas (P) $P = m / (N + 1)$	Tahun	d (mm)	Log d (mm)
	Jumlah Data (n)		10	10
	Nilai Rerata (Mean)		66.868	1.746
	Nilai Tengah (Median)		44.751	1.651
	Standar Deviasi ($\bar{\sigma}_x$)		52.259	0.250
	Koefisien Skewness (Cs)		2.181	1.567
	Koefisien Kurtosis (Ck)		8.073	5.482
	Koefisien Variasi (Cv)		0.782	0.143

Ket: d = Curah hujan harian maksimum (mm)

Log d = Nilai logaritma dari nilai curah hujan harian maksimum (mm)

Selanjutnya menentukan jenis distribusi dengan cara mencocokkan parameter statistik berdasarkan syarat pada setiap jenis distribusi. Berikut hasil dari mencocokkan parameter statistik pada **Tabel : 4.3**.

Tabel : 4.4 Syarat Jenis Distribusi

No	Distribusi	Persyaratan	Hasil Hitungan	keterangan
1	Normal	Cs = 0	2.18	tidak diterima
		Ck = 3	8.07	
2	Log Normal	Cs = $Cv^3 + 3Cv$	2.82	tidak diterima
		Ck = $Cv^8 + 6Cv^6 + 15Cv^4 + 16Cv^2 + 3$	19.87	
3	Gumbel	Cs = 1,14	2.18	tidak diterima
		Ck = 5,4	8.07	
4	log pearson III	Selain dari nilai diatas/flexibel		Diterima

Berdasarkan dari hasil kecocokan parameter statistik, sehingga jenis distribusi yang memenuhi syarat yaitu Log-Pearson III.

4.2.2.2 Jenis Distribusi

Pada penelitian ini jenis distribusi yang dihitung yaitu Log-Pearson III. Tujuan dari perhitungan distribusi ini yaitu untuk menghitung data nilai curah hujan rancangan berdasarkan kala ulang tertentu. Terdapat 7 (Tujuh) kala ulang yang diinginkan untuk penelitian ini yaitu diantaranya 2 tahunan, 5 tahunan, 10 tahunan, 25 tahunan, 50 tahunan, serta 100 tahunan. Adapun rumus perhitungan untuk mencari nilai curah hujan rancangan dengan periode ulang T tahunan (X_T).

Berikut contoh perhitungan curah hujan rancangan berdasarkan distribusi:

A. Distribusi Log-Pearson III

Perhitungan nilai Distribusi Log-Pearson III menggunakan Tabel Faktor Frekuensi. Pada penelitian ini nilai faktor kemencengan (C_s) sebesar 1.567 sehingga untuk perhitungan kala ulang 25 tahunan diperlukan interpolasi.

$$C_s = \text{Nilai faktor kemencengan} = 1.567 \text{ (Tabel : 4.5)}$$

$$C_{sa} = \text{Nilai faktor kemencengan pada tabel} = 1.400 \text{ (Tabel : 2.6)}$$

$$C_{sb} = \text{Nilai faktor kemencengan pada tabel} = 1.600 \text{ (Tabel : 2.6)}$$

$$K_{25} = \text{Nilai faktor frekuensi untuk periode ulang 25 tahunan untuk nilai faktor kemencengan } (C_s) = 1.567 \text{ (Tabel : 2.6)}$$

$$K_{25a} = \text{Nilai faktor frekuensi untuk periode ulang 25 tahunan untuk nilai faktor kemencengan } (C_{sa}) 1.400 = 2.128 \text{ (Tabel : 2.6)}$$

$$K_{25b} = \text{Nilai faktor frekuensi untuk periode ulang 25 tahunan untuk nilai faktor kemencengan } (C_{sb}) 1.600 = 2.163 \text{ (Tabel : 2.6)}$$

Perhitungan interpolasi nilai faktor frekuensi untuk periode ulang 25 tahunan (K_{25}):

$$\frac{C_s - C_{sa}}{C_{sb} - C_{sa}} = \frac{K_{25} - K_{25a}}{K_{25b} - K_{25a}}$$

$$\frac{1.567 - 1.400}{1.600 - 1.400} = \frac{K_{25} - 2.128}{2.163 - 2.128}$$

$$\frac{0.167}{0.200} = \frac{K_{25} - 2.128}{0.035}$$

$$K_{25} = \left(\frac{0.167 \times 0.035}{0.200} \right) + 2.128$$

$$K_{25} = 2.1572$$

Kemudian melakukan perhitungan curah hujan rancangan dengan memasukkan hasil dari logaritma nilai curah hujan rata-rata dan standar deviasi yang diperoleh dari **Tabel : 4.3**.

$$\text{Curah hujan rata-rata } (\bar{x}) = 66.868 \text{ mm (Tabel : 4.3)}$$

$$\text{Log } (\bar{x}) = \text{Log } (66.868) = 1.746$$

$$\text{Standar deviasi } (\delta x) = 52.259 \text{ mm (Tabel : 4.3)}$$

$$\text{Log } (\delta x) = \text{Log } (52.259) = 0.250$$

Perhitungan nilai curah hujan rancangan untuk periode ulang 25 tahunan :

$$\text{Log } X_{25} = \text{Nilai rerata Log } (d) + K_{25} \cdot \text{Log } \delta x$$

$$= 1.746 + (2.1572 \times 0.250)$$

$$= 2.285 \text{ mm}$$

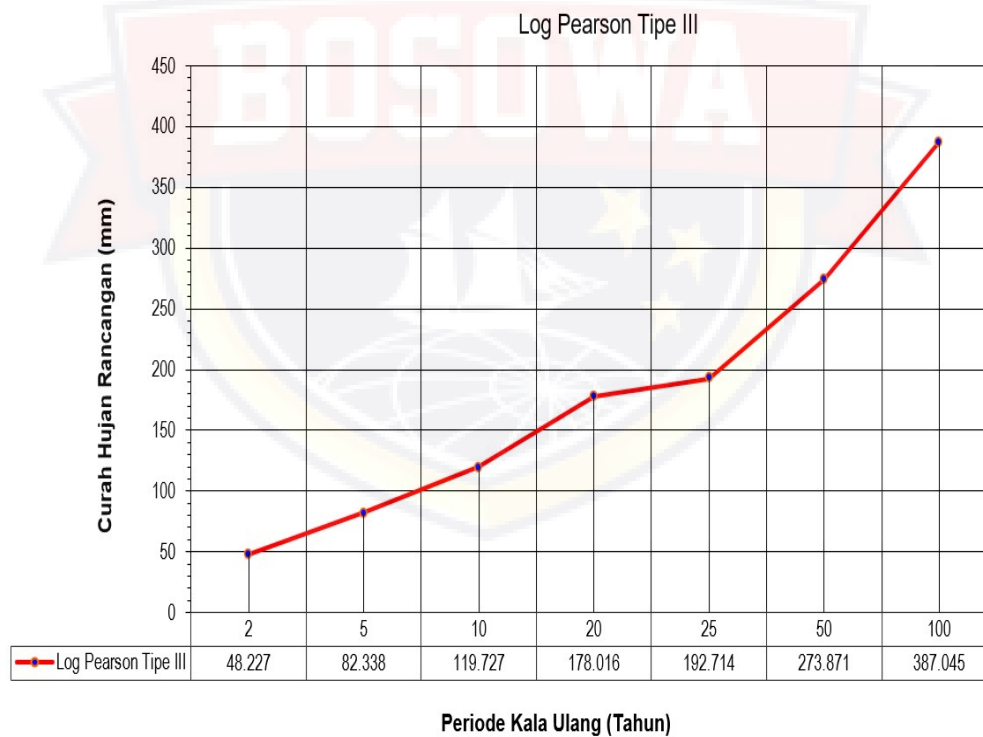
$$X_{25} = 10^{2.285}$$

$$= 192.71 \text{ mm}$$

Maka hasil dari perhitungan Distribusi Log-Pearson III dapat dilihat pada **Tabel : 4.5** dan Grafik Analisis Distribusi Log-Pearson III dilihat pada **Gambar : 4.2**.

Tabel : 4.5 Hasil Distribusi Log-Pearson III

Probabilitas	T	P(%)	Cs	Hubungan Cs dengan T (G)	Log X	Curah Hujan Rencana (X mm)
0.33	2	0.02	1.567	-0.2492	1.68	48.23
0.17	5	0.05	1.567	0.6800	1.92	82.34
0.09	10	0.1	1.567	1.3303	2.08	119.73
0.05	20	0.2	1.567	2.0193	2.25	178.02
0.04	25	0.25	1.567	2.1572	2.285	192.71
0.02	50	0.5	1.567	2.7676	2.44	273.87
0.01	100	1	1.567	3.3684	2.59	387.05



Gambar : 4. 4 Grafik Analisis Distribusi Log-Pearson III

4.2.2.3 Pengujian Kecocokan Distribusi

Pada penelitian ini pengujian kecocokan distribusi menggunakan dua jenis metode pengujian yang terdiri dari pengujian Chi-Kuadrat dan Smirnov Kolmogorov.

A. Uji Chi-Kuadrat

Uji Chi-Kuadrat dilakukan dengan cara menentukan banyaknya kelas serta derajat kebebasan yang terdapat pada data frekuensi.

$$N = \text{Jumlah data} = 16$$

$$\begin{aligned} K &= \text{Jumlah kelas} = 1 + (3,322 \times \text{Log } n) \\ &= 1 + (3,322 \times \text{Log } 10) \\ &= 4,3220 = 5 \text{ kelas} \end{aligned}$$

$$E_f = \frac{N}{K} = \frac{16}{5} = 3,2$$

$$R = \text{Banyaknya parameter} = 2 \text{ (ditetapkan untuk Uji Chi Kuadrat)}$$

$$\begin{aligned} DK &= \text{Derajat Kebebasan} = K - (R + 1) \\ &= 5 - (2 + 1) = 2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Taraf Signifikasi } (\alpha) &= 0,05 \text{ (dikarenakan nilai signifikansi} \\ &\text{yang ditentukan yaitu 95\%, sehingga nilai kritis nya } 5\% = 0,05). \end{aligned}$$

Selanjutnya mencari batas interval dengan cara perhitungan kelas distribusi.

$$\begin{aligned} \text{Interval kelas distribusi} &= \frac{N}{K} \times 100\% \\ &= \frac{16}{5} \times 100\% = 320\% \end{aligned}$$

Sehingga hasil dari perhitungan kelas distribusi diatas diperoleh 5 macam kelas distribusi dengan nilai probabilitas (P(x)) sebesar 20%, 40%, 60%, 80%, dan 100%.

$$P(x) = 20\% = \frac{20}{100} = 0.2$$

$$T = \frac{1}{P} = \frac{1}{0.2} = 5 \text{ tahunan}$$

$$P(x) = 40\% = \frac{40}{100} = 0.4$$

$$T = \frac{1}{P} = \frac{1}{0.4} = 2.5 \text{ tahunan}$$

$$P(x) = 60\% = \frac{60}{100} = 0.6$$

$$T = \frac{1}{P} = \frac{1}{0.6} = 1.67 \text{ tahunan}$$

$$P(x) = 80\% = \frac{80}{100} = 0.8$$

$$T = \frac{1}{P} = \frac{1}{0.8} = 1.25 \text{ tahunan}$$

$$P(x) = 100\% = \frac{100}{100} = 1.0$$

$$T = \frac{1}{P} = \frac{1}{1.0} = 1 \text{ tahunan}$$

Kemudian menentukan nilai Chi-Kuadrat Kritik dengan cara mencocokkan taraf signifikasi (α) sebesar 0,05 dengan derajat kebebasan (DK) sebesar 2. Maka, berdasarkan **Tabel : 2.7** nilai ChiKuadrat Kritik yang digunakan untuk perhitungan uji kecocokan ChiKuadrat yaitu 5.991

- Uji Chi-Kuadrat untuk Log-Pearson III

Perhitungan curah hujan rancangan berdasarkan frekuensi pada distribusi log-pearson III:

- C_s = Nilai faktor kemencengan = 1.567 (**Tabel : 4.5**)
- Perhitungan interpolasi nilai faktor frekuensi untuk periode ulang 5 tahunan (K_5):

C_{sa} = Nilai faktor kemencengan pada tabel = 1.400 (**Tabel : 2.6**)

C_{sb} = Nilai faktor kemencengan pada tabel = 1.600 (**Tabel : 2.6**)

K_5 = Nilai faktor frekuensi untuk periode ulang 5 tahunan untuk nilai faktor kemencengan (C_s) = 1.567 (**Tabel : 2.6**)

K_{25a} = Nilai faktor frekuensi untuk periode ulang 5 tahunan untuk nilai faktor kemencengan (C_{sa}) 1.400 = 0.705 (**Tabel : 2.6**)

K_{25b} = Nilai faktor frekuensi untuk periode ulang 5 tahunan untuk nilai faktor kemencengan (C_{sb}) 1.600 = 0.675 (**Tabel : 2.6**)

$$\frac{C_s - C_{sa}}{C_{sb} - C_{sa}} = \frac{K_5 - K_{5a}}{K_{5b} - K_{5a}}$$

$$\frac{1.567 - 1.400}{1.600 - 1.400} = \frac{K_5 - 0.705}{0.675 - 0.705}$$

$$\frac{0.167}{0.200} = \frac{K_5 - 0.705}{-0.03}$$

$$K_5 = \left(\frac{0.167 \times (-0.035)}{0.200} \right) + 0.705$$

$$K_5 = (-0.0250) + 0.705$$

$$K_5 = 0.6800$$

- Nilai probabilitas (P(x)) sebesar 20%, 40%, 60%, 80%

$$K_T = 5 = 0.6800$$

$$K_T = 2.5 = 0.0606$$

$$K_T = 1.67 = -0.4393$$

$$K_T = 1.25 = -0.8195$$

- Perhitungan nilai curah hujan rancangan untuk periode ulang 5 tahunan:

$$\begin{aligned} \text{Log } x_5 &= \text{Nilai rerata Log (d)} + K_5 \cdot \text{Log } \delta x \\ &= 1.746 + (0.6800 \times 0.250) \\ &= 1.916 \text{ mm} \\ X_5 &= 10^{1.916} \\ &= 82.338 \text{ mm} \end{aligned}$$

Berikut hasil dari Besar Peluang dan Nilai Batas Kelas dapat dilihat pada

Tabel : 4.6.

Tabel : 4.6 Besar Peluang dan Nilai Batas Kelas

Probabilitas	T	Cs	K _T	Log X	X (mm)
20	5	1.5666	0.6800	1.9156	82.3378
40	2.5	1.5666	0.0606	1.7607	57.6402
60	1.67	1.5666	-0.4393	1.6358	43.2270
80	1.25	1.5666	-0.8195	1.5407	34.7287

Sehingga:

Sub kelas 1	X	<	34.729
Sub kelas 2	34.729	< X <	43.227
Sub kelas 3	43.227	< X <	57.640
Sub kelas 4	57.640	< X <	82.338
Sub kelas 5	X	>	82.338

Hasil perhitungan kelas pembagi berdasarkan frekuensi pada distribusi log-pearson III dapat dilihat pada **Tabel : 4.7.**

Tabel : 4.7 Kelas Pembagi berdasarkan Frekuensi pada

Probabilitas (P) $P = m / (N + 1)$	X (mm)	Of
0.091	35.211	4
0.182	36.500	
0.273	37.149	
0.364	37.815	
0.455	44.458	3
0.545	45.044	
0.636	55.164	
0.727	61.091	1
0.818	118.613	2
0.909	197.638	

Berikut hasil Perhitungan Uji Chi-Kuadrat Untuk Distribusi Log Pearson Tipe III dapat dilihat pada **Tabel : 4.8**.

Tabel : 4.8 Hasil Perhitungan Uji Chi-Kuadrat Untuk Distribusi Log Pearson Tipe III

No.	Nilai Batas			Jumlah Data		$(OF - EF)^2$	$(OF - EF)^2 / EF$
	Sub Kelas			OF	EF		
1	X	<	34.729	0	2	4	2
2	34.729	< X <	43.227	4	2	4	2
3	43.227	< X <	57.640	3	2	1	0.5
4	57.640	< X <	82.338	1	2	1	0.5
5	X	>	82.338	2	2	0	0
				10	10	Chi-Kuadrat	5.000
						DK	2
						Chi-Kritik	5.991

Sehingga hasil dari perhitungan dengan menggunakan Distribusi Log-Pearson III yaitu mendapatkan nilai Chi-Kuadrat = 5.000 lebih kecil dari nilai Chi-Kritik = 5.991. Sehingga Distribusi Log Pearson III dapat diterima.

B. Uji Smirnov-Kolmogorov

Pada pengujian Smirnov-Kolmogorov langkah awal yang dilakukan yaitu mencari nilai distribusi kritis (Δ_{cr}) dengan mencocokkan taraf signifikansi (α) dan jumlah data (n) yang dapat dilihat pada **Tabel : 2.8**. Sehingga, berdasarkan jumlah data (n) = 10 dan $\alpha = 0,05$ menghasilkan nilai kritisnya (Δ_{cr}) sebesar 0.409.

Berikut contoh perhitungan uji kecocokan distribusi dengan menggunakan metode Smirnov-Kolmogorov:

N = Jumlah data = 10

R24 = Curah hujan harian maksimum = 197.638 mm (**Tabel : 4.3**)

\bar{x} = Curah hujan rata-rata = 66.868 mm (**Tabel : 4.3**)

δx = Standar deviasi = 52.259 mm (**Tabel : 4.3**)

m = Peringkat = 1

Selanjutnya menghitung nilai dari peluang lapangan ($P(x)$) menggunakan.

$$\begin{aligned} P(x) &= \frac{m}{n+1} \\ &= \frac{1}{10+1} = 0.091 \end{aligned}$$

Kemudian untuk mengetahui nilai peluang teoritis ($P'(x)$) dapat diperoleh dengan cara menggunakan bantuan software Ms. Excel. Berikut ini contoh perhitungan nilai peluang empiris pada setiap distribusi:

- Uji Smirnov-Kolmogorov untuk Distribusi Log-Pearson III

Pada Distribusi Log-Pearson III untuk mengetahui nilai peluang teoritis ($P'(x)$) yaitu dengan cara melakukan perhitungan parameter skala, parameter bentuk, dan parameter letak.

$$\begin{aligned}
 a &= \frac{Cs \times \delta x}{2} \\
 &= \frac{1.567 \times 52.259}{2} = 40.945 \\
 b &= \left(\frac{1}{Cs} x^2 \right)^2 \\
 &= \left(\frac{1}{1.567} x^2 \right)^2 = 1.629 \\
 c &= \left(\bar{x} x \frac{2 \cdot \delta x}{Cs} \right) \\
 &= \left(66.868 x \frac{2 (52.259)}{1.567} \right) = 4,460.057
 \end{aligned}$$

Kemudian menghitung peluang teoritis Distribusi Log-Pearson III.

$$\begin{aligned}
 P'(X) &= \frac{1}{a \Gamma b} \left[\frac{xi - c}{a} \right]^{b-1} e^{-\left[\frac{xi - c}{a} \right]} \\
 &= \frac{1}{(40.945) \Gamma (1.629)} \left[\frac{197.638 - 4,460.057}{40.945} \right]^{1.629-1} e^{-\left[\frac{197.638 - 4,460.057}{40.945} \right]} \\
 &= 1.291
 \end{aligned}$$

Dengan:

X_i = Hujan harian maksimum (R24) (mm)

Γ = Fungsi Gamma

δx = Standar Deviasi (mm)

a = parameter skala

b = parameter bentuk

c = parameter letak

Contoh perhitungan selisih peluang lapangan dengan peluang teoritis (D) adalah sebagai berikut.

$$D = |P(x) - P'(x)| = |0.909 - 1.291|$$

$$= 0.382$$

Berikut hasil Perhitungan Uji Smirnov-Kolmogorov Untuk Distribusi Log Pearson Tipe III dapat dilihat pada **Tabel : 4.9**.

Tabel : 4.9 hasil Perhitungan Uji Smirnov-Kolmogorov Untuk Distribusi Log Pearson Tipe III

Nomor	X	Log X	G	m	P _n (X)	Pr	P' _x (X)	D
								P _x (X) - P _n (X)
1	35.211	1.547	-0.796	1.000	0.091	0.839	0.161	0.070
2	36.500	1.562	-0.733	2.000	0.182	0.753	0.247	0.066
3	37.149	1.570	-0.702	3.000	0.273	0.736	0.264	0.009
4	37.815	1.578	-0.672	4.000	0.364	0.722	0.278	0.086
5	44.458	1.648	-0.391	5.000	0.455	0.574	0.426	0.029
6	45.044	1.654	-0.368	6.000	0.545	0.562	0.438	0.108
7	55.164	1.742	-0.016	7.000	0.636	0.377	0.623	0.014
8	61.091	1.786	0.162	8.000	0.727	0.367	0.633	0.095
9	118.613	2.074	1.314	9.000	0.818	-0.005	1.005	0.187
10	197.638	2.296	2.201	10.000	0.909	-0.291	1.291	0.382
D Maks.								0.382

Dari hasil perhitungan Uji Smirnov-Kolmogorov pada **Tabel : 4.9**, masing masing distribusi diambil nilai Dmaksimum. Distribusi diterima apabila nilai Dmaks (0.382) lebih kecil daripada nilai Dcr (= 0.409).

Maka pengujian kecocokan dengan menggunakan metode Chi-Kuadrat dan Smirnov-Kolmogorov yang telah dilakukan, jenis distribusi yang dipilih untuk melakukan perhitungan distribusi hujan jam-jaman yaitu Distribusi Log-Pearson III.

4.2.2.4 Perhitungan Distribusi Hujan Jam-Jaman

Berdasarkan hasil dari tahapan pengujian didapatkan distribusi yang tepat yaitu Distribusi Log-Pearson III serta diperoleh hasil perhitungan hujan harian maksimum pada DAS Tamanroya dan dapat diketahui nilai curah hujan rancangan setiap periode ulang T tahunan (X_T).

Pada penelitian ini periode ulang yang akan digunakan yaitu terdiri dari periode ulang 2 tahunan, 5 tahunan, 10 tahunan, 20 tahunan, 25 tahunan, 50 tahunan, serta 100 tahunan. Curah hujan rancangan untuk tiap periode ulang pada DAS Tamanroya dapat dilihat pada **Tabel : 4.10**.

Tabel : 4.10 Curah hujan rancangan untuk tiap periode ulang pada DAS Tamanroya

No.	Kala Ulang	Distribusi Log Person III
	(tahun)	(mm)
1	2	48.227
2	5	82.338
3	10	119.727
4	20	178.016
5	25	192.714
6	50	273.871
7	100	387.045

Selanjutnya hasil curah hujan rancangan dengan periode ulang T tahun (X_T) yang telah diperoleh digunakan untuk melakukan perhitungan intensitas curah hujan (i) dengan menggunakan menggunakan Metode Mononobe. Dengan memasukkan nilai durasi curah hujan (T)

menggunakan jam ke-1 sampai jam ke-6. Berikut ini perhitungan distribusi hujan jam-jaman:

Sebaran Hujan Jam-jaman Model Mononobe:

$$R_T = \left\{ \frac{R_{24}}{t} \right\} \cdot \left\{ \frac{t}{T} \right\}^{2/3}$$

Dimana :

R_T = Intensitas Hujan Rata-rata Dalam T Jam (mm/jam)

R_{24} = Curah Hujan Efektif Dalam Satu Hari (mm)

T = Waktu Mulai Hujan (jam)

t = Waktu Konsentrasi Hujan (Jam)

(Untuk Indonesia t = 6 jam)

Intensitas Hujan Rata-rata pada dapat dilihat pada **Tabel : 4.11**.

Tabel : 4.11 Intensitas Hujan Rata-rata

No.	T (jam)	R_T (mm/jam)	
A.	1	0.5503	R_{24}
B.	2	0.3467	R_{24}
C.	3	0.2646	R_{24}
D.	4	0.2184	R_{24}
E.	5	0.1882	R_{24}
F.	6	0.1667	R_{24}

Sebaran Hujan Jam-jaman

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

Dimana :

R_t = Prosentase Intensitas Hujan Rata-rata (dalam t jam)

Prosentase Hujan Rata-rata pada dapat dilihat pada **Tabel : 4.12**.

Tabel : 4.12 Prosentase Hujan Rata-rata

No.	t (jam)	Rt	Distribusi Hujan
A.	1	0.55032	55.032%
B.	2	0.14304	14.304%
C.	3	0.10034	10.034%
D.	4	0.07988	7.988%
E.	5	0.06746	6.746%
F.	6	0.05896	5.896%

Hujan Netto (Rn)

Hujan Netto merupakan bagian dari hujan total yang menghasilkan limpasan langsung (direct run-off), dimana sangat dipengaruhi oleh nilai C (Koefisien Pengaliran) dan R (Intensitas Curah Hujan).

Perhitungan Hujan Netto (Rn):

$$R_n = C \times R$$

Hujan Netto pada dapat dilihat pada **Tabel : 4.13**.

Tabel : 4.13 Perhitungan Hujan Netto

Kala Ulang (Tahun)	Curah Hujan Rancangan (mm)	Koef. Pengaliran (C)	Hujan Netto Rn (mm)
2	48.23	0.7000	33.76
5	82.34	0.7000	57.64
10	119.73	0.7000	83.81
20	178.02	0.7000	124.61
25	192.71	0.7000	134.90
50	273.87	0.7000	191.71
100	387.05	0.7000	270.93

Perhitungan Sebaran Hujan Netto Rancangan Jam - Jaman

2 Thn = Rasio (Rt) x Hujan Netto (Rn)

$$= 0.55032 \times 33.76 = 46,4571$$

Hujan Netto Jam - Jaman pada dapat dilihat pada **Tabel : 4.14**.

Tabel : 4.14 Perhitungan Hujan Netto Jam-jaman

Hujan Netto (Rn, mm) dengan Kala Ulang (Tahun)							
Rt	2	5	10	20	25	50	100
	33.759	57.636	83.809	124.611	134.900	191.710	270.932
(%)	Hujan Netto Jam-jaman = Rn x Rt						
55.032%	18.578	31.719	46.122	68.576	74.238	105.502	149.099
14.304%	4.829	8.244	11.988	17.824	19.296	27.422	38.754
10.034%	3.387	5.783	8.409	12.503	13.536	19.236	27.185
7.988%	2.697	4.604	6.695	9.954	10.776	15.314	21.642
6.746%	2.277	3.888	5.653	8.406	9.100	12.932	18.276
5.896%	1.991	3.398	4.942	7.348	7.954	11.304	15.975

4.2.2.5 Perhitungan Hidrograf Satuan Sintetik Snyder Alexejev

Parameter yang digunakan dalam analisis Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) Snyder sebagai berikut:

Nama sungai = S. Tamanroya

Stasiun hujan = Tamanroya, Tanrang, Bend. Kelara

Luas DAS (km²) = 260.66 km

Panjang sungai = 40.043 km

Panjang sungai ke titik berat (Lc) = (40.043 / 2) = 20.02 km

Tinggi hujan satuan = 1 mm

durasi hujan satuan (tr) = 1 jam

Dari parameter diatas akan dilanjutkan dengan mencari Hidrograf Satuan Sintetik dengan beberapa faktor faktor, antara lain:

Berikut contoh perhitungan Hidrograf Satuan Sintetik Snyder Alexejev :

$$C_t = 1.25 \text{ (Tabel : 2.12)}$$

$$C_p = 0.63 \text{ (Tabel : 2.12)}$$

$$n = 0.3$$

$$t_p = C_t \times (L \times L_c)^{0.3}$$
$$= 1.25 \times (40.043 \times 20.02)^{0.3} = 9.292$$

$$q_p = \frac{C_p \times A}{t_p} = \frac{0.63 \times 260.66}{9.292}$$

$$= 17.673 \text{ l/s/km}$$

$$t_e = \frac{t_p}{5.5} = \frac{9.292}{5.5}$$

$$= 1.689 \text{ jam}$$

$$t_r = 1 \text{ jam}$$

Apabila durasi hujan efektif $t_e > t_r$, maka:

$$t_p' = t_p + 0.25 (t_r - t_e) = 9.292 + 0.25 (1 - 1.689)$$

$$= 9.1197 \text{ jam}$$

$$T_p = 8.775 \text{ jam}$$

$$Q_p = \frac{q_p \times \text{Luas DAS}}{1000} = \frac{17.673 \times 260.66}{1000} = 4.607 \text{ jam}$$

$$W = 1000 \times \text{Luas DAS} \times t_r = 1000 \times 260.66 \times 1$$

$$= 260663.7$$

$$L_{\text{amda}} = \frac{Q_p \times T_p \times 3600}{W} = \frac{4.607 \times 8.775 \times 3600}{260663.7}$$

$$= 0.558$$

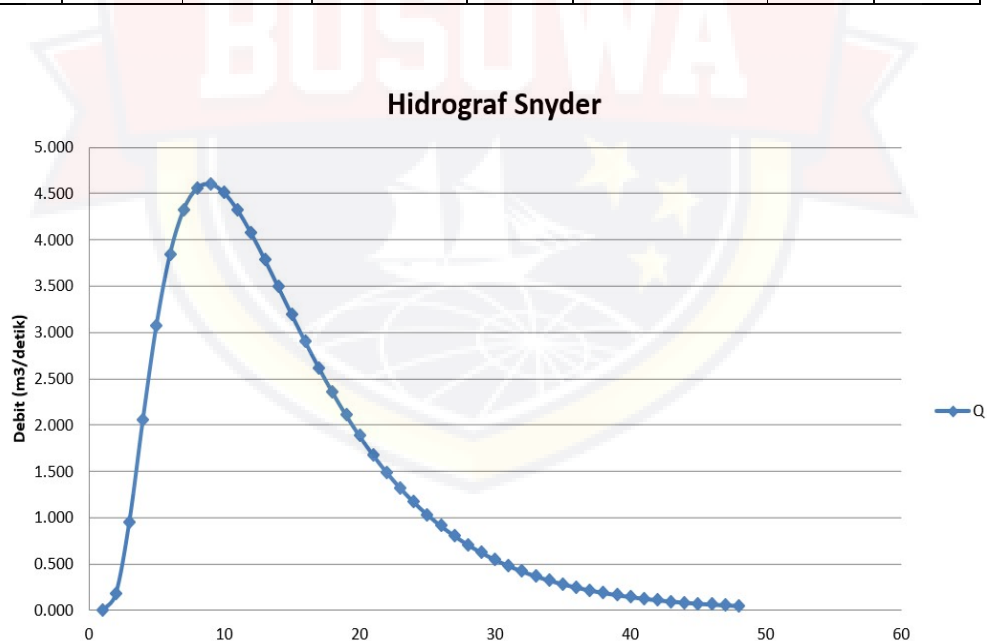
$$a = (1.32 \times L_{\text{amda}}^2 + 0.15 \times L_{\text{amda}} + 0.045) = 0.540$$

Maka hasil dari perhitungan Hidrograf Satuan Sintetik Snyder Alexejev dapat dilihat pada **Tabel : 4.15**.

Tabel : 4.15 Hasil Hidrograf Satuan Sintetik Snyder Alexejev

t	$x=t/Tp$	$(1-x)^2$	$(1-x)^2/x$	a	$-a*(1-x)^2/x$	y	Q
1	0.114	0.785	6.889	0.540	-3.721	0.000	0.001
2	0.228	0.596	2.615	0.540	-1.413	0.039	0.178
3	0.342	0.433	1.267	0.540	-0.684	0.207	0.953
4	0.456	0.296	0.650	0.540	-0.351	0.446	2.054
5	0.570	0.185	0.325	0.540	-0.175	0.668	3.076
6	0.684	0.100	0.146	0.540	-0.079	0.834	3.840
7	0.798	0.041	0.051	0.540	-0.028	0.938	4.322
8	0.912	0.008	0.009	0.540	-0.005	0.989	4.558
9	1.026	0.001	0.001	0.540	0.000	0.999	4.603
10	1.140	0.019	0.017	0.540	-0.009	0.979	4.510
11	1.254	0.064	0.051	0.540	-0.028	0.938	4.322
12	1.368	0.135	0.099	0.540	-0.053	0.884	4.074
13	1.481	0.232	0.156	0.540	-0.085	0.823	3.792
14	1.595	0.355	0.222	0.540	-0.120	0.759	3.494
15	1.709	0.503	0.294	0.540	-0.159	0.693	3.194
16	1.823	0.678	0.372	0.540	-0.201	0.630	2.901
17	1.937	0.879	0.453	0.540	-0.245	0.569	2.621
18	2.051	1.105	0.539	0.540	-0.291	0.512	2.357
19	2.165	1.358	0.627	0.540	-0.339	0.458	2.112
20	2.279	1.636	0.718	0.540	-0.388	0.409	1.886
21	2.393	1.941	0.811	0.540	-0.438	0.365	1.680
22	2.507	2.271	0.906	0.540	-0.489	0.324	1.493
23	2.621	2.628	1.003	0.540	-0.542	0.287	1.324
24	2.735	3.010	1.101	0.540	-0.595	0.254	1.172
25	2.849	3.419	1.200	0.540	-0.648	0.225	1.036
26	2.963	3.853	1.300	0.540	-0.702	0.198	0.914
27	3.077	4.314	1.402	0.540	-0.757	0.175	0.806
28	3.191	4.800	1.504	0.540	-0.813	0.154	0.709
29	3.305	5.312	1.607	0.540	-0.868	0.135	0.624
30	3.419	5.851	1.711	0.540	-0.924	0.119	0.548
31	3.533	6.415	1.816	0.540	-0.981	0.105	0.481

t	$x=t/Tp$	$(1-x)^2$	$(1-x)^2/x$	a	$-a*(1-x)^2/x$	y	Q
32	3.647	7.005	1.921	0.540	-1.038	0.092	0.422
33	3.761	7.621	2.027	0.540	-1.095	0.080	0.370
34	3.875	8.264	2.133	0.540	-1.152	0.070	0.325
35	3.989	8.932	2.239	0.540	-1.210	0.062	0.284
36	4.103	9.626	2.346	0.540	-1.267	0.054	0.249
37	4.217	10.346	2.454	0.540	-1.325	0.047	0.218
38	4.330	11.092	2.561	0.540	-1.384	0.041	0.190
39	4.444	11.864	2.669	0.540	-1.442	0.036	0.167
40	4.558	12.662	2.778	0.540	-1.500	0.032	0.146
41	4.672	13.486	2.886	0.540	-1.559	0.028	0.127
42	4.786	14.336	2.995	0.540	-1.618	0.024	0.111
43	4.900	15.212	3.104	0.540	-1.677	0.021	0.097
44	5.014	16.114	3.214	0.540	-1.736	0.018	0.085
45	5.128	17.042	3.323	0.540	-1.795	0.016	0.074
46	5.242	17.996	3.433	0.540	-1.854	0.014	0.064
47	5.356	18.976	3.543	0.540	-1.914	0.012	0.056
48	5.470	19.982	3.653	0.540	-1.973	0.011	0.049



Gambar : 4.5 Grafik Analisis Hidrograf Satuan Sintetik Snyder

Berdasarkan hasil Hujan Netto Jam - Jaman serta diperoleh hasil perhitungan Hidrograf Satuan Sintetik Snyder dan dapat diketahui nilai Hasil Superposisi HSS Snyder untuk DAS Tamanroya

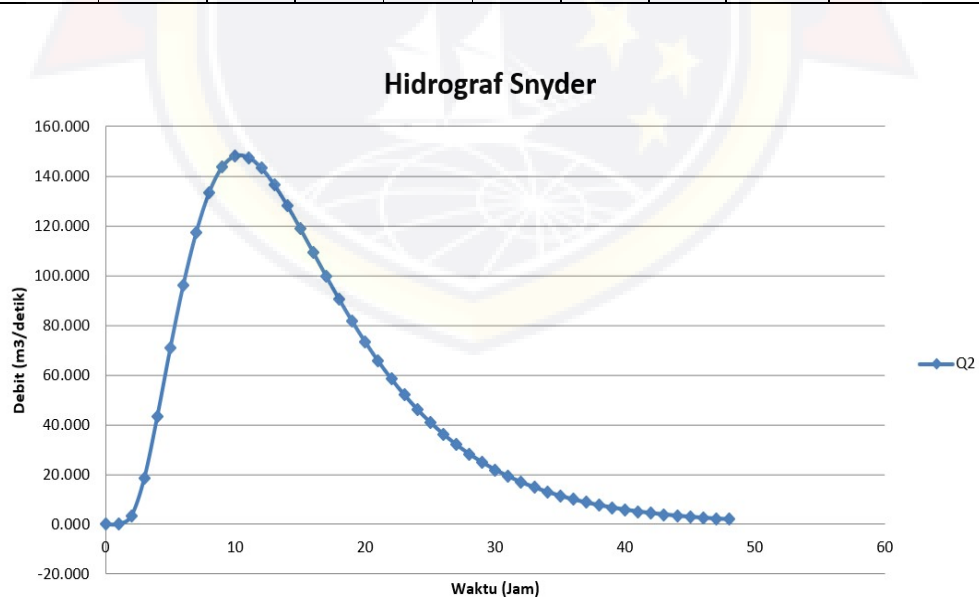
Selanjutnya hasil Hujan Netto Jam - Jaman dengan periode ulang T tahun yang telah diperoleh digunakan untuk mendapatkan Nilai Superposisi HSS Snyder. Pada saat diperoleh hasil Superposisi HSS Snyder dengan periode ulang 2 tahunan (**Tabel : 4.16**), 5 tahunan (**Tabel : 4.17**), 10 tahunan (**Tabel : 4.18**), 20 tahunan (**Tabel : 4.19**), 25 tahunan (**Tabel : 4.20**), 50 tahunan (**Tabel : 4.21**), 100 tahunan (**Tabel : 4.22**).

Berikut ini Hasil Superposisi HSS Snyder untuk periode ulang 2 tahunan:

Tabel : 4.16 Superposisi HSS SNYDER Q2

waktu (jam)	HSS Snyder	Tinggi Hujan (mm/jam)						Q m3/detik	Volume Limpasan
		1	2	3	4	5	6		
		19	5	3	3	2	2		
0	0.000	0.000						0.000	0.000
1	0.001	0.016	0.000					0.016	29.274
2	0.178	3.309	0.004	0.000				3.313	5992.190
3	0.953	17.704	0.860	0.003	0.000			18.567	39382.924
4	2.054	38.151	4.602	0.603	0.002	0.000		43.358	111464.377
5	3.076	57.140	9.916	3.228	0.480	0.002	0.000	70.767	205424.615
6	3.840	71.349	14.852	6.956	2.570	0.406	0.002	96.134	300420.564
7	4.322	80.294	18.545	10.418	5.538	2.170	0.354	117.320	384215.557
8	4.558	84.678	20.870	13.009	8.294	4.676	1.897	133.424	451338.012
9	4.603	85.515	22.009	14.640	10.356	7.004	4.088	143.613	498665.527
10	4.510	83.782	22.227	15.439	11.655	8.746	6.122	147.971	524851.187
11	4.322	80.295	21.777	15.592	12.291	9.842	7.645	147.441	531742.058
12	4.074	75.690	20.870	15.276	12.413	10.379	8.603	143.231	523209.491
13	3.792	70.447	19.673	14.640	12.161	10.482	9.073	136.477	503473.694
14	3.494	64.916	18.311	13.800	11.655	10.270	9.163	128.114	476263.045
15	3.194	59.342	16.873	12.845	10.986	9.842	8.977	118.865	444562.831
16	2.901	53.896	15.424	11.836	10.226	9.278	8.603	109.263	410630.651
17	2.621	48.689	14.009	10.820	9.423	8.635	8.110	99.685	376105.199
18	2.357	43.788	12.655	9.827	8.614	7.957	7.548	90.389	342132.641
19	2.112	39.234	11.382	8.877	7.823	7.274	6.955	81.545	309481.745
20	1.886	35.041	10.198	7.984	7.067	6.606	6.358	73.254	278639.329
21	1.680	31.211	9.108	7.153	6.356	5.968	5.775	65.571	249885.757

waktu (jam)	HSS Snyder	Tinggi Hujan (mm/jam)						Q	Volume Limpasan
		1	2	3	4	5	6		
		19	5	3	3	2	2	m3/detik	
22	1.493	27.734	8.112	6.389	5.695	5.367	5.217	58.514	223353.056
23	1.324	24.593	7.209	5.691	5.086	4.809	4.692	52.080	199068.894
24	1.172	21.770	6.392	5.057	4.530	4.295	4.204	46.248	176989.426
25	1.036	19.239	5.658	4.484	4.026	3.826	3.754	40.988	157023.572
26	0.914	16.980	5.001	3.969	3.570	3.399	3.344	36.263	139050.770
27	0.806	14.967	4.413	3.508	3.160	3.015	2.972	32.034	122933.816
28	0.709	13.178	3.890	3.096	2.793	2.668	2.635	28.260	108528.006
29	0.624	11.591	3.425	2.729	2.465	2.358	2.332	24.900	95687.543
30	0.548	10.186	3.013	2.403	2.172	2.081	2.061	21.916	84269.906
31	0.481	8.944	2.648	2.113	1.913	1.835	1.819	19.272	74138.728
32	0.422	7.848	2.325	1.857	1.682	1.615	1.604	16.931	65165.575
33	0.370	6.882	2.040	1.631	1.479	1.421	1.412	14.864	57230.944
34	0.325	6.031	1.789	1.431	1.298	1.249	1.242	13.039	50224.698
35	0.284	5.282	1.567	1.255	1.139	1.096	1.091	11.431	44046.100
36	0.249	4.624	1.373	1.100	0.999	0.962	0.958	10.015	38603.591
37	0.218	4.046	1.202	0.963	0.875	0.844	0.841	8.770	33814.379
38	0.190	3.538	1.052	0.843	0.767	0.739	0.737	7.676	29603.929
39	0.167	3.094	0.920	0.738	0.671	0.647	0.646	6.716	25905.380
40	0.146	2.704	0.804	0.645	0.587	0.567	0.566	5.873	22658.950
41	0.127	2.362	0.703	0.564	0.514	0.496	0.495	5.134	19811.329
42	0.111	2.063	0.614	0.493	0.449	0.434	0.433	4.486	17315.089
43	0.097	1.801	0.536	0.431	0.392	0.379	0.379	3.919	15128.127
44	0.085	1.572	0.468	0.376	0.343	0.331	0.331	3.422	13213.131
45	0.074	1.372	0.409	0.328	0.299	0.290	0.290	2.987	11537.090
46	0.064	1.197	0.357	0.287	0.261	0.253	0.253	2.607	10070.842
47	0.056	1.044	0.311	0.250	0.228	0.221	0.221	2.275	8788.652
48	0.049	0.910	0.271	0.218	0.199	0.193	0.193	1.985	7667.843



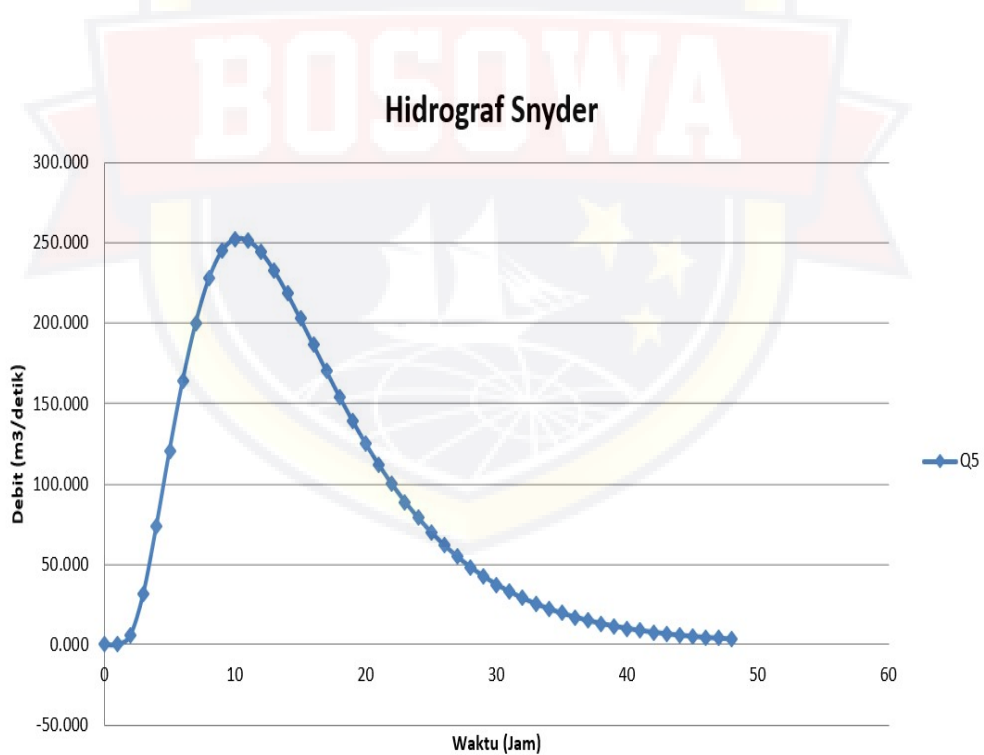
Gambar : 4.6 Grafik Superposisi HSS SNYDER Q2

Berikut ini Hasil Superposisi HSS Snyder untuk periode ulang 5 tahunan:

Tabel : 4.17 Superposisi HSS SNYDER Q5

waktu (jam)	HSS Snyder	Tinggi Hujan (mm/jam)						Q	Volume Limpasan
		1	2	3	4	5	6		
		32	8	6	5	4	3	m3/detik	
0	0.000	0.000						0.000	0.000
1	0.001	0.028	0.000					0.028	49.980
2	0.178	5.649	0.007	0.000				5.656	10230.486
3	0.953	30.226	1.468	0.005	0.000			31.699	67238.598
4	2.054	65.135	7.856	1.030	0.004	0.000		74.025	190303.505
5	3.076	97.556	16.930	5.511	0.820	0.003	0.000	120.820	350722.133
6	3.840	121.814	25.357	11.876	4.387	0.692	0.003	164.129	512909.034
7	4.322	137.086	31.662	17.787	9.454	3.705	0.605	200.300	655972.506
8	4.558	144.570	35.632	22.210	14.160	7.984	3.239	227.795	770570.899
9	4.603	146.001	37.577	24.995	17.681	11.958	6.979	245.190	851373.322
10	4.510	143.042	37.949	26.359	19.898	14.931	10.453	252.632	896080.189
11	4.322	137.087	37.180	26.620	20.985	16.803	13.052	251.726	907844.995
12	4.074	129.225	35.632	26.081	21.192	17.721	14.688	244.539	893277.315
13	3.792	120.275	33.588	24.995	20.763	17.896	15.490	233.007	859582.323
14	3.494	110.831	31.262	23.561	19.898	17.533	15.643	218.729	813125.491
15	3.194	101.315	28.807	21.930	18.757	16.803	15.326	202.939	759003.610
16	2.901	92.017	26.334	20.208	17.458	15.840	14.688	186.545	701071.084
17	2.621	83.126	23.917	18.473	16.087	14.743	13.846	170.192	642125.664
18	2.357	74.760	21.606	16.777	14.706	13.585	12.887	154.322	584124.203
19	2.112	66.984	19.432	15.156	13.356	12.419	11.875	139.222	528379.219
20	1.886	59.826	17.411	13.631	12.066	11.279	10.855	125.068	475721.860
21	1.680	53.287	15.550	12.213	10.852	10.189	9.859	111.949	426630.790
22	1.493	47.350	13.850	10.908	9.723	9.164	8.907	99.901	381331.421
23	1.324	41.988	12.307	9.716	8.684	8.211	8.010	88.916	339870.990
24	1.172	37.167	10.914	8.633	7.735	7.333	7.177	78.959	302174.639
25	1.036	32.848	9.661	7.656	6.873	6.532	6.410	69.978	268086.869
26	0.914	28.989	8.538	6.777	6.095	5.804	5.709	61.912	237401.845
27	0.806	25.552	7.535	5.989	5.395	5.147	5.073	54.691	209885.316
28	0.709	22.498	6.642	5.286	4.768	4.556	4.499	48.248	185290.228
29	0.624	19.789	5.848	4.659	4.208	4.026	3.982	42.512	163367.662
30	0.548	17.391	5.144	4.102	3.709	3.553	3.519	37.418	143874.293
31	0.481	15.271	4.520	3.608	3.266	3.132	3.106	32.903	126577.299
32	0.422	13.399	3.969	3.171	2.872	2.758	2.738	28.907	111257.404
33	0.370	11.749	3.483	2.784	2.524	2.426	2.411	25.377	97710.583

waktu (jam)	HSS Snyder	Tinggi Hujan (mm/jam)						Q	Volume Limpasan
		1	2	3	4	5	6		
		32	8	6	5	4	3	m3/detik	
34	0.325	10.296	3.054	2.443	2.217	2.132	2.120	22.262	85748.794
35	0.284	9.018	2.676	2.142	1.945	1.872	1.863	19.516	75200.053
36	0.249	7.894	2.344	1.877	1.705	1.642	1.636	17.099	65908.039
37	0.218	6.907	2.052	1.644	1.495	1.440	1.436	14.974	57731.403
38	0.190	6.041	1.795	1.439	1.309	1.262	1.259	13.106	50542.887
39	0.167	5.282	1.570	1.259	1.146	1.105	1.103	11.466	44228.343
40	0.146	4.616	1.373	1.101	1.003	0.968	0.966	10.026	38685.702
41	0.127	4.033	1.200	0.963	0.877	0.847	0.846	8.765	33823.948
42	0.111	3.522	1.048	0.842	0.767	0.740	0.740	7.659	29562.109
43	0.097	3.075	0.915	0.735	0.670	0.647	0.647	6.690	25828.302
44	0.085	2.684	0.799	0.642	0.585	0.566	0.566	5.842	22558.823
45	0.074	2.342	0.698	0.561	0.511	0.494	0.495	5.101	19697.313
46	0.064	2.043	0.609	0.489	0.446	0.432	0.432	4.452	17193.982
47	0.056	1.782	0.531	0.427	0.390	0.377	0.377	3.884	15004.895
48	0.049	1.554	0.463	0.373	0.340	0.329	0.329	3.389	13091.335



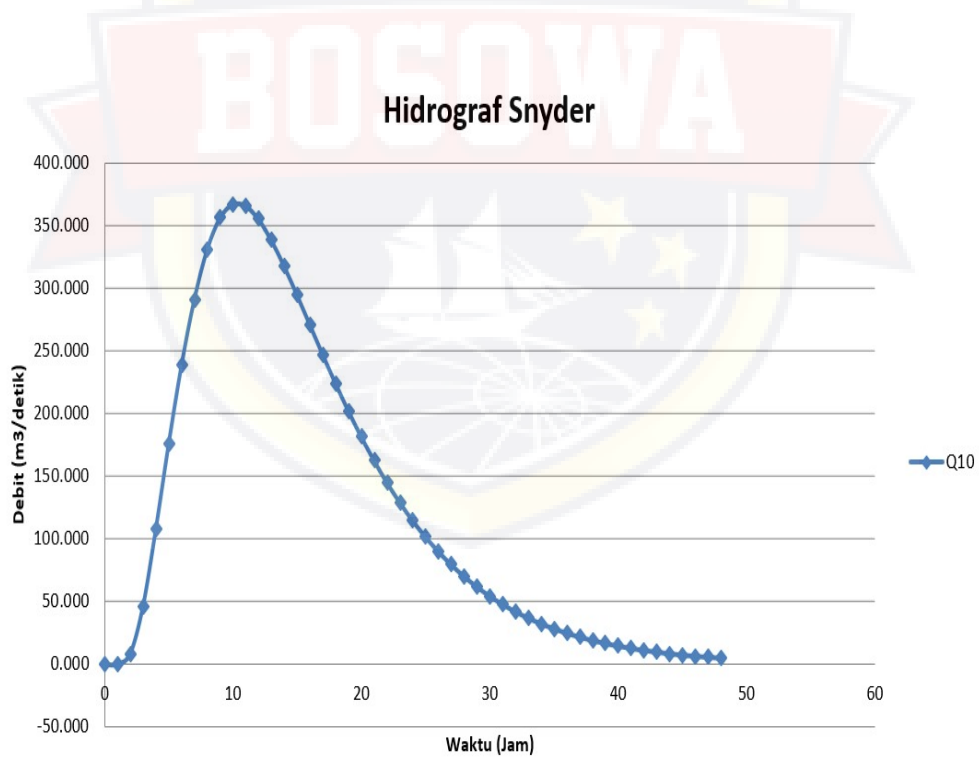
Gambar : 4.7 Grafik Superposisi HSS SNYDER Q5

Berikut ini Hasil Superposisi HSS Snyder untuk periode ulang 10 tahunan:

Tabel : 4.18 Superposisi HSS SNYDER Q10

waktu (jam)	HSS Snyder	Tinggi Hujan (mm/jam)						Q m3/detik	Volume Limpasan
		1	2	3	4	5	6		
		46	12	8	7	6	5		
0	0.000	0.000						0.000	0.000
1	0.001	0.040	0.000					0.040	72.676
2	0.178	8.214	0.010	0.000				8.224	14876.140
3	0.953	43.951	2.135	0.007	0.000			46.093	97771.585
4	2.054	94.713	11.424	1.498	0.006	0.000		107.640	276720.156
5	3.076	141.856	24.618	8.014	1.192	0.005	0.000	175.685	509984.740
6	3.840	177.129	36.871	17.269	6.380	1.007	0.004	238.660	745820.567
7	4.322	199.337	46.040	25.864	13.748	5.387	0.880	291.256	953849.034
8	4.558	210.219	51.812	32.296	20.591	11.609	4.709	331.236	1120486.454
9	4.603	212.299	54.640	36.345	25.711	17.388	10.148	356.531	1237981.185
10	4.510	207.997	55.181	38.329	28.934	21.712	15.199	367.352	1302989.400
11	4.322	199.338	54.063	38.708	30.514	24.434	18.978	366.035	1320096.594
12	4.074	187.907	51.812	37.924	30.816	25.768	21.358	355.584	1298913.744
13	3.792	174.892	48.841	36.345	30.191	26.023	22.524	338.815	1249917.886
14	3.494	161.159	45.458	34.261	28.934	25.495	22.747	318.054	1182365.048
15	3.194	147.323	41.889	31.888	27.275	24.434	22.286	295.094	1103666.469
16	2.901	133.802	38.292	29.384	25.386	23.033	21.358	271.255	1019426.835
17	2.621	120.874	34.778	26.861	23.393	21.437	20.133	247.476	933714.353
18	2.357	108.709	31.418	24.396	21.384	19.754	18.739	224.399	849374.480
19	2.112	97.402	28.256	22.039	19.422	18.058	17.267	202.443	768315.749
20	1.886	86.993	25.317	19.821	17.545	16.401	15.785	181.861	691746.730
21	1.680	77.484	22.611	17.759	15.779	14.816	14.336	162.786	620363.449
22	1.493	68.852	20.140	15.861	14.138	13.325	12.951	145.266	554493.677
23	1.324	61.055	17.896	14.128	12.627	11.939	11.648	129.293	494206.101
24	1.172	54.045	15.870	12.554	11.247	10.663	10.436	114.814	439391.872
25	1.036	47.764	14.047	11.132	9.994	9.498	9.321	101.755	389824.876
26	0.914	42.153	12.415	9.854	8.862	8.439	8.302	90.026	345205.811
27	0.806	37.156	10.957	8.709	7.845	7.484	7.377	79.527	305194.050
28	0.709	32.714	9.658	7.686	6.933	6.625	6.542	70.157	269430.354
29	0.624	28.775	8.503	6.775	6.119	5.855	5.791	61.817	237552.771
30	0.548	25.288	7.479	5.965	5.393	5.167	5.118	54.410	209207.480
31	0.481	22.205	6.573	5.247	4.749	4.554	4.516	47.844	184055.936
32	0.422	19.484	5.772	4.611	4.177	4.010	3.981	42.034	161779.292
33	0.370	17.084	5.064	4.049	3.671	3.527	3.505	36.900	142080.871

waktu (jam)	HSS Snyder	Tinggi Hujan (mm/jam)						Q	Volume Limpasan
		1	2	3	4	5	6		
		46	12	8	7	6	5	m ³ /detik	
34	0.325	14.972	4.441	3.552	3.223	3.100	3.083	32.371	124687.245
35	0.284	13.113	3.891	3.115	2.828	2.722	2.709	28.379	109348.330
36	0.249	11.479	3.408	2.730	2.480	2.388	2.379	24.864	95836.821
37	0.218	10.044	2.984	2.391	2.173	2.094	2.088	21.773	83947.181
38	0.190	8.784	2.611	2.093	1.903	1.835	1.831	19.057	73494.367
39	0.167	7.680	2.283	1.831	1.666	1.607	1.604	16.672	64312.393
40	0.146	6.712	1.996	1.602	1.458	1.407	1.405	14.579	56252.845
41	0.127	5.864	1.745	1.400	1.275	1.231	1.230	12.745	49183.372
42	0.111	5.121	1.524	1.224	1.115	1.077	1.076	11.137	42986.237
43	0.097	4.471	1.331	1.069	0.974	0.941	0.941	9.728	37556.910
44	0.085	3.903	1.162	0.934	0.851	0.823	0.823	8.495	32802.764
45	0.074	3.406	1.014	0.815	0.743	0.719	0.719	7.417	28641.845
46	0.064	2.971	0.885	0.712	0.649	0.628	0.628	6.473	25001.753
47	0.056	2.592	0.772	0.621	0.567	0.548	0.549	5.648	21818.605
48	0.049	2.260	0.674	0.542	0.494	0.478	0.479	4.927	19036.098



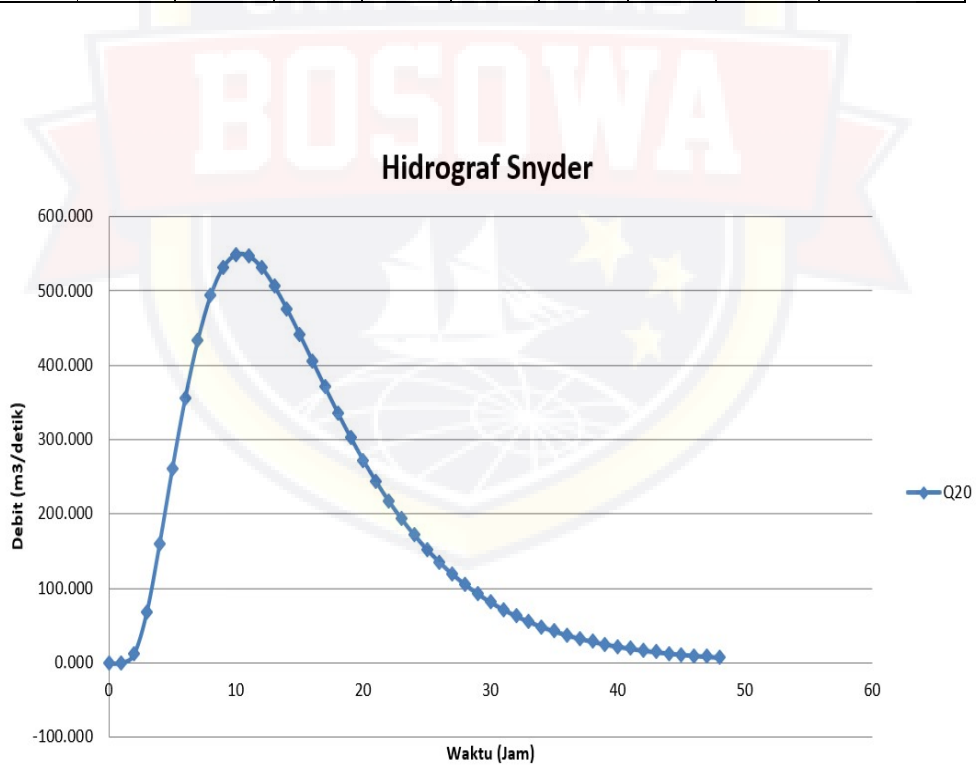
Gambar : 4.8 Grafik Superposisi HSS SNYDER Q10

Berikut ini Hasil Superposisi HSS Snyder untuk periode ulang 20 tahunan:

Tabel : 4.19 Superposisi HSS SNYDER Q20

waktu (jam)	HSS Snyder	Tinggi Hujan (mm/jam)						Q m3/detik	Volume Limpasan
		1	2	3	4	5	6		
		69	18	13	10	9	7		
0	0.000	0.000						0.000	0.000
1	0.001	0.060	0.000					0.060	108.059
2	0.178	12.212	0.016	0.000				12.228	22118.571
3	0.953	65.349	3.174	0.011	0.000			68.534	145371.560
4	2.054	140.824	16.986	2.227	0.009	0.000		160.044	411441.021
5	3.076	210.919	36.603	11.915	1.773	0.008	0.000	261.217	758271.272
6	3.840	263.364	54.822	25.676	9.485	1.621	0.006	354.975	1109145.946
7	4.322	296.384	68.454	38.457	20.441	8.671	1.308	433.715	1419642.137
8	4.558	312.565	77.036	48.019	30.615	18.687	7.002	493.923	1669749.606
9	4.603	315.657	81.242	54.039	38.228	27.988	15.088	532.242	1847098.261
10	4.510	309.260	82.046	56.989	43.021	34.947	22.599	548.862	1945987.886
11	4.322	296.386	80.383	57.553	45.369	39.329	28.218	547.238	1972980.566
12	4.074	279.389	77.037	56.387	45.818	41.476	31.756	531.862	1942381.128
13	3.792	260.037	72.619	54.040	44.890	41.886	33.490	506.961	1869882.774
14	3.494	239.620	67.589	50.941	43.021	41.037	33.821	476.028	1769381.728
15	3.194	219.047	62.282	47.412	40.554	39.329	33.136	441.759	1652017.794
16	2.901	198.943	56.935	43.689	37.745	37.074	31.756	406.142	1526222.048
17	2.621	179.721	51.710	39.938	34.781	34.506	29.935	370.591	1398118.417
18	2.357	161.633	46.713	36.273	31.795	31.796	27.862	336.072	1271993.333
19	2.112	144.822	42.012	32.768	28.877	29.066	25.674	303.219	1150724.553
20	1.886	129.345	37.642	29.470	26.087	26.399	23.470	272.413	1036137.024
21	1.680	115.207	33.619	26.405	23.461	23.848	21.316	243.856	929284.507
22	1.493	102.372	29.945	23.583	21.021	21.448	19.256	217.625	830666.469
23	1.324	90.780	26.609	21.005	18.775	19.217	17.318	193.704	740392.226
24	1.172	80.356	23.596	18.665	16.722	17.163	15.517	172.020	658303.581
25	1.036	71.017	20.886	16.552	14.859	15.287	13.859	152.461	584065.480
26	0.914	62.676	18.459	14.651	13.177	13.584	12.344	134.891	517232.325
27	0.806	55.245	16.291	12.948	11.664	12.046	10.969	119.163	457295.922
28	0.709	48.641	14.359	11.428	10.308	10.663	9.727	105.126	403719.675
29	0.624	42.784	12.643	10.073	9.097	9.424	8.610	92.631	355962.519
30	0.548	37.599	11.121	8.869	8.019	8.317	7.609	81.533	313495.279
31	0.481	33.015	9.773	7.801	7.060	7.331	6.715	71.695	275811.426
32	0.422	28.969	8.581	6.855	6.210	6.454	5.919	62.990	242433.773
33	0.370	25.402	7.530	6.020	5.458	5.677	5.212	55.298	212918.214

waktu (jam)	HSS Snyder	Tinggi Hujan (mm/jam)						Q m3/detik	Volume Limpasan
		1	2	3	4	5	6		
		69	18	13	10	9	7		
34	0.325	22.261	6.603	5.282	4.792	4.989	4.584	48.511	186855.371
35	0.284	19.497	5.786	4.632	4.205	4.381	4.029	42.529	163870.768
36	0.249	17.067	5.068	4.059	3.687	3.844	3.537	37.262	143623.994
37	0.218	14.934	4.436	3.555	3.231	3.371	3.104	32.631	125807.211
38	0.190	13.061	3.882	3.112	2.830	2.954	2.722	28.560	110143.248
39	0.167	11.419	3.395	2.723	2.477	2.587	2.385	24.986	96383.469
40	0.146	9.979	2.968	2.381	2.168	2.265	2.089	21.850	84305.538
41	0.127	8.718	2.594	2.082	1.896	1.982	1.829	19.100	73711.181
42	0.111	7.614	2.266	1.820	1.657	1.733	1.600	16.691	64423.999
43	0.097	6.648	1.979	1.590	1.449	1.515	1.399	14.580	56287.383
44	0.085	5.803	1.728	1.388	1.265	1.324	1.223	12.732	49162.548
45	0.074	5.064	1.508	1.212	1.105	1.157	1.069	11.116	42926.699
46	0.064	4.418	1.316	1.058	0.965	1.010	0.934	9.702	37471.350
47	0.056	3.853	1.148	0.923	0.842	0.882	0.816	8.465	32700.776
48	0.049	3.360	1.002	0.806	0.735	0.770	0.712	7.385	28530.612



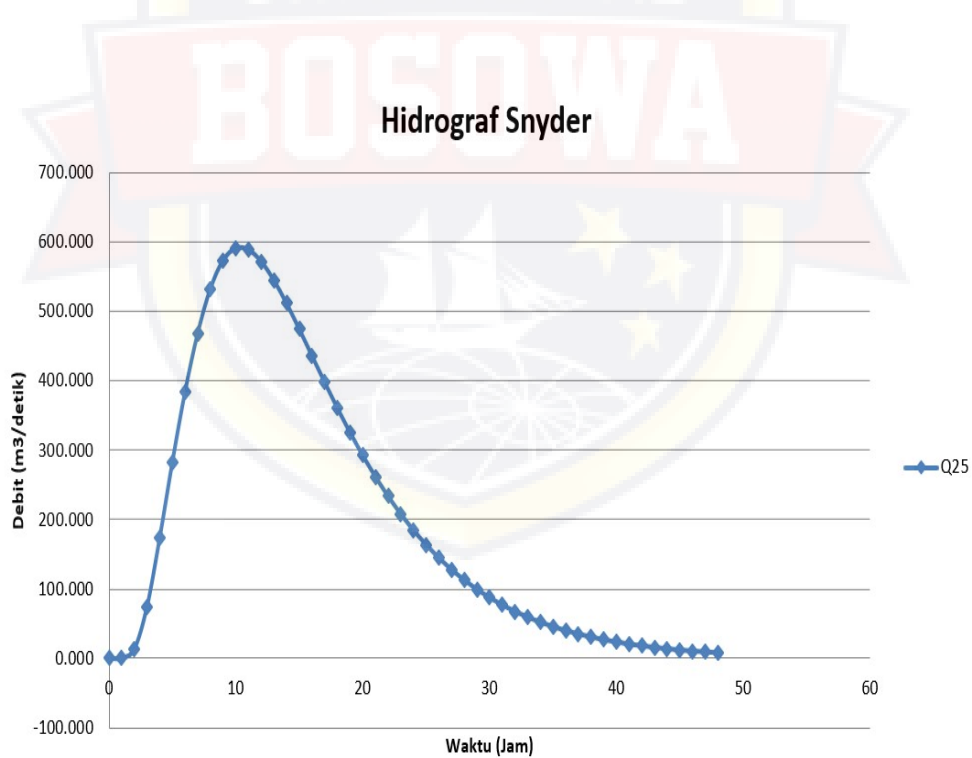
Gambar : 4.9 Grafik Superposisi HSS SNYDER Q20

Berikut ini Hasil Superposisi HSS Snyder untuk periode ulang 25 tahunan:

Tabel : 4.20 Superposisi HSS SNYDER Q25

waktu (jam)	HSS Snyder	Tinggi Hujan (mm/jam)						Q	Volume Limpasan
		1	2	3	4	5	6		
		74	19	14	11	9	8	m3/detik	
0	0.000	0.000						0.000	0.000
1	0.001	0.065	0.000					0.065	116.980
2	0.178	13.221	0.017	0.000				13.238	23944.756
3	0.953	70.744	3.436	0.012	0.000			74.192	157373.938
4	2.054	152.450	18.388	2.411	0.009	0.000		173.258	445411.010
5	3.076	228.333	39.625	12.899	1.919	0.008	0.000	282.784	820875.578
6	3.840	285.108	59.349	27.796	10.269	1.621	0.007	384.149	1200478.840
7	4.322	320.855	74.106	41.632	22.128	8.671	1.417	468.808	1535323.150
8	4.558	338.371	83.397	51.983	33.143	18.687	7.580	533.161	1803544.095
9	4.603	341.719	87.950	58.501	41.384	27.988	16.334	573.875	1992664.569
10	4.510	334.794	88.820	61.695	46.573	34.947	24.465	591.293	2097302.319
11	4.322	320.856	87.020	62.305	49.115	39.329	30.548	589.173	2124838.197
12	4.074	302.456	83.397	61.042	49.601	41.476	34.378	572.350	2090742.110
13	3.792	281.507	78.615	58.501	48.596	41.886	36.255	545.360	2011877.978
14	3.494	259.403	73.170	55.146	46.573	41.037	36.613	511.943	1903144.383
15	3.194	237.132	67.424	51.327	43.902	39.329	35.871	474.985	1776470.511
16	2.901	215.369	61.636	47.297	40.861	37.074	34.378	436.614	1640877.712
17	2.621	194.559	55.979	43.236	37.653	34.506	32.407	398.339	1502914.205
18	2.357	174.978	50.570	39.268	34.420	31.796	30.162	361.195	1367160.061
19	2.112	156.779	45.481	35.474	31.261	29.066	27.794	325.854	1236687.269
20	1.886	140.024	40.750	31.904	28.241	26.399	25.407	292.724	1113441.154
21	1.680	124.719	36.395	28.585	25.398	23.848	23.076	262.021	998542.045
22	1.493	110.824	32.417	25.530	22.757	21.448	20.846	233.822	892517.526
23	1.324	98.275	28.805	22.740	20.325	19.217	18.748	208.110	795478.154
24	1.172	86.991	25.544	20.206	18.103	17.163	16.798	184.806	707248.726
25	1.036	76.881	22.611	17.918	16.086	15.287	15.003	163.786	627465.286
26	0.914	67.850	19.983	15.861	14.265	13.584	13.363	144.906	555646.076
27	0.806	59.806	17.636	14.018	12.627	12.046	11.874	128.007	491242.821
28	0.709	52.657	15.545	12.371	11.159	10.663	10.530	112.925	433677.286
29	0.624	46.317	13.687	10.904	9.849	9.424	9.321	99.501	382366.869
30	0.548	40.703	12.039	9.601	8.681	8.317	8.237	87.578	336742.059
31	0.481	35.741	10.580	8.445	7.643	7.331	7.270	77.010	296257.930
32	0.422	31.361	9.290	7.421	6.723	6.454	6.408	67.658	260401.262
33	0.370	27.499	8.151	6.517	5.908	5.677	5.642	59.395	228694.524

waktu (jam)	HSS Snyder	Tinggi Hujan (mm/jam)						Q	Volume Limpasan
		1	2	3	4	5	6		
		74	19	14	11	9	8	m3/detik	
34	0.325	24.098	7.148	5.718	5.188	4.989	4.963	52.104	200697.602
35	0.284	21.106	6.264	5.014	4.552	4.381	4.361	45.678	176007.960
36	0.249	18.477	5.486	4.394	3.992	3.844	3.829	40.022	154259.725
37	0.218	16.167	4.802	3.848	3.498	3.371	3.360	35.046	135122.065
38	0.190	14.140	4.202	3.369	3.064	2.954	2.946	30.674	118297.130
39	0.167	12.362	3.675	2.948	2.682	2.587	2.582	26.836	103517.751
40	0.146	10.803	3.213	2.578	2.347	2.265	2.261	23.467	90545.036
41	0.127	9.438	2.808	2.254	2.052	1.982	1.980	20.514	79165.956
42	0.111	8.243	2.453	1.970	1.794	1.733	1.732	17.926	69190.996
43	0.097	7.197	2.143	1.721	1.568	1.515	1.515	15.659	60451.908
44	0.085	6.282	1.871	1.503	1.370	1.324	1.324	13.674	52799.595
45	0.074	5.482	1.633	1.312	1.196	1.157	1.158	11.938	46102.147
46	0.064	4.783	1.425	1.145	1.045	1.010	1.011	10.419	40243.025
47	0.056	4.172	1.243	1.000	0.912	0.882	0.883	9.092	35119.403
48	0.049	3.638	1.084	0.872	0.796	0.770	0.771	7.931	30640.658



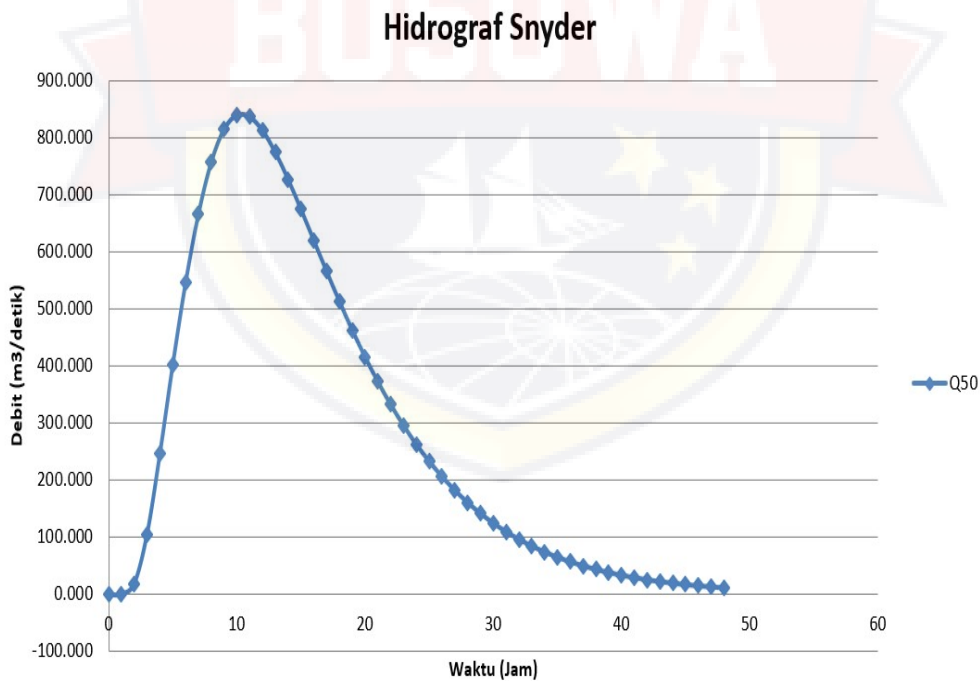
Gambar : 4.10 Grafik Superposisi HSS SNYDER Q25

Berikut ini Hasil Superposisi HSS Snyder untuk periode ulang 50 tahunan:

Tabel : 4.21 Superposisi HSS SNYDER Q50

waktu (jam)	HSS Snyder	Tinggi Hujan (mm/jam)						Q	Volume Limpasan
		1	2	3	4	5	6		
		106	27	19	15	13	11	m3/detik	
0	0.000	0.000						0.000	0.000
1	0.001	0.092	0.000					0.092	166.244
2	0.178	18.788	0.024	0.000				18.812	34028.539
3	0.953	100.536	4.883	0.017	0.000			105.437	223648.349
4	2.054	216.651	26.132	3.426	0.013	0.000		246.222	632985.602
5	3.076	324.490	56.312	18.331	2.727	0.011	0.000	401.872	1166568.431
6	3.840	405.175	84.342	39.502	14.593	2.303	0.010	545.924	1706032.868
7	4.322	455.975	105.314	59.164	31.447	12.323	2.013	666.236	2181889.151
8	4.558	480.868	118.518	73.875	47.100	26.556	10.772	757.689	2563065.172
9	4.603	485.625	124.988	83.137	58.812	39.774	23.213	815.550	2831829.379
10	4.510	475.785	126.224	87.676	66.185	49.664	34.767	840.302	2980532.908
11	4.322	455.978	123.666	88.543	69.799	55.891	43.412	837.290	3019664.888
12	4.074	429.828	118.518	86.749	70.489	58.942	48.855	813.383	2971210.019
13	3.792	400.057	111.721	83.138	69.061	59.525	51.522	775.025	2859134.074
14	3.494	368.645	103.983	78.370	66.186	58.319	52.032	727.536	2704609.827
15	3.194	336.994	95.819	72.942	62.390	55.891	50.978	675.014	2524590.170
16	2.901	306.066	87.592	67.215	58.069	52.686	48.856	620.483	2331895.586
17	2.621	276.493	79.553	61.444	53.509	49.037	46.054	566.090	2135831.924
18	2.357	248.666	71.866	55.805	48.915	45.187	42.864	513.303	1942908.047
19	2.112	222.802	64.634	50.413	44.426	41.307	39.498	463.080	1757489.642
20	1.886	198.992	57.911	45.339	40.133	37.516	36.107	415.999	1582341.264
21	1.680	177.241	51.722	40.623	36.094	33.891	32.793	372.365	1419055.040
22	1.493	157.495	46.069	36.282	32.340	30.480	29.625	332.291	1268380.735
23	1.324	139.662	40.936	32.316	28.884	27.310	26.643	295.751	1130475.466
24	1.172	123.625	36.301	28.716	25.727	24.391	23.872	262.632	1005090.245
25	1.036	109.257	32.133	25.464	22.861	21.725	21.321	232.761	891707.847
26	0.914	96.424	28.398	22.540	20.272	19.305	18.990	205.930	789643.630
27	0.806	84.992	25.063	19.921	17.944	17.119	16.875	181.914	698118.425
28	0.709	74.833	22.091	17.581	15.859	15.153	14.964	160.481	616310.491
29	0.624	65.822	19.451	15.497	13.996	13.392	13.246	141.403	543391.873
30	0.548	57.845	17.109	13.644	12.337	11.819	11.706	124.460	478553.225
31	0.481	50.793	15.035	12.001	10.862	10.418	10.331	109.440	421020.137
32	0.422	44.568	13.202	10.547	9.554	9.173	9.106	96.150	370063.259
33	0.370	39.080	11.584	9.261	8.396	8.068	8.018	84.408	325003.958

waktu (jam)	HSS Snyder	Tinggi Hujan (mm/jam)						Q m3/detik	Volume Limpasan
		1	2	3	4	5	6		
		106	27	19	15	13	11		
34	0.325	34.247	10.158	8.126	7.373	7.090	7.052	74.046	285216.776
35	0.284	29.995	8.902	7.125	6.469	6.226	6.198	64.915	250129.661
36	0.249	26.257	7.796	6.244	5.673	5.463	5.442	56.876	219222.657
37	0.218	22.975	6.825	5.469	4.971	4.790	4.775	49.805	192025.612
38	0.190	20.094	5.972	4.787	4.354	4.198	4.187	43.592	168115.242
39	0.167	17.567	5.223	4.189	3.811	3.677	3.669	38.137	147111.868
40	0.146	15.353	4.566	3.664	3.335	3.219	3.214	33.350	128675.993
41	0.127	13.413	3.991	3.203	2.917	2.816	2.813	29.153	112504.876
42	0.111	11.714	3.486	2.799	2.550	2.463	2.462	25.475	98329.191
43	0.097	10.228	3.045	2.446	2.228	2.153	2.153	22.253	85909.837
44	0.085	8.928	2.658	2.136	1.947	1.882	1.882	19.433	75034.929
45	0.074	7.791	2.320	1.865	1.700	1.644	1.645	16.965	65517.005
46	0.064	6.797	2.025	1.628	1.485	1.436	1.437	14.807	57190.448
47	0.056	5.928	1.767	1.420	1.296	1.254	1.255	12.920	49909.131
48	0.049	5.170	1.541	1.239	1.131	1.094	1.096	11.271	43544.266



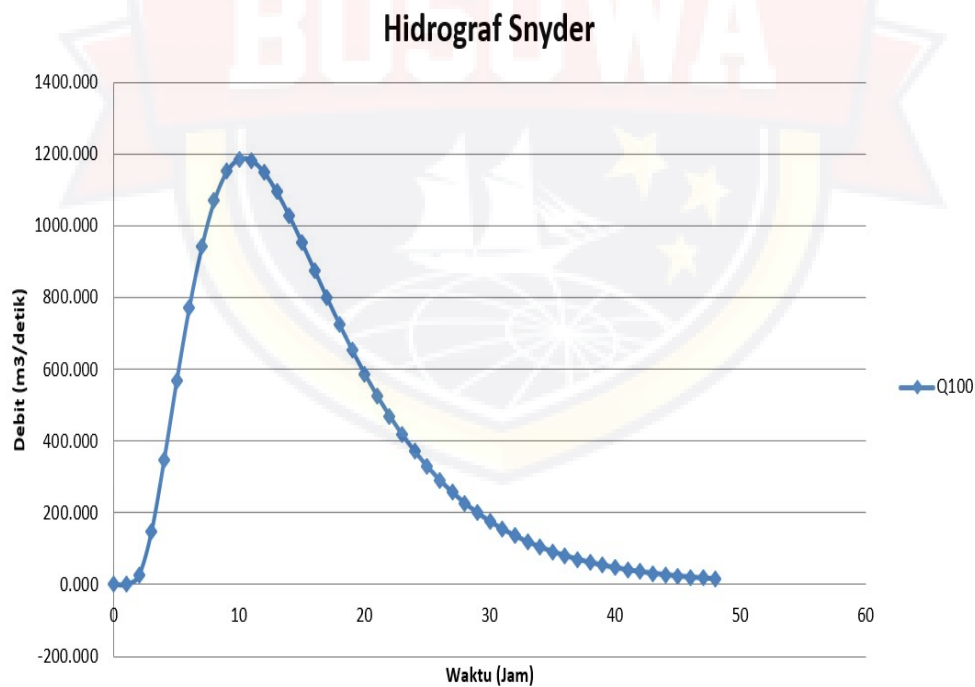
Gambar : 4.11 Grafik Superposisi HSS SNYDER Q50

Berikut ini Hasil Superposisi HSS Snyder untuk periode ulang 100 tahunan:

Tabel : 4.22 Superposisi HSS SNYDER Q100

waktu (jam)	HSS Snyder	Tinggi Hujan (mm/jam)						Q	Volume Limpasan
		1	2	3	4	5	6		
		149	39	27	22	18	16	m3/detik	
0	0.000	0.000						0.000	0.000
1	0.001	0.131	0.000					0.131	234.943
2	0.178	26.552	0.034	0.000				26.586	48090.452
3	0.953	142.082	6.902	0.024	0.000			149.007	316068.526
4	2.054	306.180	36.930	4.841	0.019	0.000		347.970	894559.819
5	3.076	458.582	79.583	25.906	3.854	0.016	0.000	567.941	1648639.781
6	3.840	572.609	119.195	55.825	20.623	3.255	0.014	771.522	2411031.859
7	4.322	644.402	148.833	83.613	44.443	17.416	2.845	941.551	3083530.426
8	4.558	679.582	167.494	104.403	66.564	37.530	15.223	1070.795	3622223.172
9	4.603	686.305	176.638	117.493	83.115	56.211	32.806	1152.566	4002051.180
10	4.510	672.397	178.385	123.907	93.536	70.187	49.135	1187.547	4212204.779
11	4.322	644.405	174.770	125.133	98.642	78.988	61.352	1183.290	4267507.612
12	4.074	607.450	167.495	122.597	99.618	83.300	69.044	1149.504	4199029.310
13	3.792	565.376	157.889	117.493	97.599	84.124	72.814	1095.296	4040639.235
14	3.494	520.984	146.953	110.755	93.536	82.419	73.534	1028.182	3822259.573
15	3.194	476.254	135.415	103.084	88.172	78.988	72.044	953.956	3567848.807
16	2.901	432.545	123.788	94.990	82.065	74.458	69.045	876.891	3295525.342
17	2.621	390.751	112.427	86.835	75.622	69.301	65.085	800.020	3018440.566
18	2.357	351.425	101.564	78.865	69.129	63.860	60.577	725.420	2745793.055
19	2.112	314.873	91.343	71.245	62.784	58.377	55.821	654.442	2483752.570
20	1.886	281.223	81.842	64.075	56.718	53.019	51.028	587.905	2236226.084
21	1.680	250.484	73.096	57.410	51.010	47.896	46.345	526.241	2005463.655
22	1.493	222.578	65.106	51.275	45.704	43.076	41.867	469.606	1792524.880
23	1.324	197.375	57.853	45.670	40.820	38.595	37.653	417.967	1597631.802
24	1.172	174.712	51.302	40.582	36.358	34.471	33.737	371.162	1420432.542
25	1.036	154.406	45.411	35.987	32.308	30.703	30.132	328.947	1260196.136
26	0.914	136.270	40.133	31.855	28.649	27.282	26.838	291.028	1115955.024
27	0.806	120.114	35.419	28.153	25.360	24.193	23.848	257.087	986608.053
28	0.709	105.757	31.220	24.846	22.412	21.415	21.148	226.798	870993.905
29	0.624	93.022	27.488	21.900	19.780	18.926	18.719	199.837	767942.484
30	0.548	81.748	24.178	19.282	17.435	16.703	16.544	175.891	676309.991
31	0.481	71.782	21.248	16.961	15.351	14.723	14.601	154.666	595001.997
32	0.422	62.985	18.658	14.905	13.502	12.963	12.870	135.883	522987.759
33	0.370	55.229	16.371	13.088	11.866	11.402	11.331	119.288	459308.206

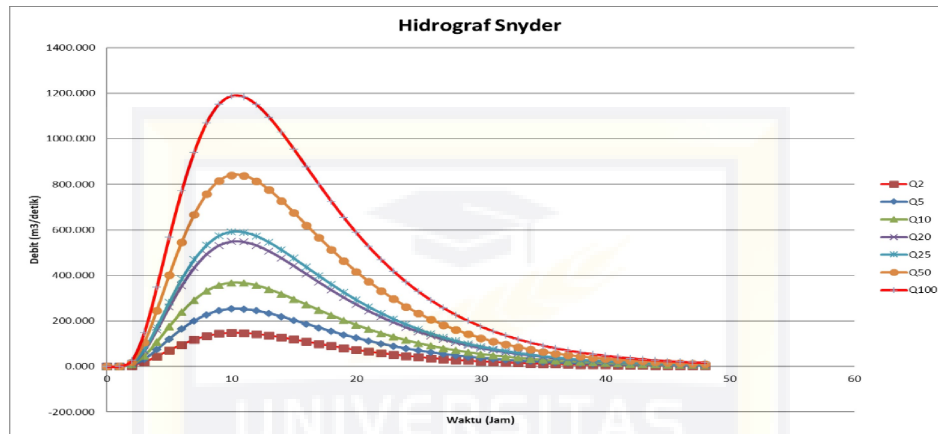
waktu (jam)	HSS Snyder	Tinggi Hujan (mm/jam)						Q	Volume Limpasan
		1	2	3	4	5	6		
		149	39	27	22	18	16	m3/detik	
34	0.325	48.399	14.355	11.484	10.419	10.020	9.967	104.645	403079.418
35	0.284	42.390	12.580	10.070	9.142	8.799	8.759	91.740	353492.944
36	0.249	37.108	11.018	8.825	8.017	7.720	7.691	80.379	309813.967
37	0.218	32.469	9.645	7.729	7.025	6.770	6.749	70.387	271378.047
38	0.190	28.398	8.439	6.766	6.153	5.933	5.918	61.606	237586.985
39	0.167	24.827	7.381	5.920	5.386	5.196	5.186	53.896	207904.202
40	0.146	21.697	6.453	5.178	4.713	4.549	4.542	47.131	181849.907
41	0.127	18.956	5.640	4.527	4.122	3.980	3.976	41.200	158996.256
42	0.111	16.555	4.927	3.956	3.604	3.481	3.479	36.002	138962.629
43	0.097	14.454	4.303	3.456	3.149	3.043	3.043	31.449	121411.115
44	0.085	12.617	3.757	3.018	2.751	2.660	2.660	27.463	106042.273
45	0.074	11.010	3.279	2.635	2.403	2.323	2.325	23.976	92591.174
46	0.064	9.605	2.862	2.300	2.098	2.029	2.031	20.926	80823.761
47	0.056	8.378	2.497	2.007	1.831	1.772	1.774	18.259	70533.521
48	0.049	7.306	2.178	1.751	1.598	1.547	1.549	15.929	61538.446



Gambar : 4.12 Grafik Superposisi HSS SNYDER Q100

Berikut hasil dari grafik Hasil Superposisi HSS Snyder untuk periode ulang 2 Tahun, 5 Tahun, 10 Tahun, 20 Tahun, 25 Tahun, 50 Tahun, dan 100 Tahun dapat dilihat pada **Gambar : 4.13**.

Gambar : 4.13 Grafik Superposisi HSS SNYDER periode ulang



Berdasarkan dari hasil simulasi Superposisi HSS Snyder dan hidrograf aliran maka diperoleh debit banjir rencana Sungai Tamanroya untuk tiap periode ulang yang diperlihatkan pada **Tabel : 4.23**.

Tabel : 4. 23 Debit Banjir Rencana DAS Tamanroya

Periode Ulang	Debit Banjir
2 Tahunan	147.971 m ³ /det
5 Tahunan	252.632 m ³ /det
10 Tahunan	367.352 m ³ /det
20 Tahunan	548.862 m ³ /det
25 Tahunan	591.293 m ³ /det
50 Tahunan	840.302 m ³ /det
100 Tahunan	1187.547 m ³ /det

4.3 Pemodelan HEC-RAS untuk Kondisi Eksisting

Pemodelan HEC-RAS untuk kondisi eksisting terdiri dari tahap input data untuk pemodelan dan tahap output pemodelan HEC-RAS.

4.3.1 Input Data Pemodelan HEC-RAS untuk Kondisi Eksisting

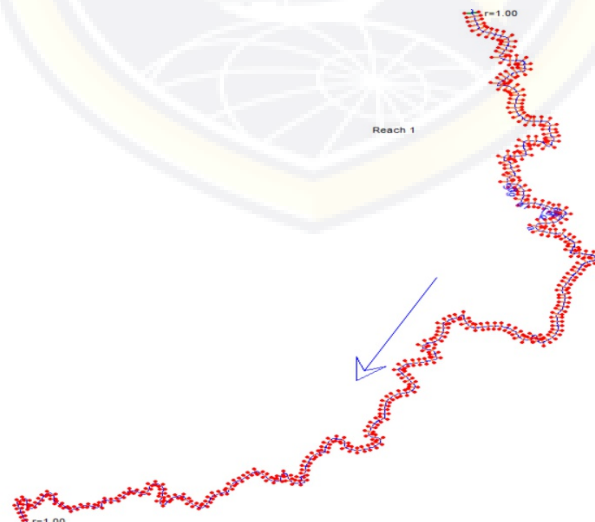
Pada tahapan pemodelan HEC-RAS terdapat beberapa data yang akan di input yaitu terdiri dari data geometri serta debit rencana.

1. Data Geometri

Data geometri yang di input ke dalam HEC-RAS yaitu skema alur sungai (river reach) dan cross section.

a. Menggambarkan Skema Alur Sungai (*River Reach*)

Tahap awal untuk memasukkan data geometri (geometric data) ke dalam HEC-RAS yaitu dengan cara menggambarkan skema alur sungai (river reach) yang disesuaikan pada kondisi lapangan. Menggambar skema alur sungai (river reach) diawali dari arah hulu kemudian diakhiri di hilir sungai. Data yang dimasukkan ke dalam geometri HEC-RAS berupa data penampang memanjang dan melintang yang diperoleh dari PT. YODA KARYA (Persero). Berikut skema alur sungai (*river reach*) Sungai Tamanroya yang dapat dilihat pada **Gambar : 4.14**.



Gambar : 4.14 Skema Alur Sungai (River Reach) Sungai Tamanroya

Besarnya debit banjir rencana yang mengalir di Sungai Tamanroya Kota Jeneponto, sesuai dengan hasil Superposisi HSS Snyder.

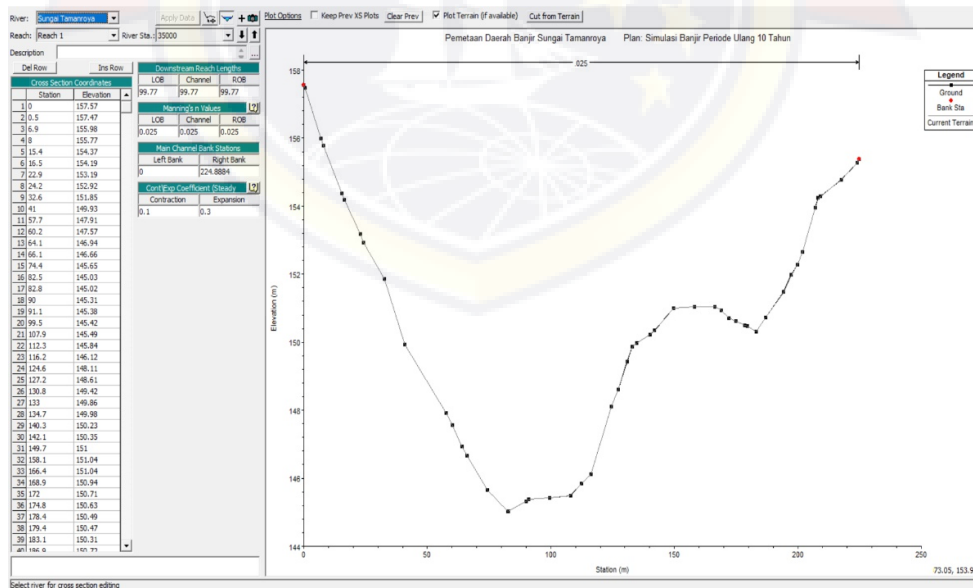
Tabel : 4.24 Debit Banjir Rencana Sungai Tamanroya Kota Jeneponto

waktu (jam)	Debit (m ³ /s)						
	2 Tahunan	5 Tahunan	10 Tahunan	20 Tahunan	25 Tahunan	50 Tahunan	100 Tahunan
0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
1	0.016	0.028	0.040	0.060	0.065	0.092	0.131
2	3.313	5.656	8.224	12.228	13.238	18.812	26.586
3	18.567	31.699	46.093	68.534	74.192	105.437	149.007
4	43.358	74.025	107.640	160.044	173.258	246.222	347.970
5	70.767	120.820	175.685	261.217	282.784	401.872	567.941
6	96.134	164.129	238.660	354.975	384.149	545.924	771.522
7	117.320	200.300	291.256	433.715	468.808	666.236	941.551
8	133.424	227.795	331.236	493.923	533.161	757.689	1070.795
9	143.613	245.190	356.531	532.242	573.875	815.550	1152.566
10	147.971	252.632	367.352	548.862	591.293	840.302	1187.547
11	147.441	251.726	366.035	547.238	589.173	837.290	1183.290
12	143.231	244.539	355.584	531.862	572.350	813.383	1149.504
13	136.477	233.007	338.815	506.961	545.360	775.025	1095.296
14	128.114	218.729	318.054	476.028	511.943	727.536	1028.182
15	118.865	202.939	295.094	441.759	474.985	675.014	953.956
16	109.263	186.545	271.255	406.142	436.614	620.483	876.891
17	99.685	170.192	247.476	370.591	398.339	566.090	800.020
18	90.389	154.322	224.399	336.072	361.195	513.303	725.420
19	81.545	139.222	202.443	303.219	325.854	463.080	654.442
20	73.254	125.068	181.861	272.413	292.724	415.999	587.905
21	65.571	111.949	162.786	243.856	262.021	372.365	526.241
22	58.514	99.901	145.266	217.625	233.822	332.291	469.606
23	52.080	88.916	129.293	193.704	208.110	295.751	417.967
24	46.248	78.959	114.814	172.020	184.806	262.632	371.162
25	40.988	69.978	101.755	152.461	163.786	232.761	328.947
26	36.263	61.912	90.026	134.891	144.906	205.930	291.028
27	32.034	54.691	79.527	119.163	128.007	181.914	257.087
28	28.260	48.248	70.157	105.126	112.925	160.481	226.798
29	24.900	42.512	61.817	92.631	99.501	141.403	199.837
30	21.916	37.418	54.410	81.533	87.578	124.460	175.891
31	19.272	32.903	47.844	71.695	77.010	109.440	154.666
32	16.931	28.907	42.034	62.990	67.658	96.150	135.883
33	14.864	25.377	36.900	55.298	59.395	84.408	119.288
34	13.039	22.262	32.371	48.511	52.104	74.046	104.645
35	11.431	19.516	28.379	42.529	45.678	64.915	91.740
36	10.015	17.099	24.864	37.262	40.022	56.876	80.379
37	8.770	14.974	21.773	32.631	35.046	49.805	70.387
38	7.676	13.106	19.057	28.560	30.674	43.592	61.606
39	6.716	11.466	16.672	24.986	26.836	38.137	53.896
40	5.873	10.026	14.579	21.850	23.467	33.350	47.131
41	5.134	8.765	12.745	19.100	20.514	29.153	41.200

waktu (jam)	Debit (m ³ /s)						
	2 Tahunan	5 Tahunan	10 Tahunan	20 Tahunan	25 Tahunan	50 Tahunan	100 Tahunan
42	4.486	7.659	11.137	16.691	17.926	25.475	36.002
43	3.919	6.690	9.728	14.580	15.659	22.253	31.449
44	3.422	5.842	8.495	12.732	13.674	19.433	27.463
45	2.987	5.101	7.417	11.116	11.938	16.965	23.976
46	2.607	4.452	6.473	9.702	10.419	14.807	20.926
47	2.275	3.884	5.648	8.465	9.092	12.920	18.259
48	1.985	3.389	4.927	7.385	7.931	11.271	15.929

b. Memasukkan Data Cross Section

Setelah selesai menggambarkan skema alur sungai (river reach), tahap berikutnya memasukkan data Cross Section yang terdiri dari data potongan memanjang dan melintang di beberapa titik sungai, jarak antar bantaran sungai LOB-Channel-ROB, Nilai Koefisien Kekasaran Manning, Main Channel Bank Stations serta Nilai Koefisien Kontraksi dan Ekspansi. Berikut contoh data cross section pada station 35000 Sungai Tamanroya yang telah dimasukkan dapat dilihat pada **Gambar : 4.15**.



Gambar : 4.15 Data Cross Section station 35000 Sungai Tamanroya

2. Kondisi Batas (Boundary Conditions)

Tahap selanjutnya setelah menggambar skema alur sungai (river reach) dan memasukkan data geometri yaitu menganalisis menggunakan unsteady flow (aliran tidak permanen). Analisis unsteady flow dilakukan dengan cara memasukkan data debit banjir rencana pada setiap periode ulang (**Tabel : 4.23**) ke dalam tabel station 35000 yang didefinisikan sebagai flow hydrograph dan data Eg slope yang di isi dengan slope lereng dimasukkan ke dalam tabel station 0 yang didefinisikan sebagai Normal Depth. Berikut hasil tabel yang telah dimasukkan data debit rencana serta data slope lereng dapat dilihat pada **Gambar : 4.16** dan **Gambar : 4.17**.

Flow Hydrograph

River: Sungai Tamanroya Reach: Reach 1 RS: 35000

Read from DSS before simulation Select DSS file and Path

File:

Path:

Enter Table Data time interval: 1 Hour

Select/Enter the Data's Starting Time Reference

Use Simulation Time: Date: 21JAN2019 Time: 0000

Fixed Start Time: Date: Time:

No. Ordinates Interpolate Missing Values Del Row Ins Row

	Date	Simulation Time (hours)	Flow (m3/s)
1	20Jan2019 2400	0:00:00	0
2	21Jan2019 0100	1:00:00	0.016
3	21Jan2019 0200	2:00:00	3.313
4	21Jan2019 0300	3:00:00	18.567
5	21Jan2019 0400	4:00:00	43.358
6	21Jan2019 0500	5:00:00	70.767
7	21Jan2019 0600	6:00:00	96.134
8	21Jan2019 0700	7:00:00	117.32
9	21Jan2019 0800	8:00:00	133.424
10	21Jan2019 0900	9:00:00	143.613
11	21Jan2019 1000	10:00:00	147.971
12	21Jan2019 1100	11:00:00	147.441
13	21Jan2019 1200	12:00:00	143.231
14	21Jan2019 1300	13:00:00	136.477
15	21Jan2019 1400	14:00:00	128.114

Time Step Adjustment Options ("Critical" boundary conditions)

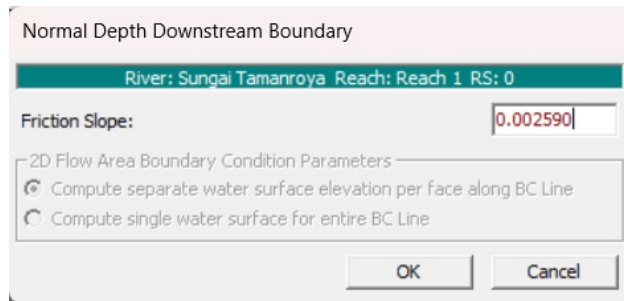
Monitor this hydrograph for adjustments to computational time step

Max Change in Flow (without changing time step):

Min Flow: Multiplier: EG Slope for distributing flow along BC Line: 0.002144 TW C

Plot Data OK Cancel

Gambar : 4.16 Data Debit Banjir Rencana Sungai Tamanroya Periode Ulang 2 Tahunan

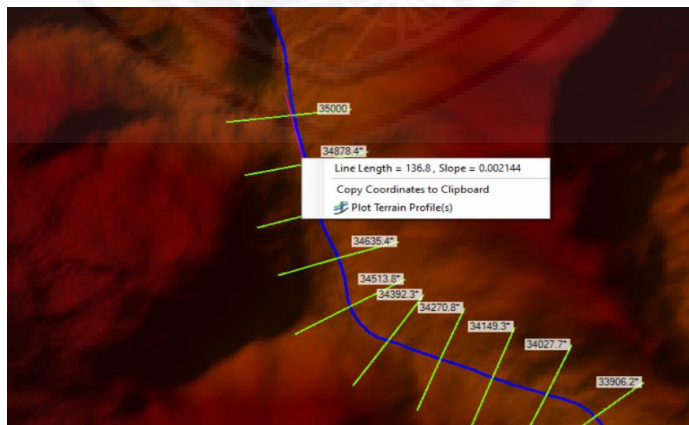


Gambar : 4.17 slope lereng Sungai Tamanroya

Data Eg slope yang di isi dengan slope lereng dimasukkan ke dalam tabel station 0 dan 35000, dapat dilihat pada **Gambar : 4.18** dan **Gambar : 4.19**.



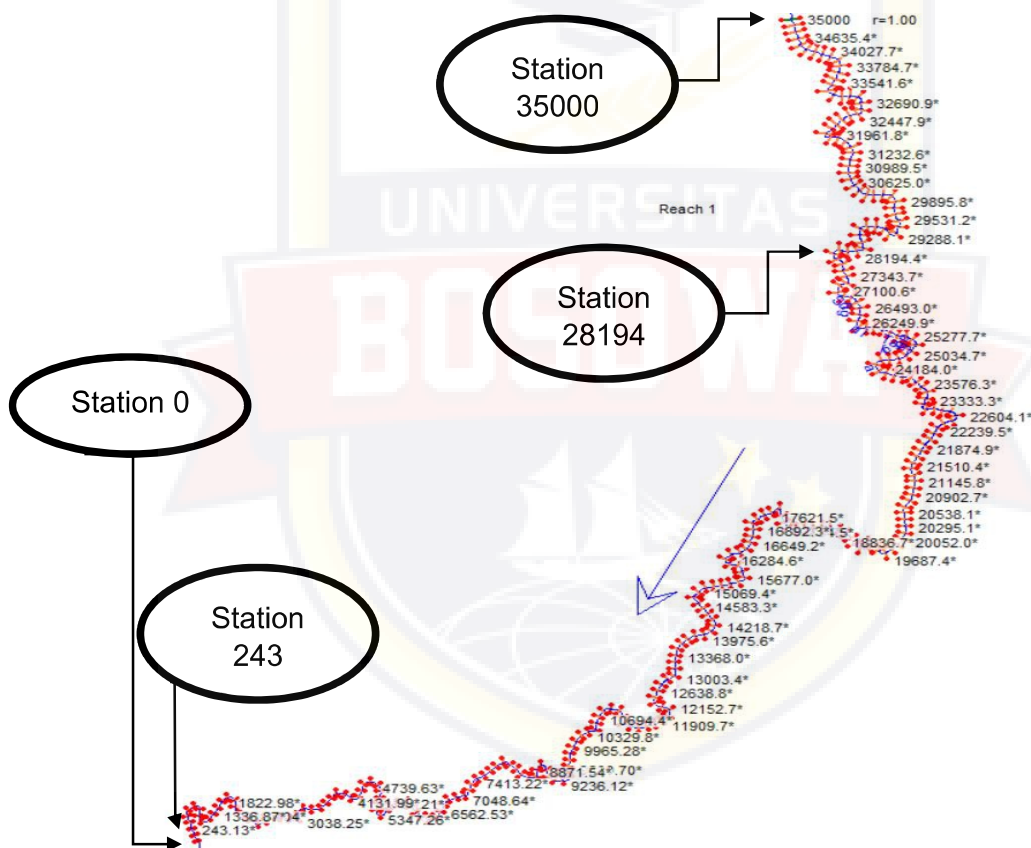
Gambar : 4.18 Slope lereng station 0



Gambar : 4.19 Slope lereng station 35000

4.3.2 Output Pemodelan HEC-RAS untuk Kondisi Eksisting

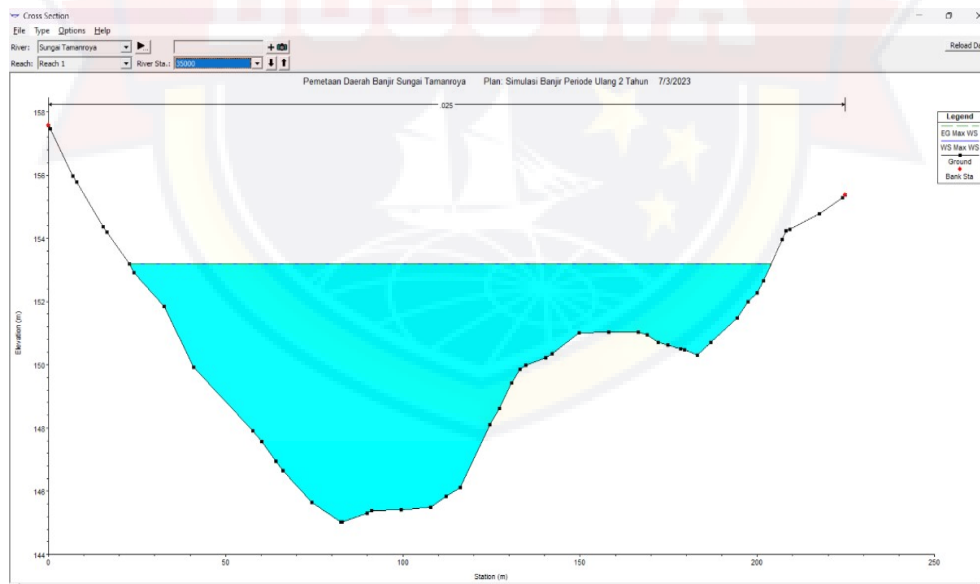
Kemudian langkah selanjutnya melakukan simulation run setelah selesai memasukkan data geometri serta data debit rencana pada seluruh tahapan pemodelan untuk kondisi eksisting di HEC-RAS. Hasil dari simulation run berupa bentuk penampang dan kapasitas sungai serta tinggi muka air pada Sungai Tamanroya Kota Jeneponto. Posisi cross section Sungai Tamanroya Kota Jeneponto yang dapat dilihat pada **Gambar : 4.20**.



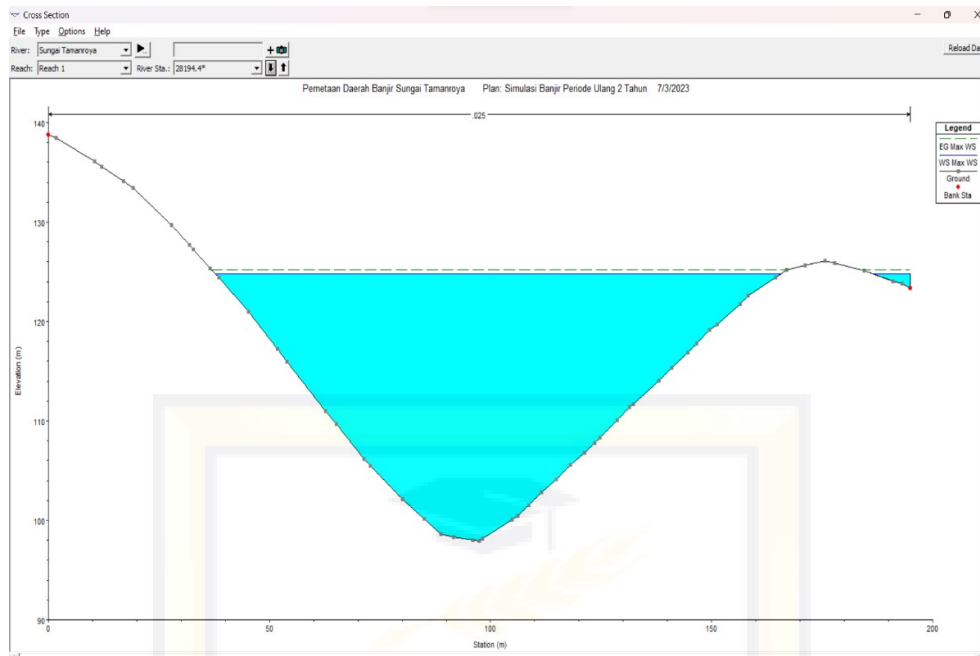
Gambar : 4.20 Posisi Cross Section Sungai Tamanroya.

Berikut merupakan kapasitas sungai untuk kondisi eksisting Sungai Kupang Kota Pekalongan untuk periode ulang 2 tahunan, 5 tahunan, 10 tahunan, 25 tahunan, 50 tahunan dan 100 tahunan.

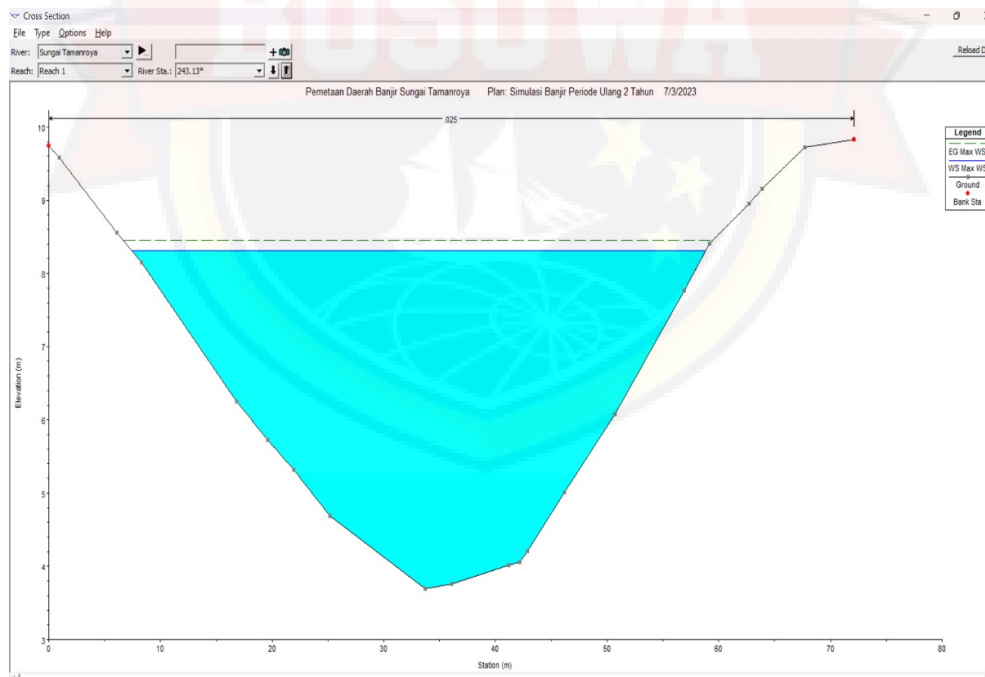
1. Kapasitas Sungai untuk Kondisi Eksisting Periode Ulang 2 Tahunan Pada station 35000 yang terletak di bagian hulu Sungai Tamanroya menghasilkan output HEC-RAS terhadap debit banjir rencana periode ulang 2 tahunan sebesar $147.73 \text{ m}^3/\text{s}$. Pada station 35000 tidak terjadi limpasan, sehingga menghasilkan tinggi muka air 8.16 m. Pada station 28194 tidak terjadi limpasan, sehingga menghasilkan tinggi muka air 26.88 m. Pada station 243 tidak terjadi limpasan, sehingga menghasilkan tinggi muka air 4.62 m. Selanjutnya pada station 0 yang menjadi titik akhir cross section terletak di muara Sungai Tamanroya tidak terjadi limpasan, sehingga menghasilkan tinggi muka air 3.10 m. Berikut kapasitas sungai untuk kondisi eksisting periode ulang 2 tahunan dapat dilihat pada **Gambar : 4.21** sampai **Gambar : 4.24**.



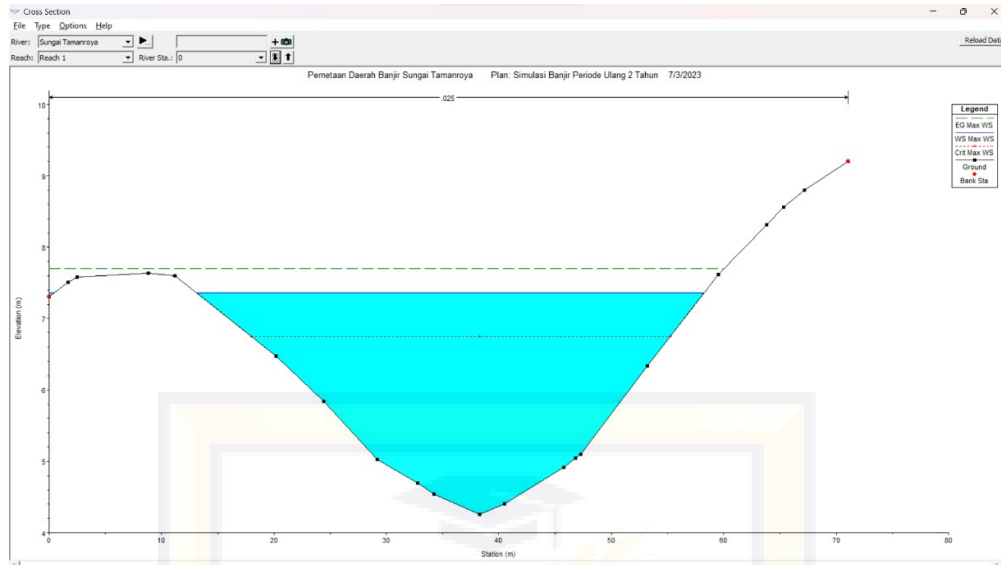
Gambar : 4.21 Kapasitas Sungai Station 35000 Periode Ulang 2 Tahunan Tidak Terjadi Limpasan dan Menghasilkan Tinggi Muka Air 8.16 m



Gambar : 4.22 Kapasitas Sungai station 28194 Periode Ulang 2 Tahunan Tidak Terjadi Limpasan dan Menghasilkan Tinggi Muka Air 26.88 m



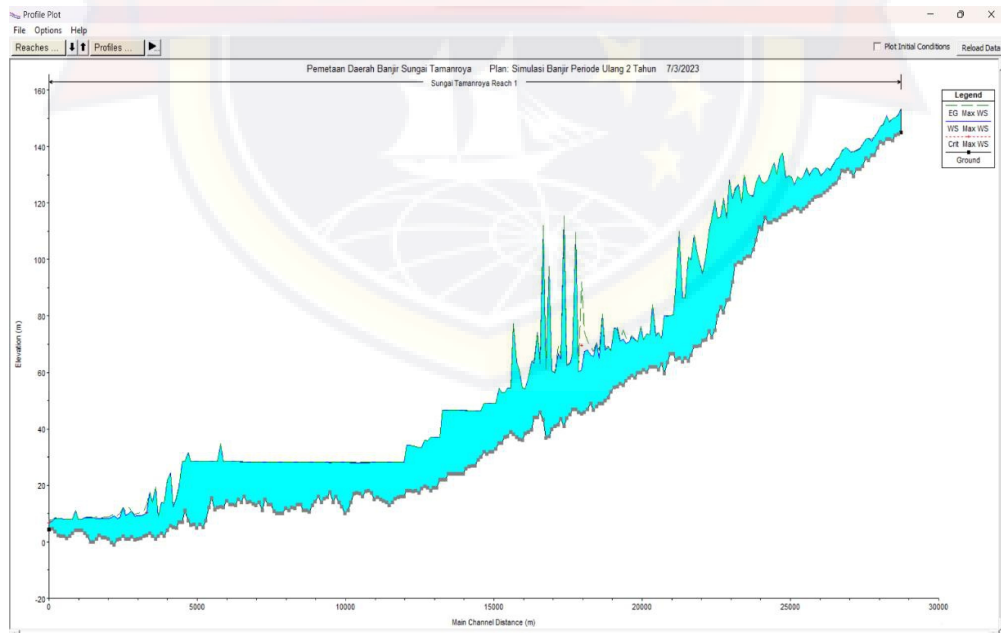
Gambar : 4.23 Kapasitas Sungai station 243 Periode Ulang 2 Tahunan Tidak Terjadi Limpasan dan Menghasilkan Tinggi Muka Air 4.62 m



Gambar : 4.24 Kapasitas Sungai station 0 Periode Ulang 2 Tahunan Tidak Terjadi Limpasan dan Menghasilkan Tinggi Muka Air 3.10 m

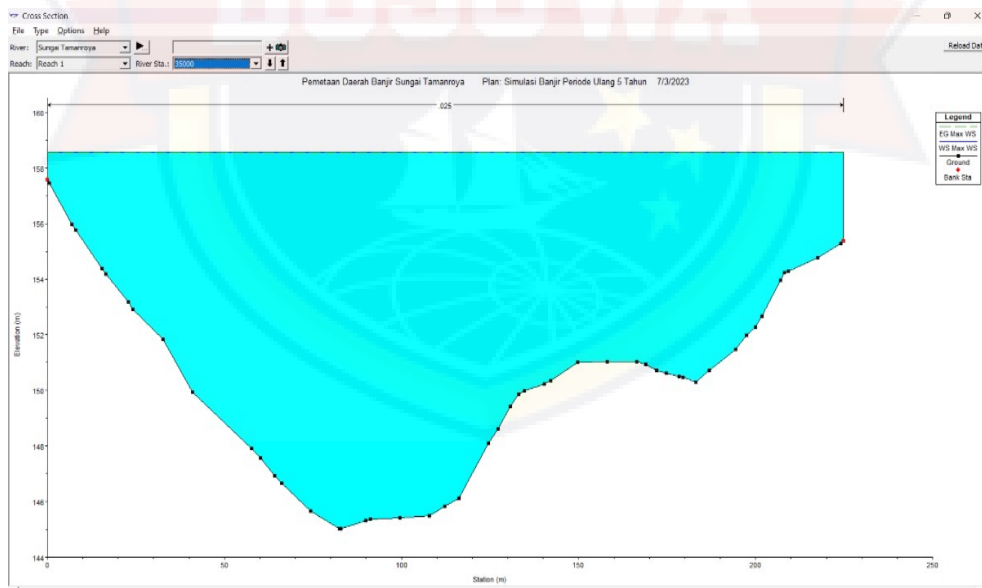
Profi elevasi muka air pada Sungai Tamanroya untuk kondisi eksisting terhadap debit banjir rencana 2 tahunan diperlihatkan pada

Gambar : 4.25.

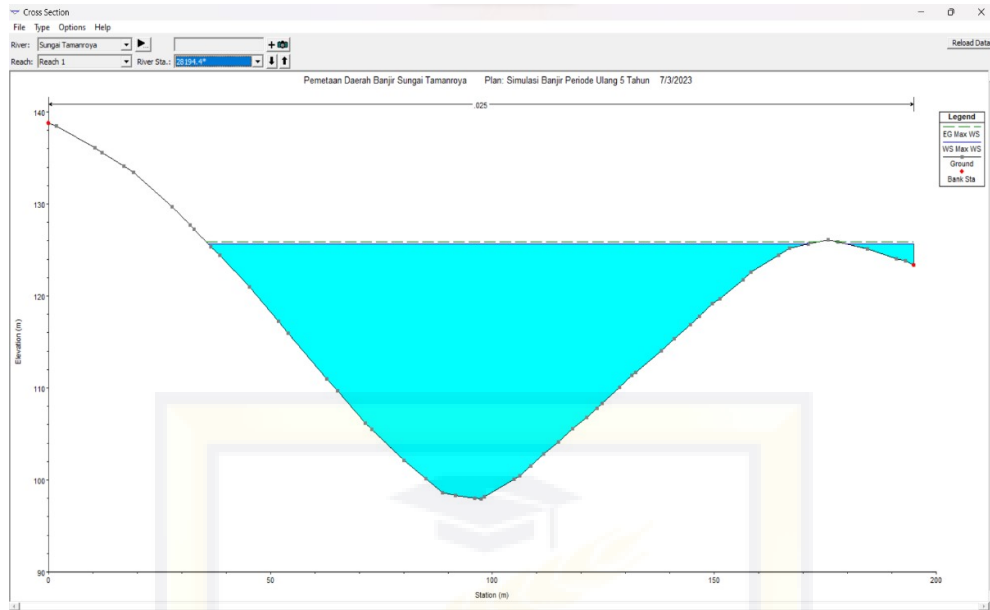


Gambar : 4.25 Profil Elevasi Muka Air pada Sungai Tamanroya untuk Kondisi Eksisting terhadap Debit Banjir Rencana 2 Tahunan.

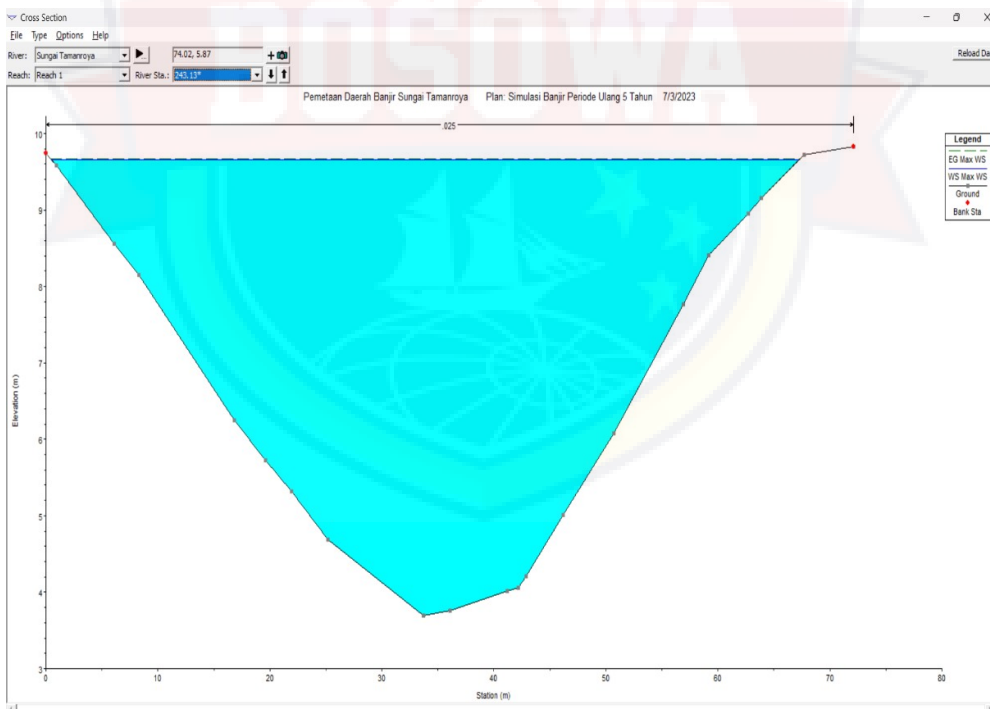
2. Kapasitas Sungai untuk Kondisi Eksisting Periode Ulang 5 Tahunan Pada station 35000 yang terletak di bagian hulu Sungai Tamanroya menghasilkan output HEC-RAS terhadap debit banjir rencana periode ulang 5 tahunan sebesar 211.82 m³/s. Pada station 35000 terjadi limpasan, sehingga menghasilkan tinggi muka air 13.52 m. Pada station 28194 tidak terjadi limpasan, sehingga menghasilkan tinggi muka air 28 m. Pada station 243 tidak terjadi limpasan, sehingga menghasilkan tinggi muka air 5.98 m. Selanjutnya pada station 0 yang menjadi titik akhir cross section terletak di muara Sungai Tamanroya terjadi limpasan, sehingga menghasilkan tinggi muka air 4.57 m. Berikut kapasitas sungai untuk kondisi eksisting periode ulang 5 tahunan dapat dilihat pada **Gambar : 4.26** sampai **Gambar : 4.29**.



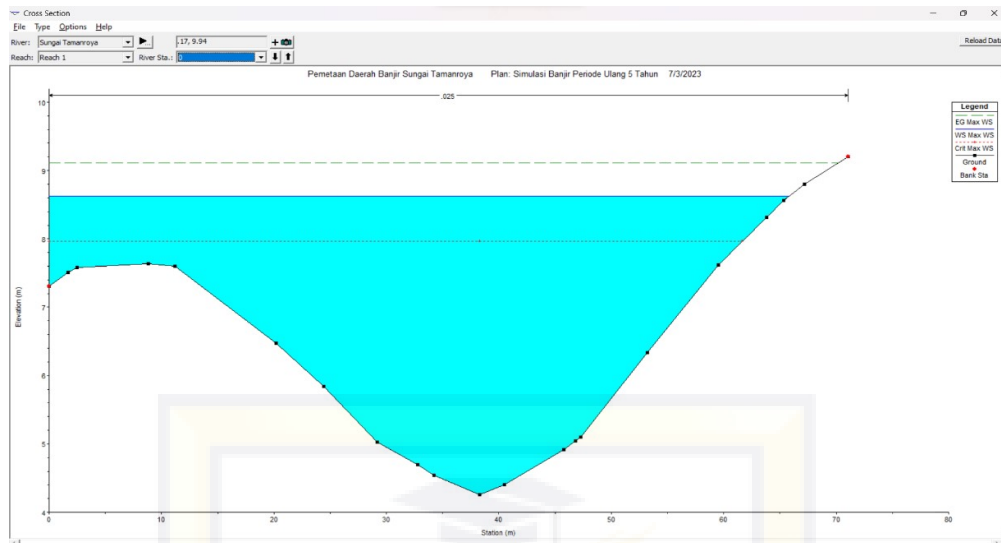
Gambar : 4.26 Kapasitas Sungai station 35000 Periode Ulang 5 Tahunan Terjadi Limpasan dan Menghasilkan Tinggi Muka Air 13.52 m



Gambar : 4.27 Kapasitas Sungai station 28194 Periode Ulang 5 Tahunan Tidak Terjadi Limpasan dan Menghasilkan Tinggi Muka Air 28 m

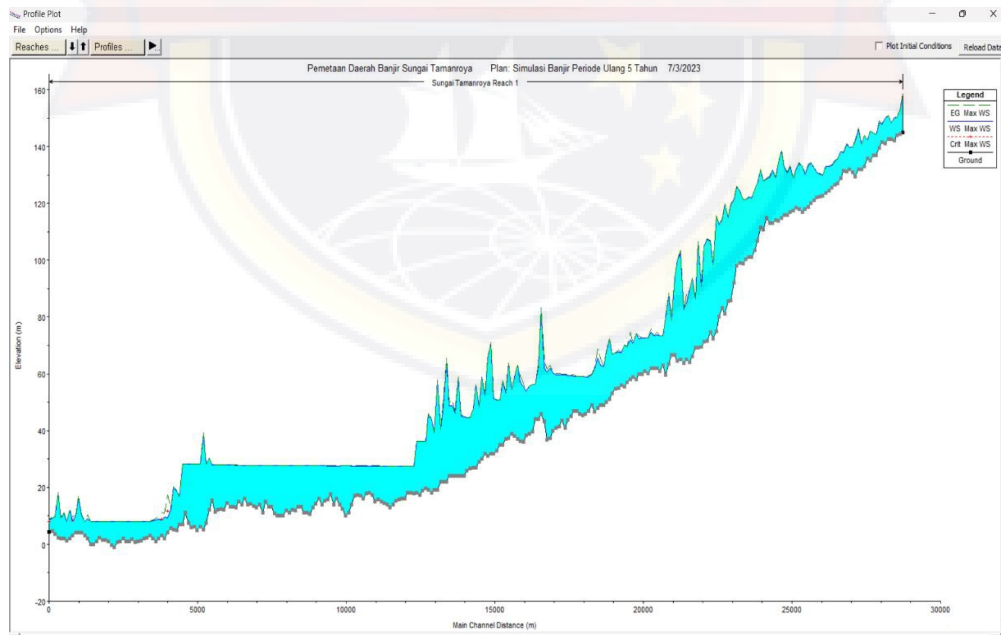


Gambar : 4.28 Kapasitas Sungai station 243 Periode Ulang 5 Tahunan Tidak Terjadi Limpasan dan Menghasilkan Tinggi Muka Air 5.98 m



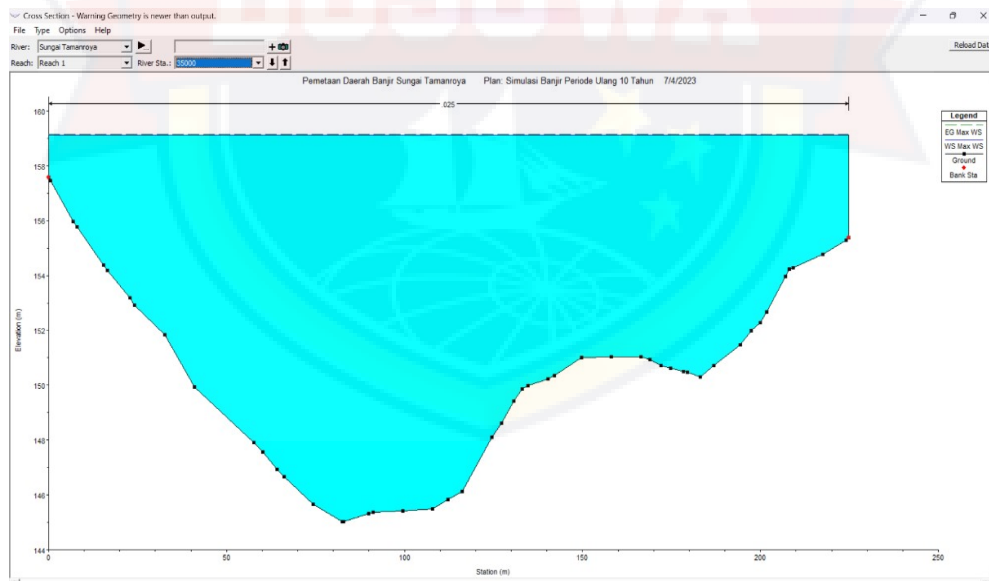
Gambar : 4.29 Kapasitas Sungai station 0 Periode Ulang 5 Tahunan Terjadi Limpasan dan Menghasilkan Tinggi Muka Air 4.57 m

Profi elevasi muka air pada Sungai Tamanroya untuk kondisi eksisting terhadap debit banjir rencana 5 tahunan diperlihatkan pada **Gambar : 4.30**.

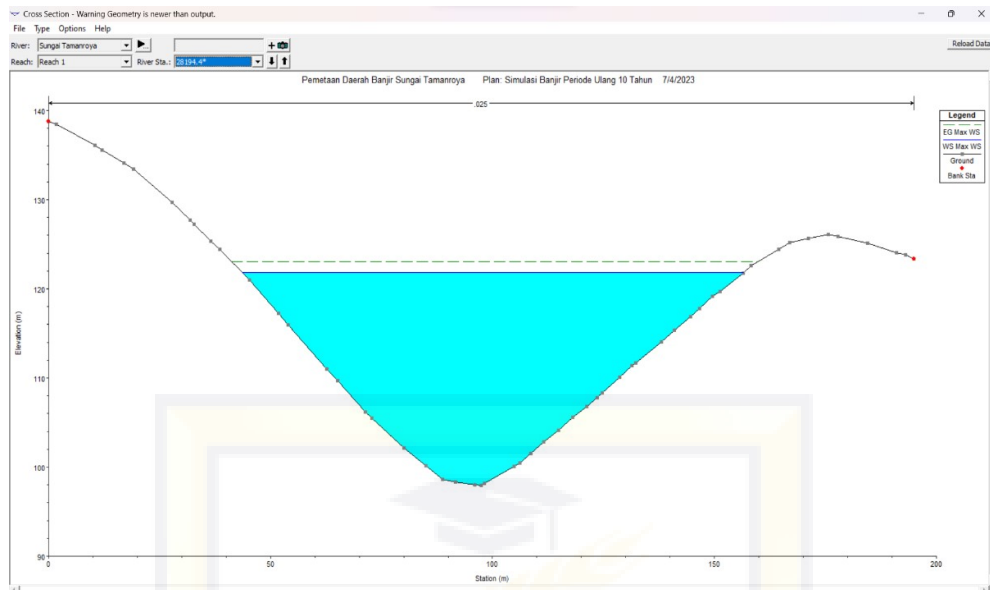


Gambar : 4.30 Profil Elevasi Muka Air pada Sungai Tamanroya untuk Kondisi Eksisting terhadap Debit Banjir Rencana 5 Tahunan.

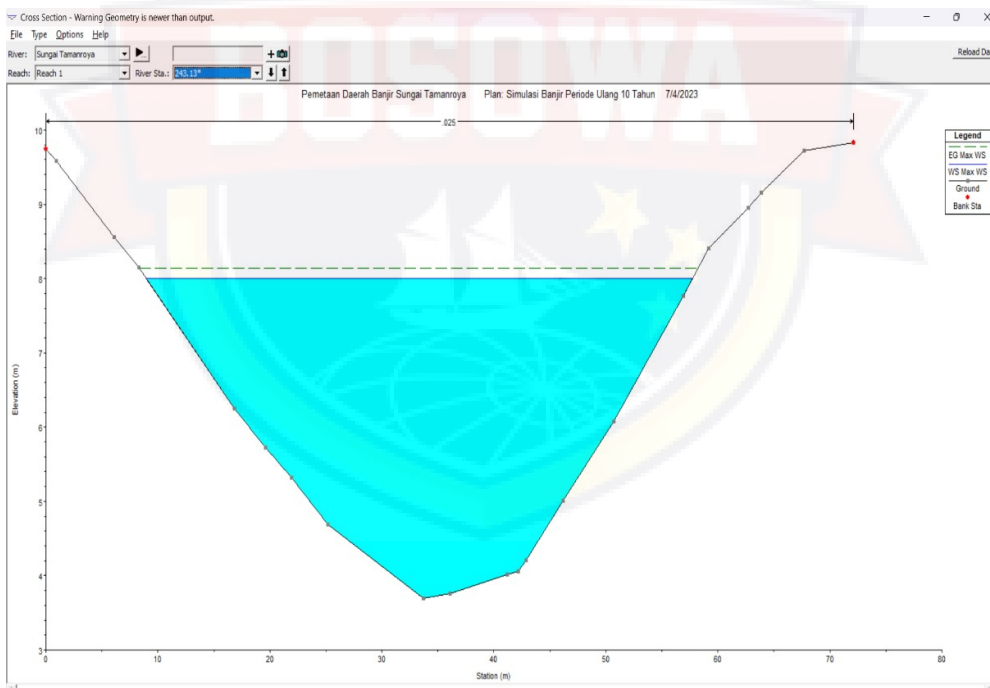
3. Kapasitas Sungai untuk Kondisi Eksisting Periode Ulang 10 Tahunan Pada station 35000 yang terletak di bagian hulu Sungai Tamanroya menghasilkan output HEC-RAS terhadap debit banjir rencana periode ulang 10 tahunan sebesar 321.57 m³/s. Pada station 35000 terjadi limpasan, sehingga menghasilkan tinggi muka air 14.1 m. Pada station 28194 tidak terjadi limpasan, sehingga menghasilkan tinggi muka air 23.92 m. Pada station 243 tidak terjadi limpasan, sehingga menghasilkan tinggi muka air 4.31 m. Selanjutnya pada station 0 yang menjadi titik akhir cross section terletak di muara Sungai Tamanroya terjadi limpasan, sehingga menghasilkan tinggi muka air 5.87 m. Berikut kapasitas sungai untuk kondisi eksisting periode ulang 10 tahunan dapat dilihat pada **Gambar : 4.31** sampai **Gambar : 4.34**.



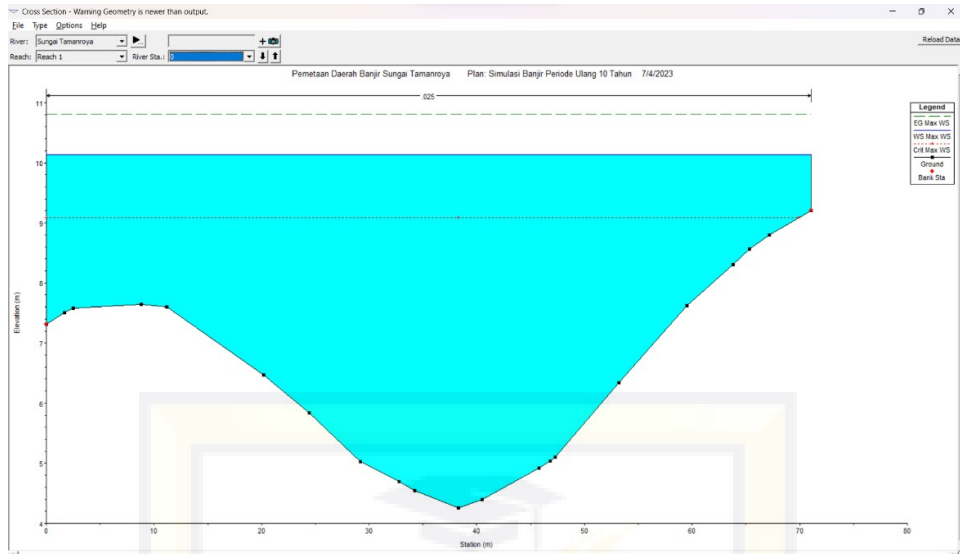
Gambar : 4.31 Kapasitas Sungai station 35000 Periode Ulang 10 Tahunan Terjadi Limpasan dan Menghasilkan Tinggi Muka Air 14.1 m



Gambar : 4.32 Kapasitas Sungai station 28194 Periode Ulang 10 Tahunan Tidak Terjadi Limpasan dan Menghasilkan Tinggi Muka Air 23.92 m



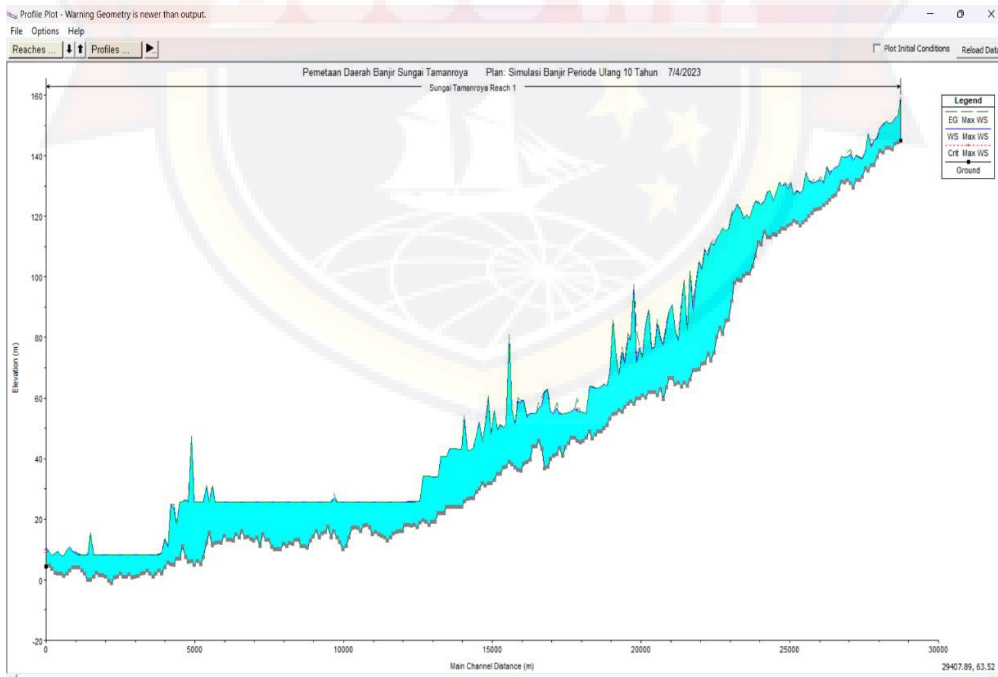
Gambar : 4.33 Kapasitas Sungai station 243 Periode Ulang 10 Tahunan Tidak Terjadi Limpasan dan Menghasilkan Tinggi Muka Air 4.31 m



Gambar : 4.34 Kapasitas Sungai station 0 Periode Ulang 10 Tahunan Terjadi Limpasan dan Menghasilkan Tinggi Muka Air 5.87 m

Profi elevasi muka air pada Sungai Tamanroya untuk kondisi eksisting terhadap debit banjir rencana 10 tahunan diperlihatkan pada

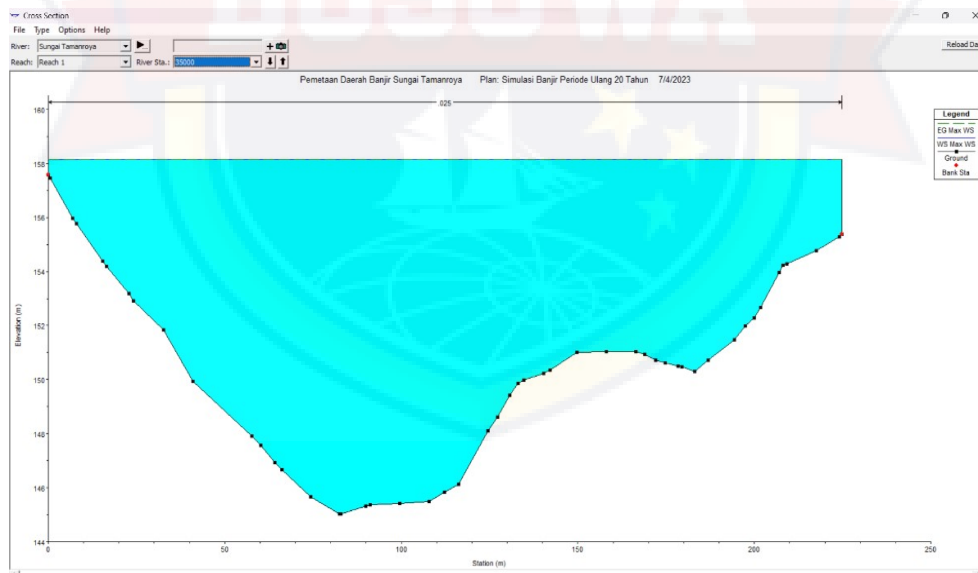
Gambar : 4.35.



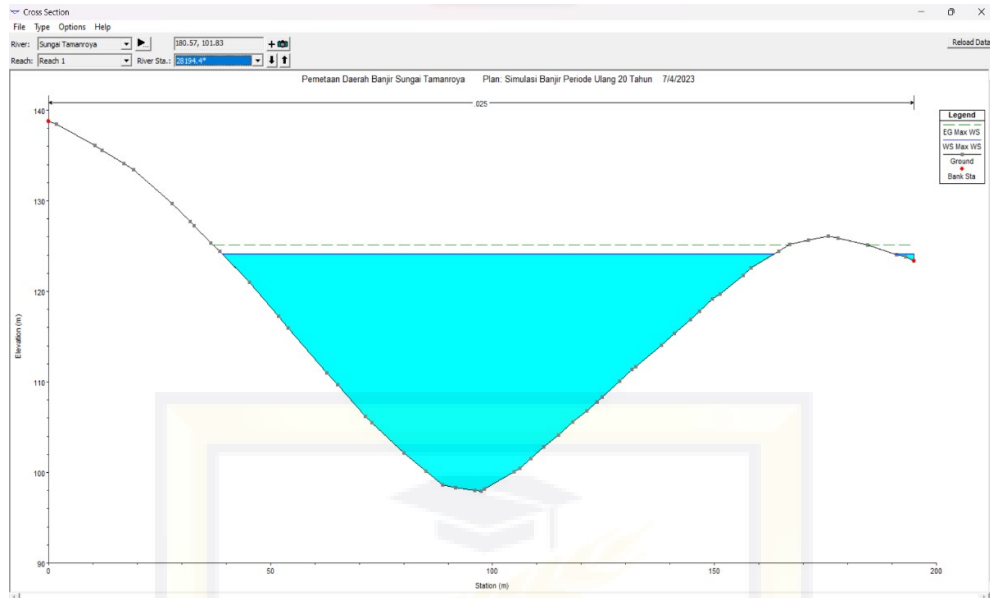
Gambar : 4.35 Profil Elevasi Muka Air pada Sungai Tamanroya untuk Kondisi Eksisting terhadap Debit Banjir Rencana 10 Tahunan.

4. Kapasitas Sungai untuk Kondisi Eksisting Periode Ulang 20 Tahunan

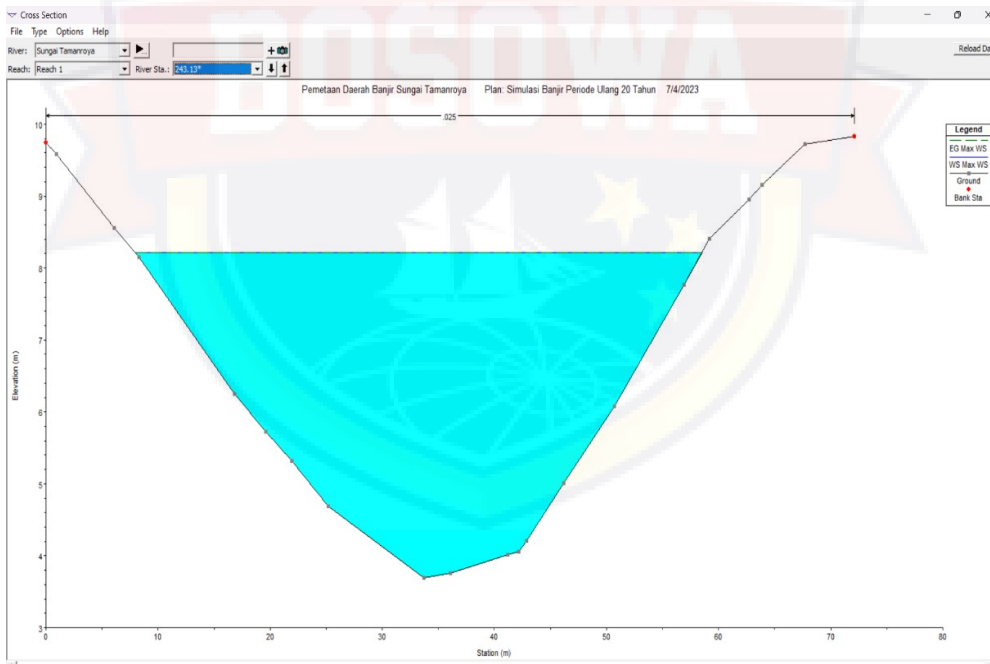
Pada station 35000 yang terletak di bagian hulu Sungai Tamanroya menghasilkan output HEC-RAS terhadap debit banjir rencana periode ulang 20 tahunan sebesar $360.01 \text{ m}^3/\text{s}$. Pada station 35000 terjadi limpasan, sehingga menghasilkan tinggi muka air 13.11 m. Pada station 28194 tidak terjadi limpasan, sehingga menghasilkan tinggi muka air 26.19 m. Pada station 243 tidak terjadi limpasan, sehingga menghasilkan tinggi muka air 4.53 m. Selanjutnya pada station 0 yang menjadi titik akhir cross section terletak di muara Sungai Tamanroya terjadi limpasan, sehingga menghasilkan tinggi muka air 4.04 m. Berikut kapasitas sungai untuk kondisi eksisting periode ulang 20 tahunan dapat dilihat pada **Gambar : 4.31** sampai **Gambar : 4.34**.



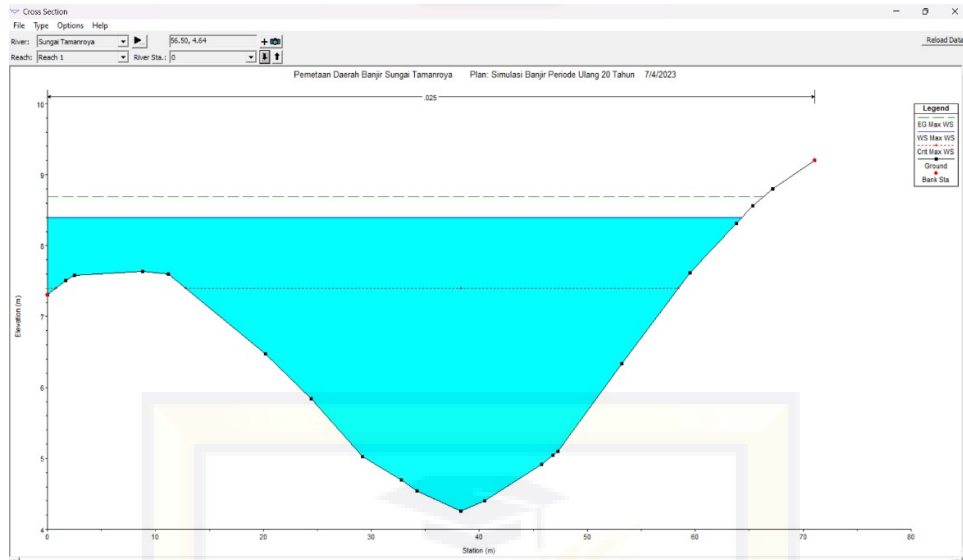
Gambar : 4.36 Kapasitas Sungai station 35000 Periode Ulang 20 Tahunan Terjadi Limpasan dan Menghasilkan Tinggi Muka Air 13.11 m



Gambar : 4.37 Kapasitas Sungai station 28194 Periode Ulang 20 Tahunan Tidak Terjadi Limpasan dan Menghasilkan Tinggi Muka Air 26.19 m



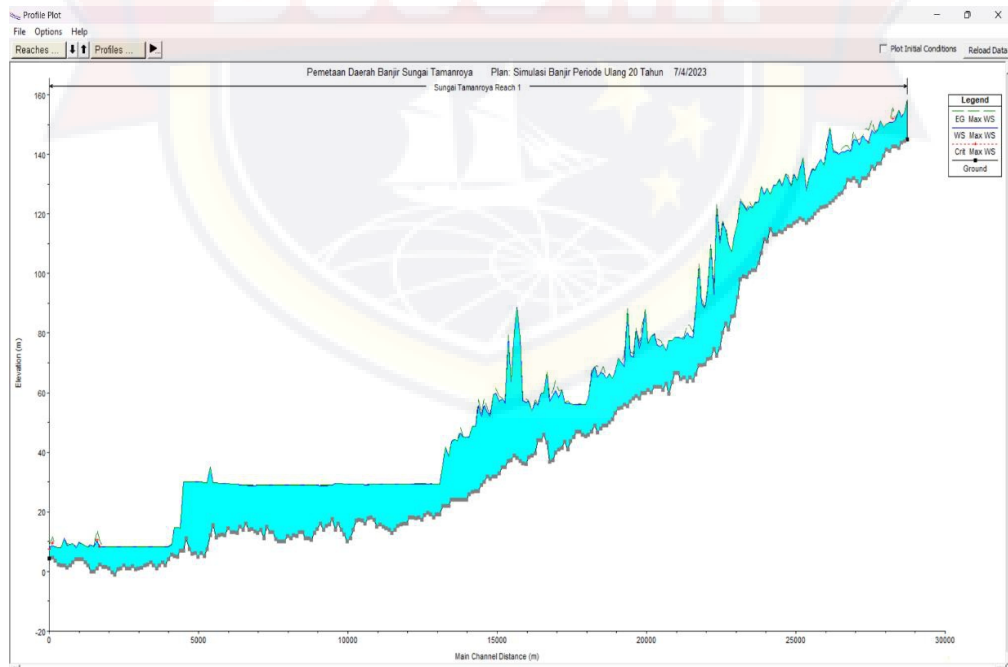
Gambar : 4.38 Kapasitas Sungai station 243 Periode Ulang 20 Tahunan Tidak Terjadi Limpasan dan Menghasilkan Tinggi Muka Air 4.53 m



Gambar : 4.39 Kapasitas Sungai station 0 Periode Ulang 20 Tahunan Terjadi Limpasan dan Menghasilkan Tinggi Muka Air 4.04 m

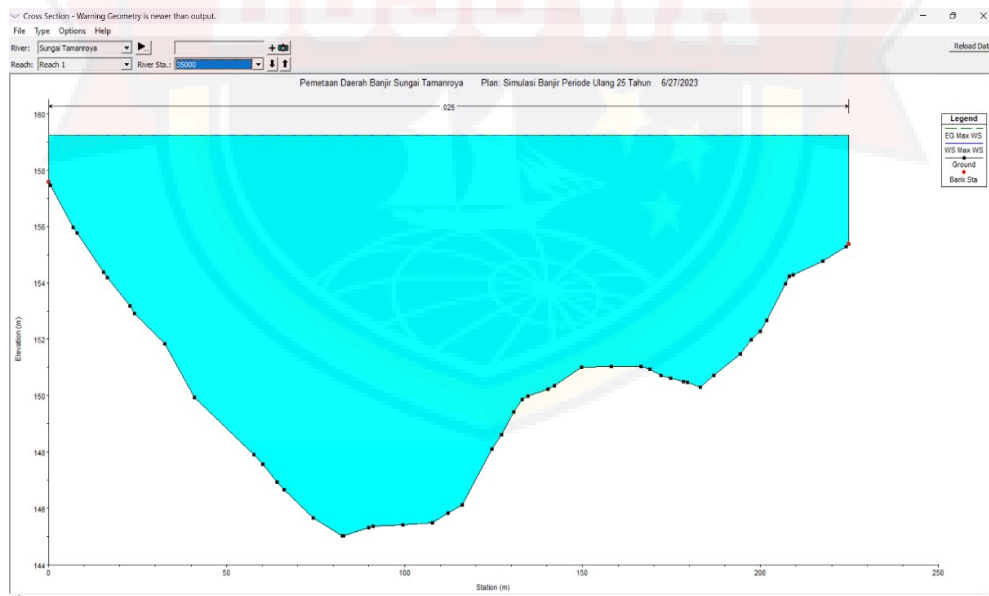
Profi elevasi muka air pada Sungai Tamanroya untuk kondisi eksisting terhadap debit banjir rencana 20 tahunan diperlihatkan pada

Gambar : 4.35.

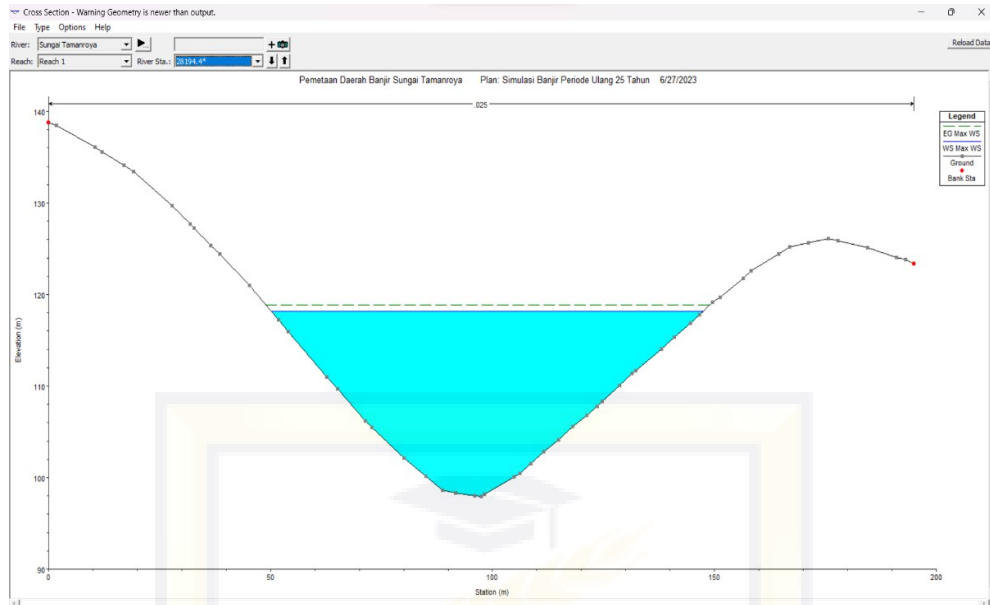


Gambar : 4.40 Profil Elevasi Muka Air pada Sungai Tamanroya untuk Kondisi Eksisting terhadap Debit Banjir Rencana 20 Tahunan.

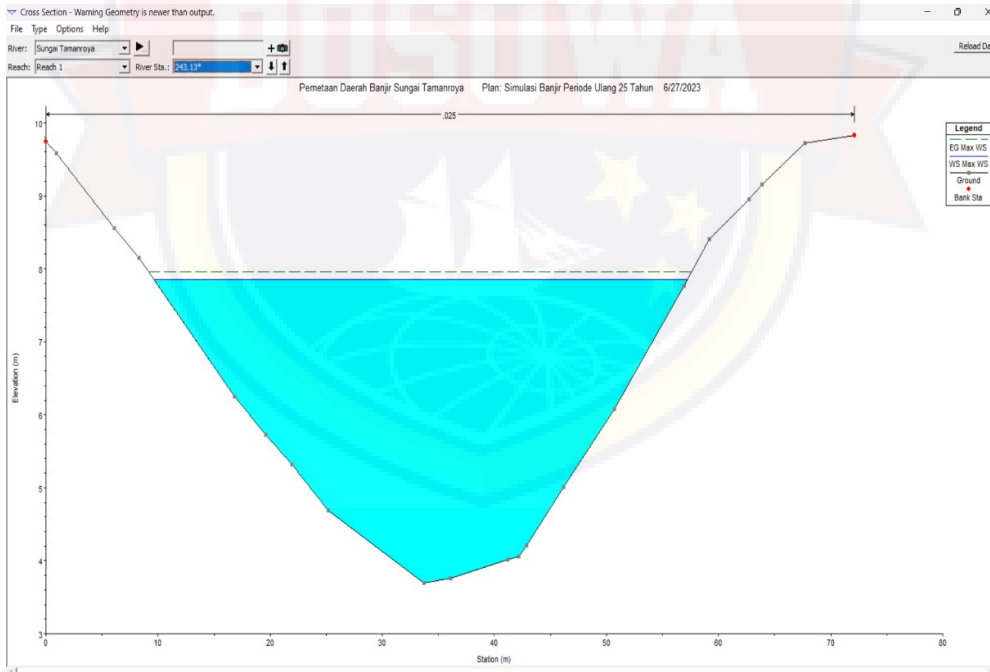
5. Kapasitas Sungai untuk Kondisi Eksisting Periode Ulang 25 Tahunan Pada station 35000 yang terletak di bagian hulu Sungai Tamanroya menghasilkan output HEC-RAS terhadap debit banjir rencana periode ulang 25 tahunan sebesar 575.62 m³/s. Pada station 35000 terjadi limpasan, sehingga menghasilkan tinggi muka air 14.21 m. Pada station 28194 tidak terjadi limpasan, sehingga menghasilkan tinggi muka air 20.27 m. Pada station 243 tidak terjadi limpasan, sehingga menghasilkan tinggi muka air 4.16 m. Selanjutnya pada station 0 yang menjadi titik akhir cross section terletak di muara Sungai Tamanroya tidak terjadi limpasan, sehingga menghasilkan tinggi muka air 3.08 m. Berikut kapasitas sungai untuk kondisi eksisting periode ulang 25 tahunan dapat dilihat pada **Gambar : 4.41** sampai **Gambar : 4.44**.



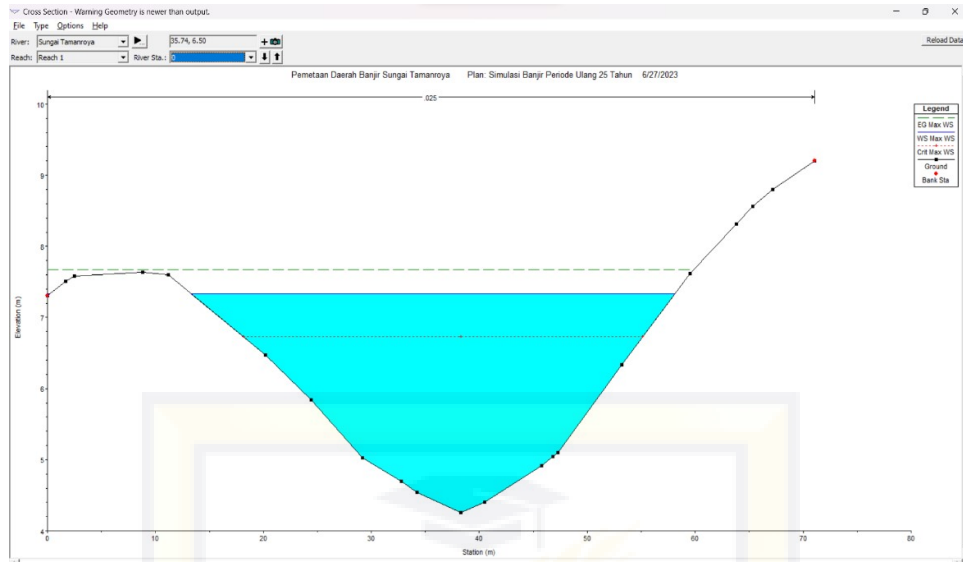
Gambar : 4.41 Kapasitas Sungai station 35000 Periode Ulang 25 Tahunan Terjadi Limpasan dan Menghasilkan Tinggi Muka Air 14.21 m



Gambar : 4.42 Kapasitas Sungai station 28194 Periode Ulang 25 Tahunan Tidak Terjadi Limpasan dan Menghasilkan Tinggi Muka Air 20.27 m



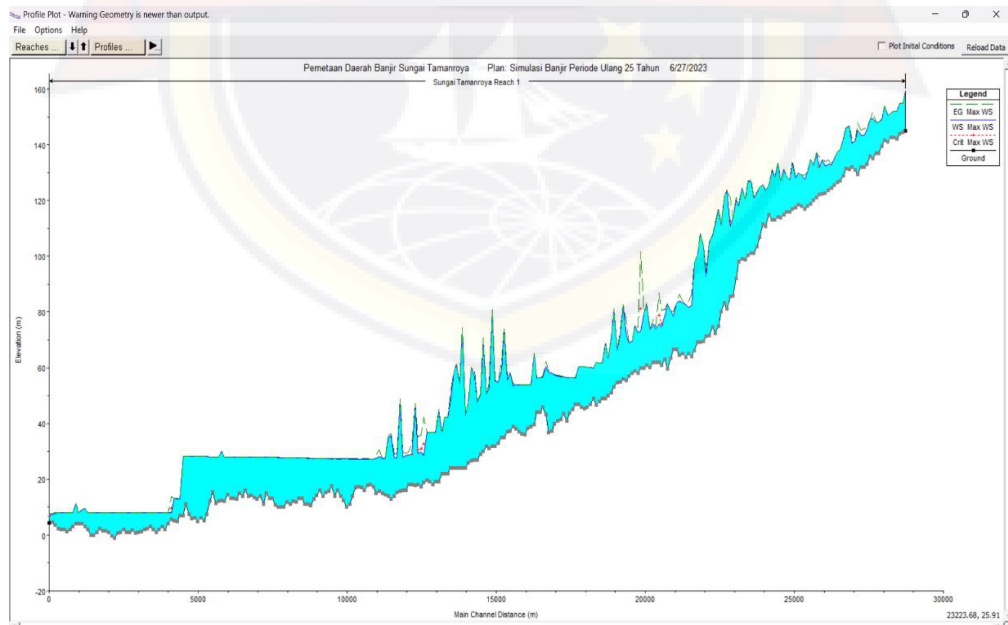
Gambar : 4.43 Kapasitas Sungai station 243 Periode Ulang 25 Tahunan Tidak Terjadi Limpasan dan Menghasilkan Tinggi Muka Air 4.16 m



Gambar : 4.44 Kapasitas Sungai station 0 Periode Ulang 25 Tahunan Tidak Terjadi Limpasan dan Menghasilkan Tinggi Muka Air 3.08 m

Profil elevasi muka air pada Sungai Tamanroya untuk kondisi eksisting terhadap debit banjir rencana 25 tahunan diperlihatkan pada

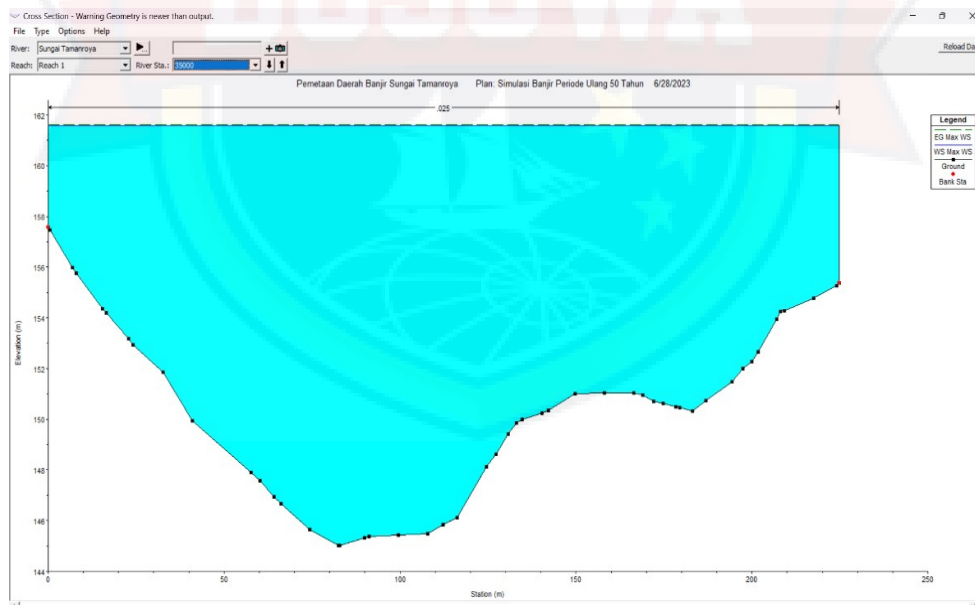
Gambar : 4.45.



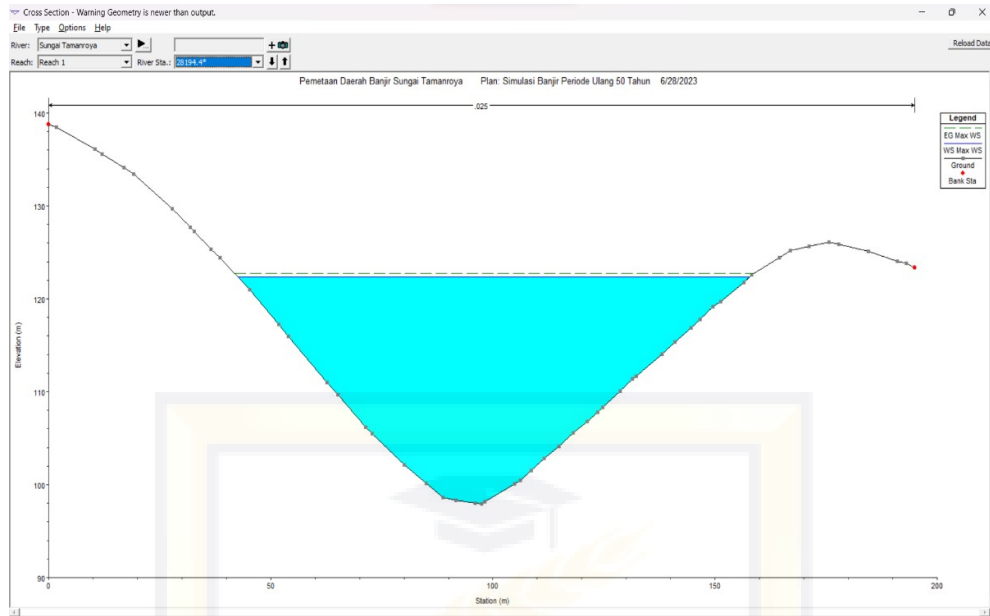
Gambar : 4.45 Profil Elevasi Muka Air pada Sungai Tamanroya untuk Kondisi Eksisting terhadap Debit Banjir Rencana 25 Tahunan.

6. Kapasitas Sungai untuk Kondisi Eksisting Periode Ulang 50 Tahunan

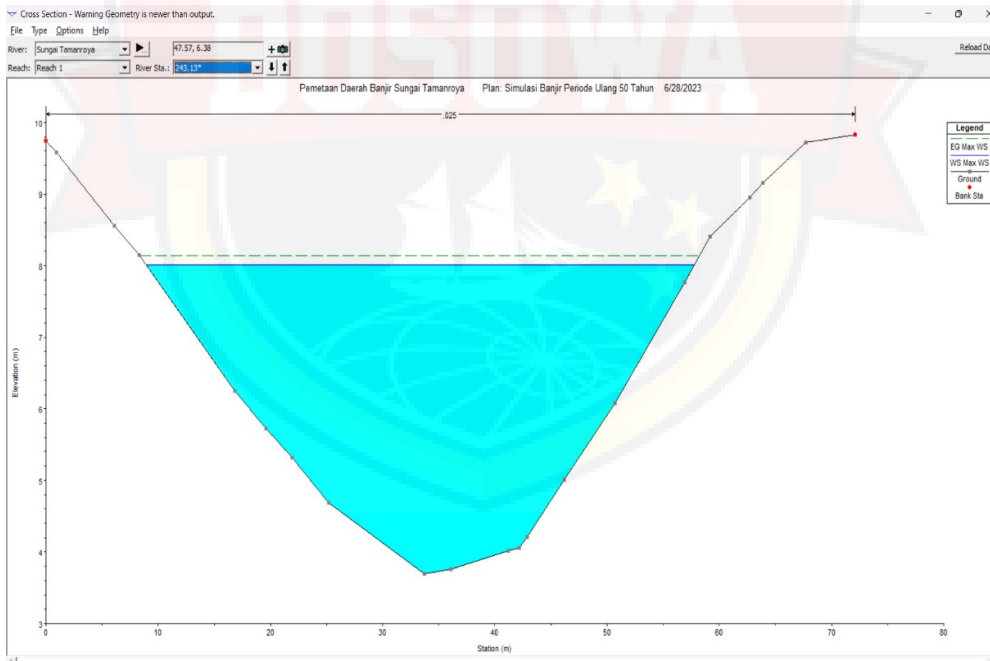
Pada station 35000 yang terletak di bagian hulu Sungai Tamanroya menghasilkan output HEC-RAS terhadap debit banjir rencana periode ulang 50 tahunan sebesar 646.18 m³/s. Pada station 35000 terjadi limpasan, sehingga menghasilkan tinggi muka air 16.57 m. Pada station 28194 tidak terjadi limpasan, sehingga menghasilkan tinggi muka air 24.44 m. Pada station 243 tidak terjadi limpasan, sehingga menghasilkan tinggi muka air 4.32 m. Selanjutnya pada station 0 yang menjadi titik akhir cross section terletak di muara Sungai Tamanroya terjadi limpasan, sehingga menghasilkan tinggi muka air 3.56 m. Berikut kapasitas sungai untuk kondisi eksisting periode ulang 50 tahunan dapat dilihat pada **Gambar : 4.46** sampai **Gambar : 4.49**.



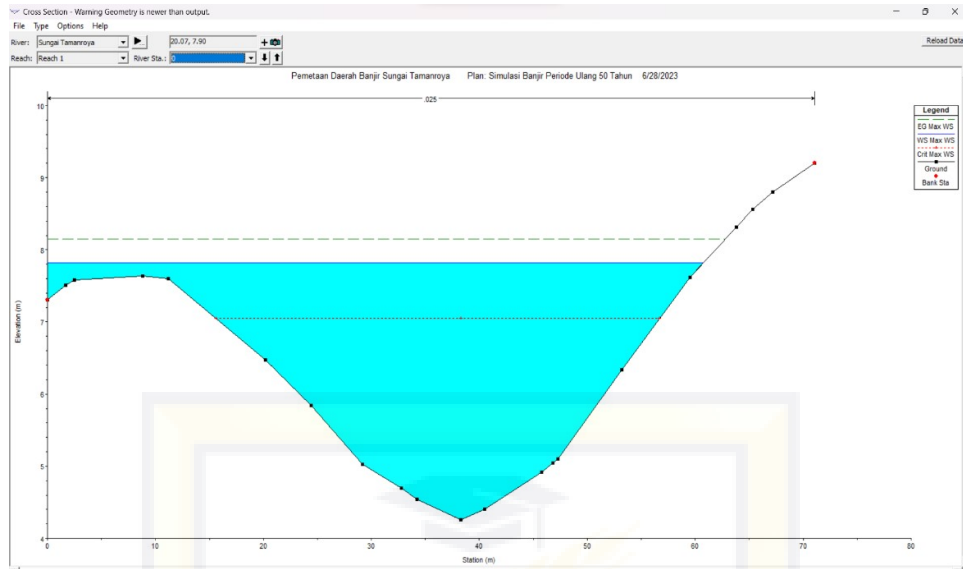
Gambar : 4.46 Kapasitas Sungai station 35000 Periode Ulang 50 Tahunan Terjadi Limpasan dan Menghasilkan Tinggi Muka Air 16.57 m



Gambar : 4.47 Kapasitas Sungai station 28194 Periode Ulang 50 Tahunan Tidak Terjadi Limpasan dan Menghasilkan Tinggi Muka Air 24.44 m



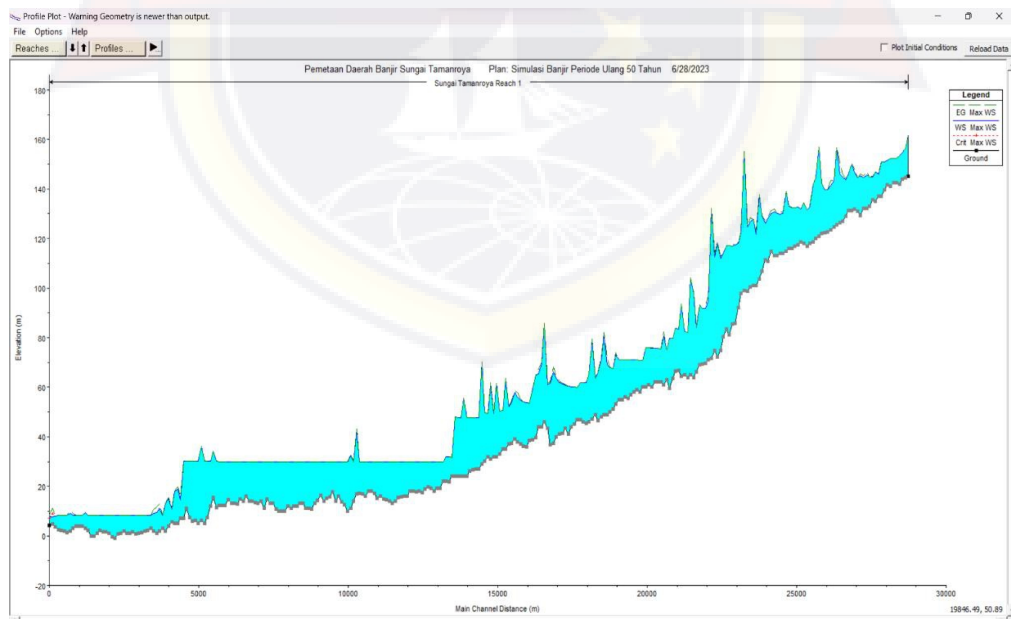
Gambar : 4.48 Kapasitas Sungai station 243 Periode Ulang 50 Tahunan Tidak Terjadi Limpasan dan Menghasilkan Tinggi Muka Air 4.32 m



Gambar : 4.49 Kapasitas Sungai station 0 Periode Ulang 50 Tahunan Terjadi Limpasan dan Menghasilkan Tinggi Muka Air 3.56 m

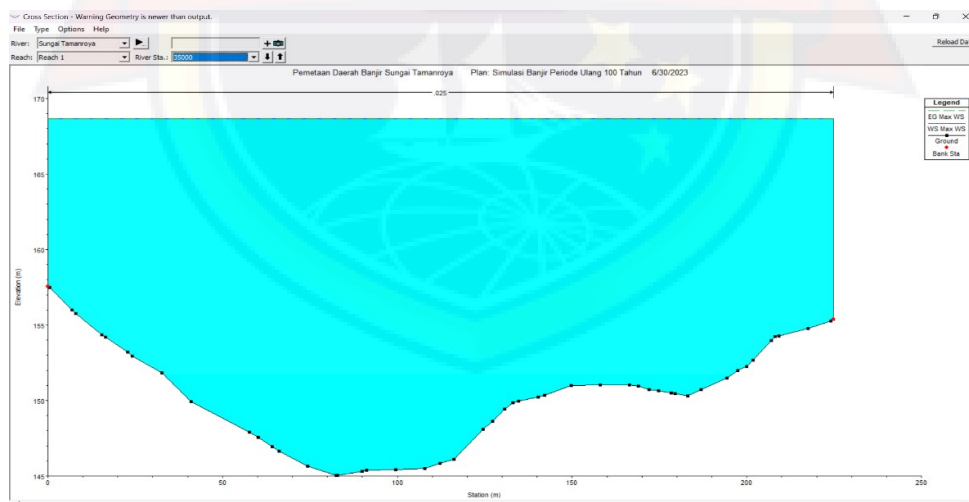
Profi elevasi muka air pada Sungai Tamanroya untuk kondisi eksisting terhadap debit banjir rencana 50 tahunan diperlihatkan pada

Gambar : 4.50.

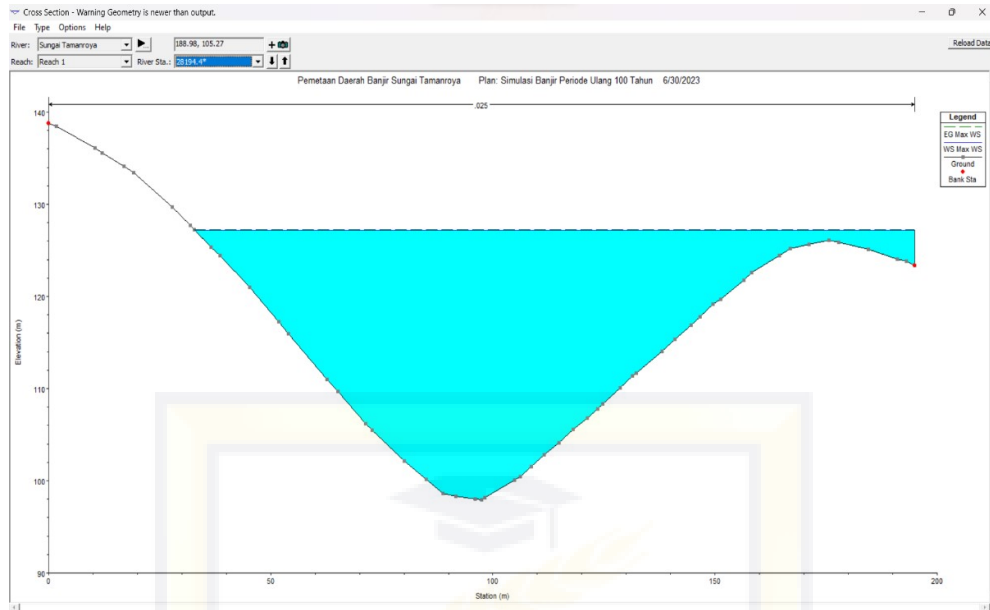


Gambar : 4.50 Profil Elevasi Muka Air pada Sungai Tamanroya untuk Kondisi Eksisting terhadap Debit Banjir Rencana 50 Tahunan.

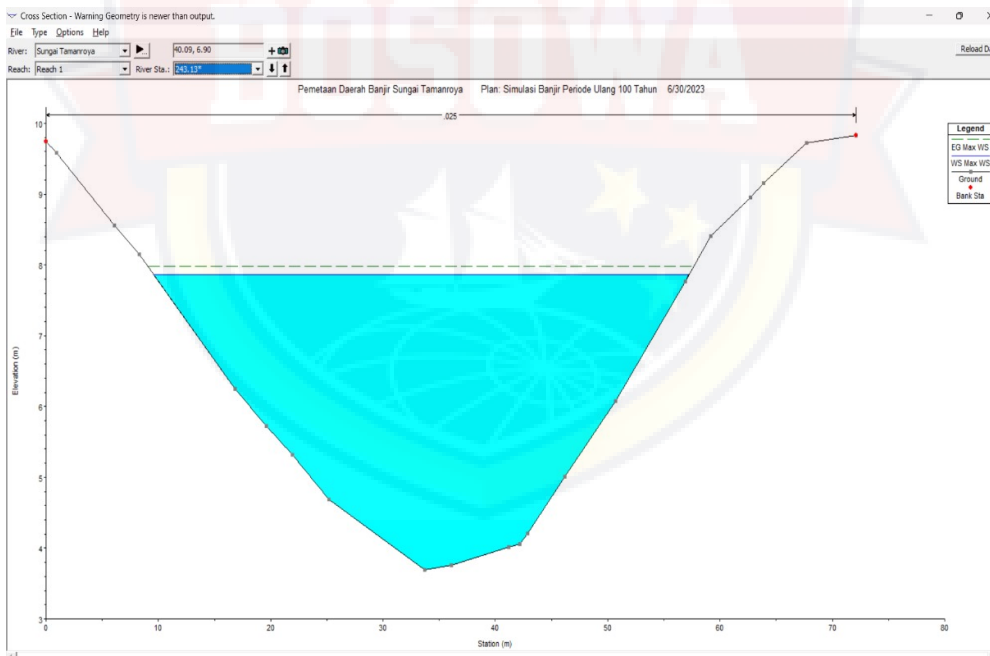
7. Kapasitas Sungai untuk Kondisi Eksisting Periode Ulang 100 Tahunan Pada station 35000 yang terletak di bagian hulu Sungai Tamanroya menghasilkan output HEC-RAS terhadap debit banjir rencana periode ulang 100 tahunan sebesar 1086.24 m³/s. Pada station 35000 terjadi limpasan dan mengakibatkan banjir terparah, sehingga menghasilkan tinggi muka air 23.63 m. Pada station 28194 terjadi limpasan, sehingga menghasilkan tinggi muka air 29.36 m. Pada station 243 tidak terjadi limpasan, sehingga menghasilkan tinggi muka air 4.17 m. Selanjutnya pada station 0 yang menjadi titik akhir cross section terletak di muara Sungai Tamanroya tidak terjadi limpasan, sehingga menghasilkan tinggi muka air 2.94 m. Berikut kapasitas sungai untuk kondisi eksisting periode ulang 100 tahunan dapat dilihat pada **Gambar : 4.51** sampai **Gambar : 4.54**.



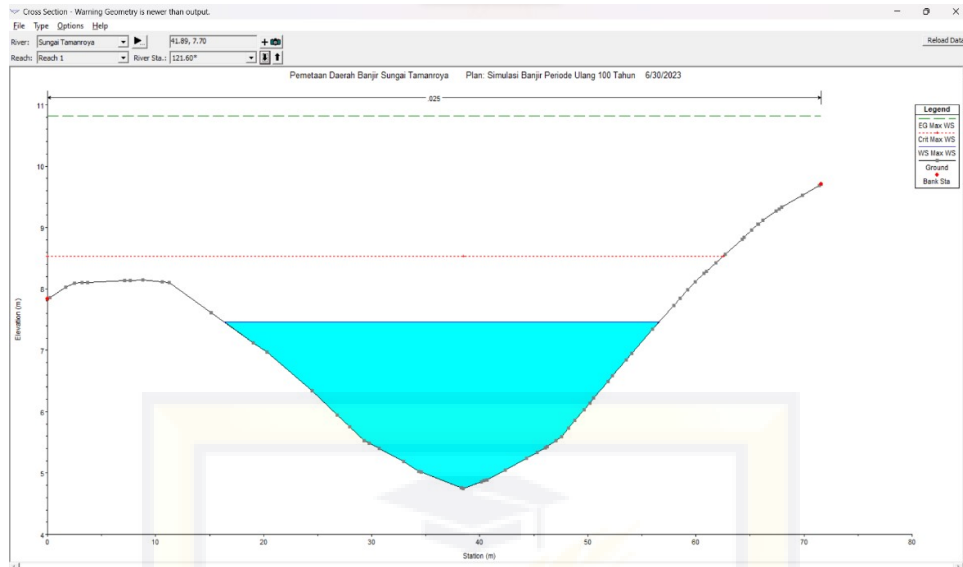
Gambar : 4.51 Kapasitas Sungai station 35000 Periode Ulang 100 Tahunan Terjadi Limpasan dan Menghasilkan Tinggi Muka Air 23.63 m



Gambar : 4.52 Kapasitas Sungai station 28194 Periode Ulang 100 Tahunan Terjadi Limpasan dan Menghasilkan Tinggi Muka Air 29.36 m

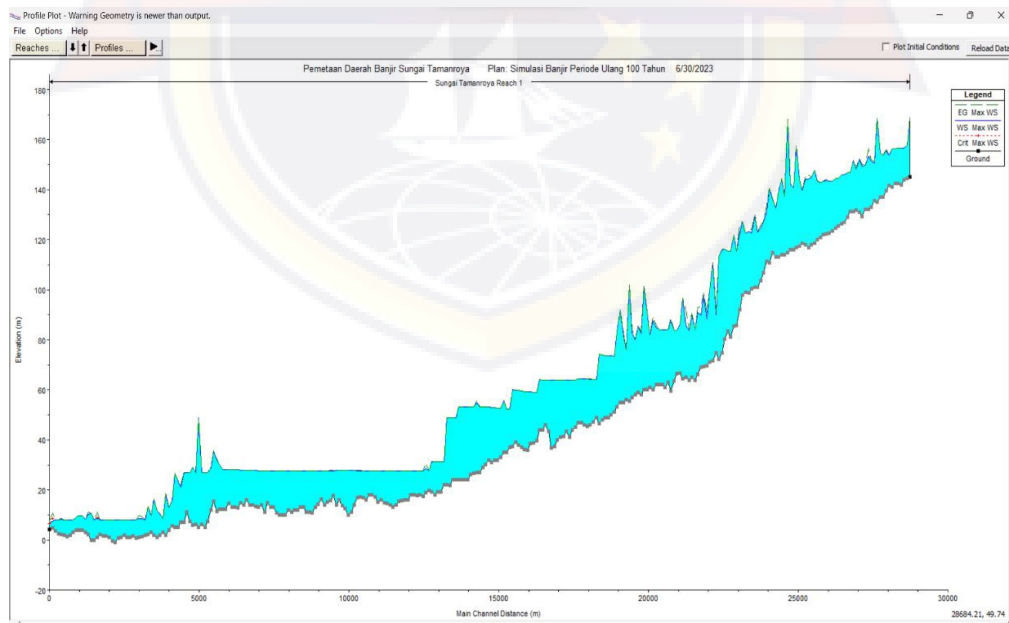


Gambar : 4.53 Kapasitas Sungai station 243 Periode Ulang 100 Tahunan Tidak Terjadi Limpasan dan Menghasilkan Tinggi Muka Air 4.17 m



Gambar : 4.54 Kapasitas Sungai station 0 Periode Ulang 100 Tahunan Tidak Terjadi Limpasan dan Menghasilkan Tinggi Muka Air 2.94 m

Profi elevasi muka air pada Sungai Tamanroya untuk kondisi eksisting terhadap debit banjir rencana 100 tahunan diperlihatkan pada **Gambar : 4.50.**



Gambar : 4.55 Profil Elevasi Muka Air pada Sungai Tamanroya untuk Kondisi Eksisting terhadap Debit Banjir Rencana 100 Tahunan.

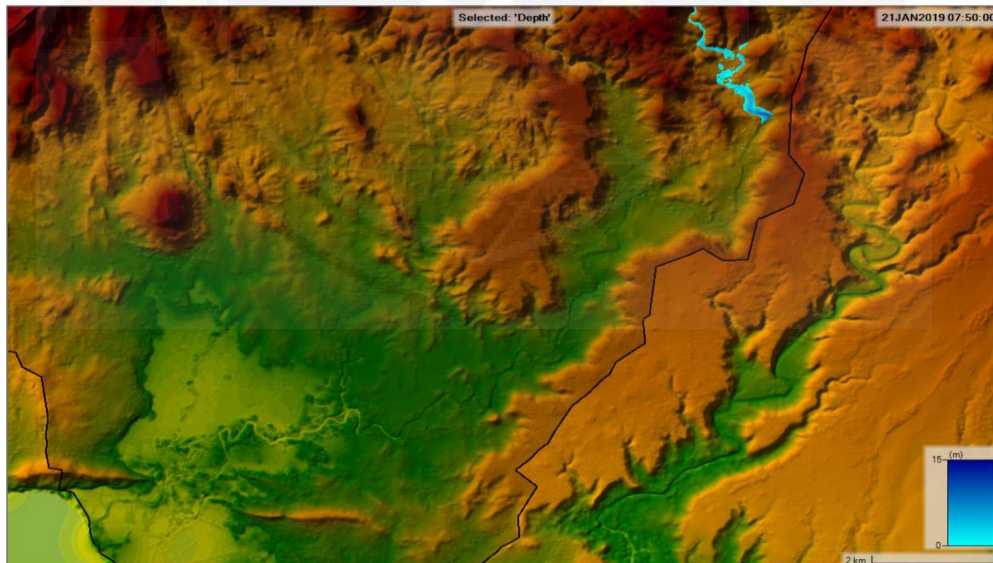
4.4 Pemetaan Daerah Banjir dengan Menggunakan HEC-RAS

Pada pemetaan daerah banjir dengan menggunakan HEC-RAS terdapat beberapa tahapan yang akan dilakukan yaitu mulai dari input data hingga menampilkan hasil pemetaan berdasarkan parameter yang telah dimasukkan ke dalam HEC-RAS.

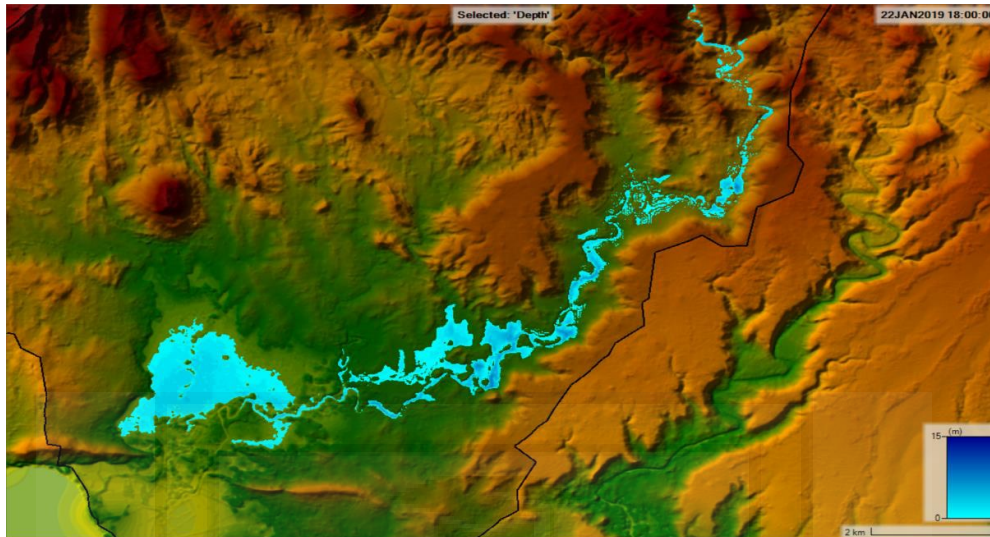
1. Pemetaan daerah banjir pada Sungai Tamanroya Kota Jeneponto secara 2 dimensi

a. Pemetaan daerah banjir pada Sungai Tamanroya Kota Jeneponto secara 2 dimensi untuk periode ulang 2 tahunan

Pada periode ulang 2 tahunan, banjir mulai terjadi pada pukul 07:50:00 seperti dapat dilihat pada **Gambar : 4.56**. Sedangkan untuk banjir maksimum terjadi pada pukul 18:00:00 seperti dapat dilihat pada **Gambar : 4.57**.



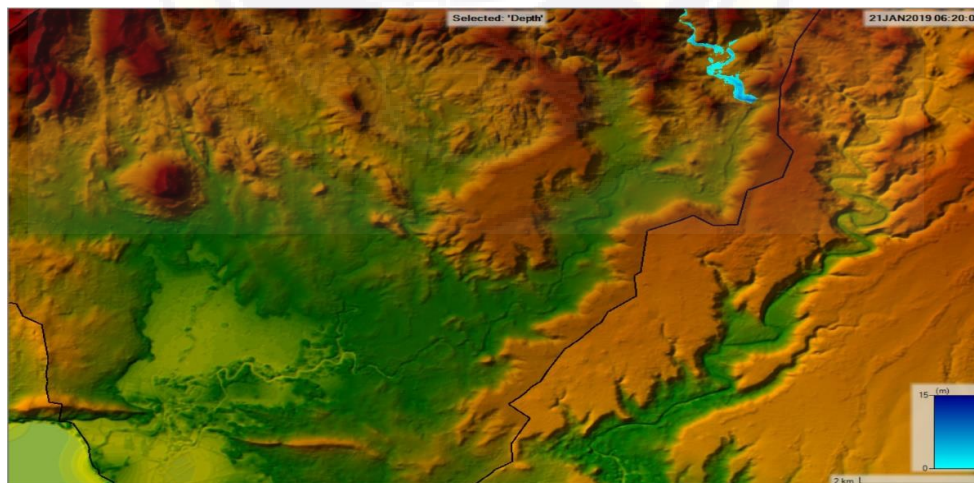
Gambar : 4.56 Pemetaan Daerah Banjir Sungai Tamanroya Kota Jeneponto pada Pukul 07:50:00 Periode Ulang 2 tahunan



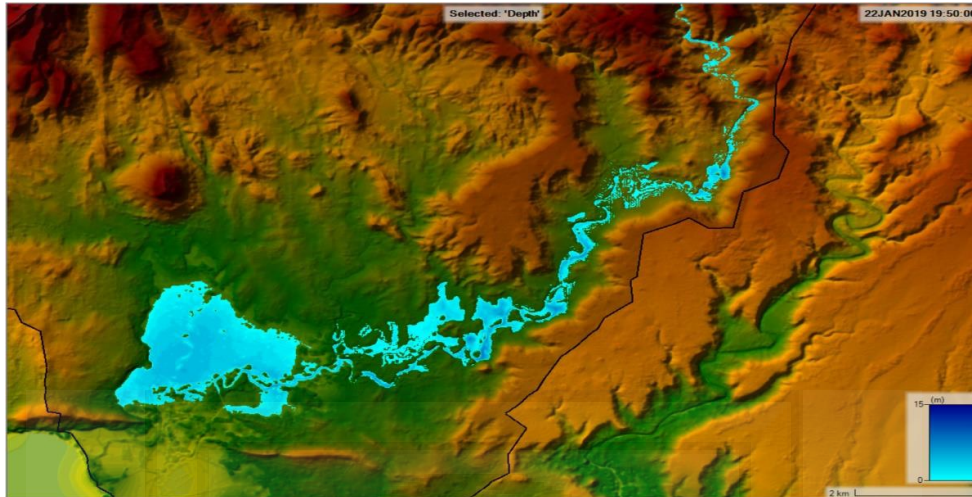
IV-Gambar : 4.57 Pemetaan Daerah Banjir Sungai Tamanroya Kota Jeneponto pada Pukul 18:00:00 Periode Ulang 2 tahunan

- b. Pemetaan Daerah banjir pada Sungai Tamanroya Kota Jeneponto secara 2 dimensi untuk periode ulang 5 tahunan

Pada periode ulang 5 tahunan, banjir mulai terjadi pada pukul 06:20:00 seperti dapat dilihat pada **Gambar : 4.58**. Sedangkan untuk banjir maksimum terjadi pada pukul 19:50:00 seperti dapat dilihat pada **Gambar : 4.59**.



Gambar : 4.58 Pemetaan Daerah Banjir Sungai Tamanroya Kota Jeneponto pada Pukul 06:20:00 Periode Ulang 5 tahunan

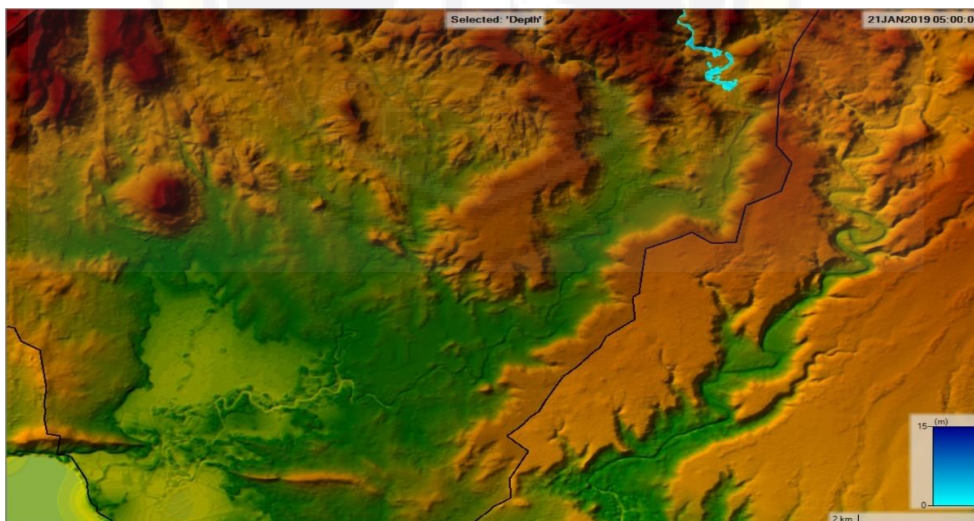


Gambar : 4.59 Pemetaan Daerah Banjir Sungai Tamanroya Kota Jeneponto pada Pukul 19:50:00 Periode Ulang 5 tahunan

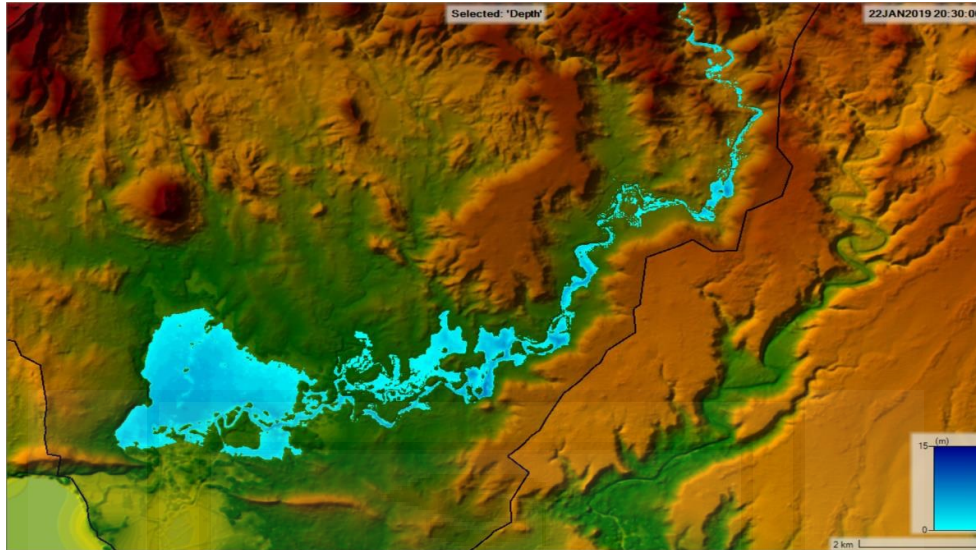
- c. Pemetaan Daerah banjir pada Sungai Tamanroya Kota Jeneponto secara 2 dimensi untuk periode ulang 10 tahunan

Pada periode ulang 10 tahunan, banjir mulai terjadi pada pukul 05:00:00 seperti dapat dilihat pada **Gambar : 4.60**. Sedangkan untuk banjir maksimum terjadi pada pukul 20:30:00 seperti dapat dilihat pada

Gambar : 4.61.



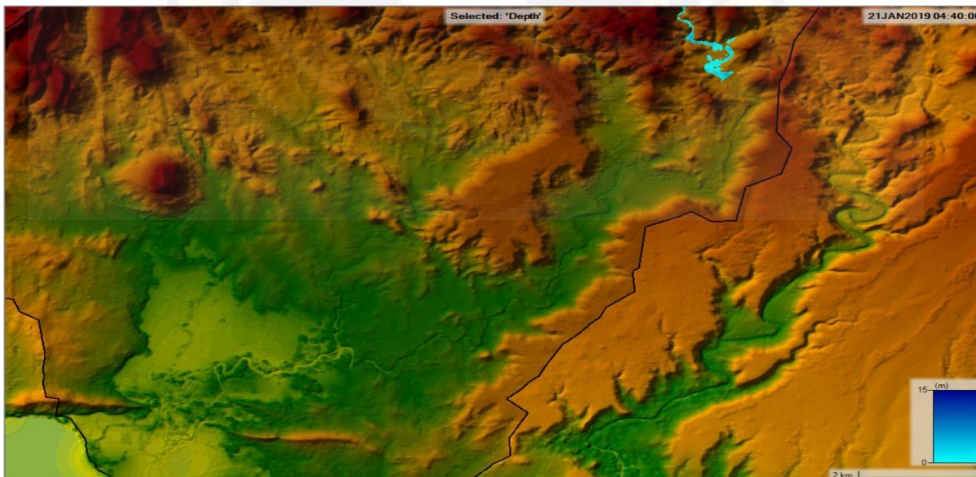
Gambar : 4.60 Pemetaan Daerah Banjir Sungai Tamanroya Kota Jeneponto pada Pukul 05:00:00 Periode Ulang 10 tahunan



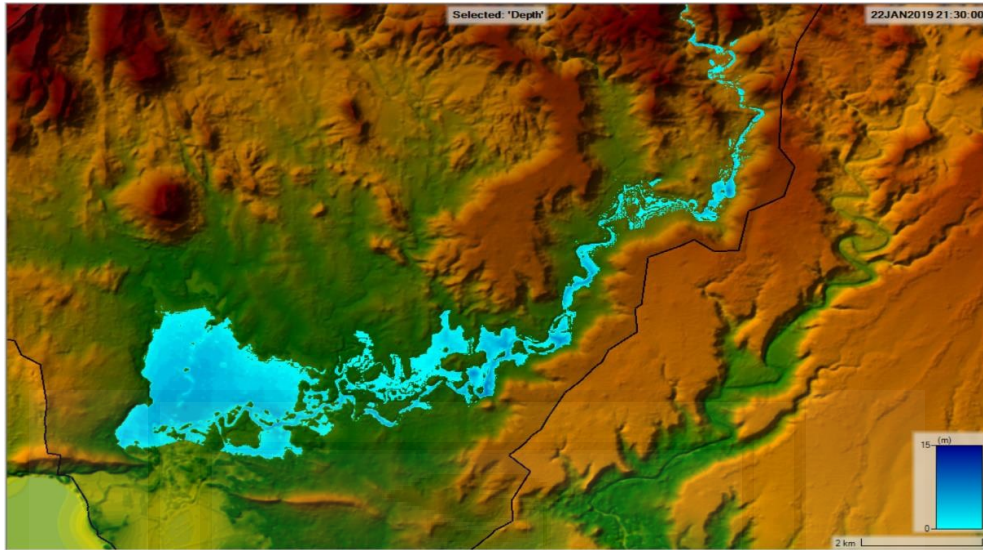
Gambar : 4.61 Pemetaan Daerah Banjir Sungai Tamanroya Kota Jeneponto pada Pukul 20:30:00 Periode Ulang 10 tahunan

- d. Pemetaan Daerah banjir pada Sungai Tamanroya Kota Jeneponto secara 2 dimensi untuk periode ulang 20 tahunan

Pada periode ulang 20 tahunan, banjir mulai terjadi pada pukul 04:40:00 seperti dapat dilihat pada **Gambar : 4.62**. Sedangkan untuk banjir maksimum terjadi pada pukul 21:30:00 seperti dapat dilihat pada **Gambar : 4.63**.



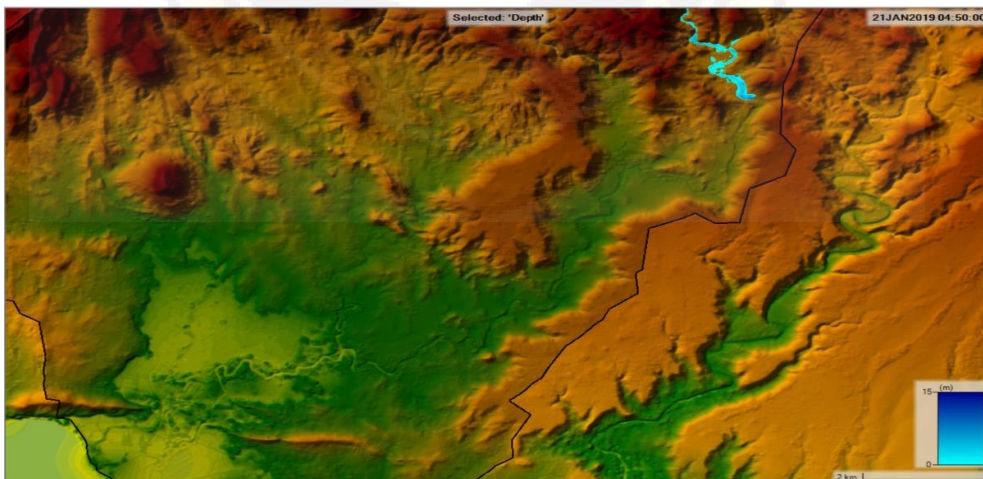
Gambar : 4.62 Pemetaan Daerah Banjir Sungai Tamanroya Kota Jeneponto pada Pukul 04:40:00 Periode Ulang 20 tahunan



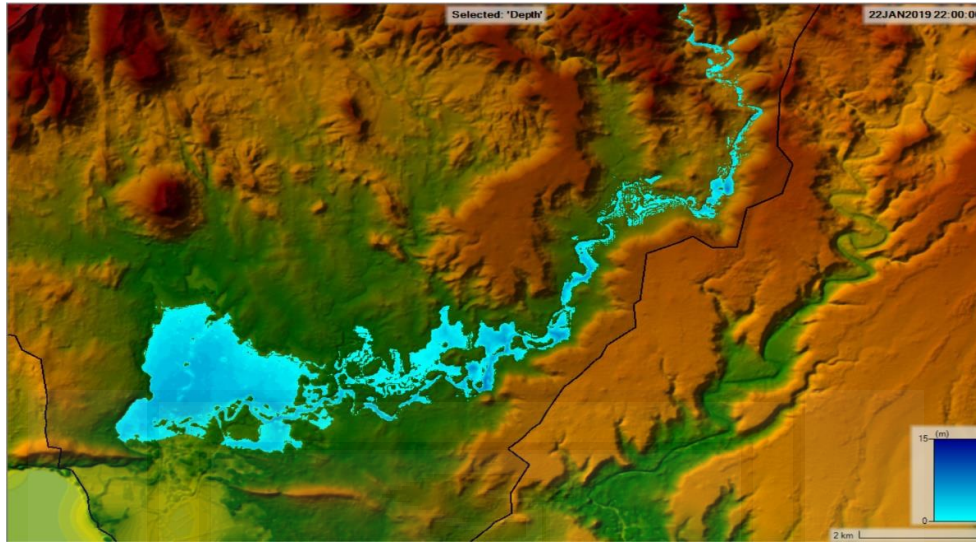
Gambar : 4.63 Pemetaan Daerah Banjir Sungai Tamanroya Kota Jeneponto pada Pukul 21:30:00 Periode Ulang 20 tahunan

- e. Pemetaan Daerah banjir pada Sungai Tamanroya Kota Jeneponto secara 2 dimensi untuk periode ulang 25 tahunan

Pada periode ulang 25 tahunan, banjir mulai terjadi pada pukul 04:50:00 seperti dapat dilihat pada **Gambar : 4.64**. Sedangkan untuk banjir maksimum terjadi pada pukul 22:00:00 seperti dapat dilihat pada **Gambar : 4.65**.



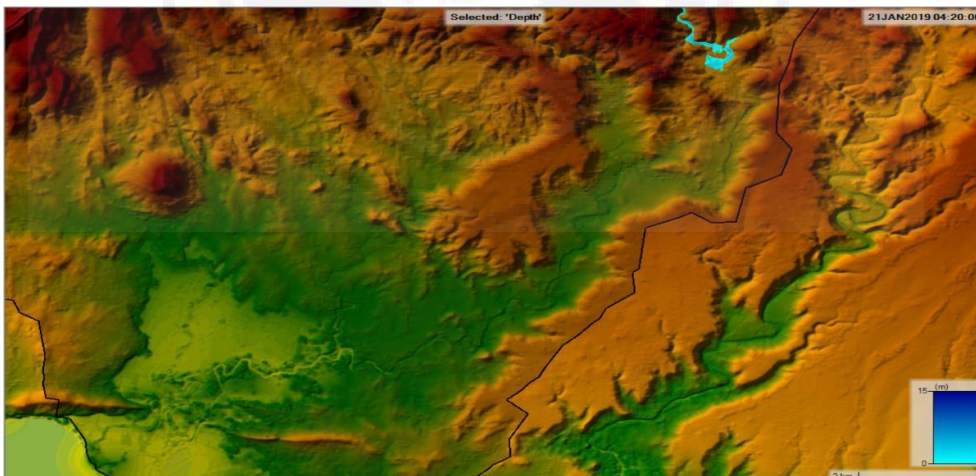
Gambar : 4.64 Pemetaan Daerah Banjir Sungai Tamanroya Kota Jeneponto pada Pukul 04:50:00 Periode Ulang 25 tahunan



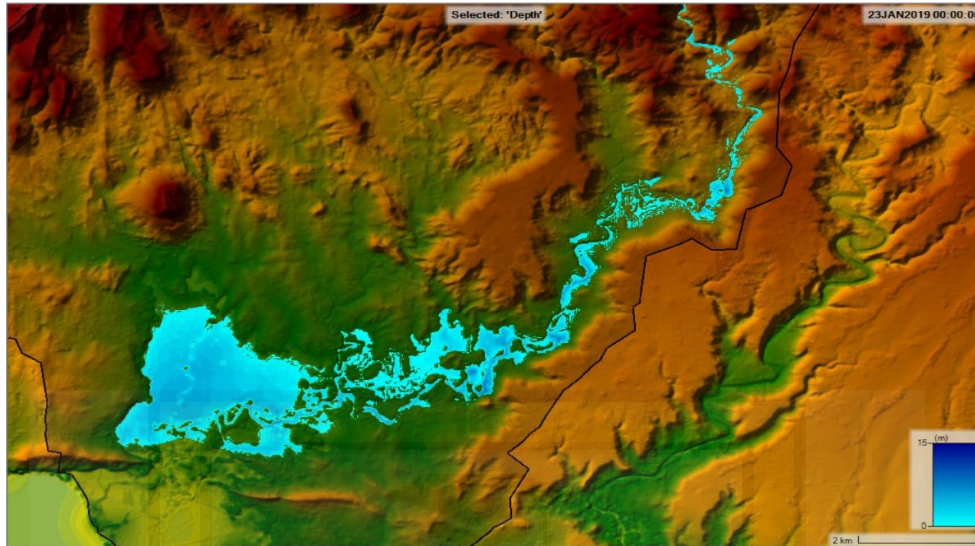
Gambar : 4.65 Pemetaan Daerah Banjir Sungai Tamanroya Kota Jeneponto pada Pukul 22:00:00 Periode Ulang 25 tahunan

- f. Pemetaan Daerah banjir pada Sungai Tamanroya Kota Jeneponto secara 2 dimensi untuk periode ulang 50 tahunan

Pada periode ulang 50 tahunan, banjir mulai terjadi pada pukul 04:20:00 seperti dapat dilihat pada **Gambar : 4.66**. Sedangkan untuk banjir maksimum terjadi pada pukul 00:00:00 seperti dapat dilihat pada **Gambar : 4.67**.



Gambar : 4.66 Pemetaan Daerah Banjir Sungai Tamanroya Kota Jeneponto pada Pukul 04:20:00 Periode Ulang 50 tahunan

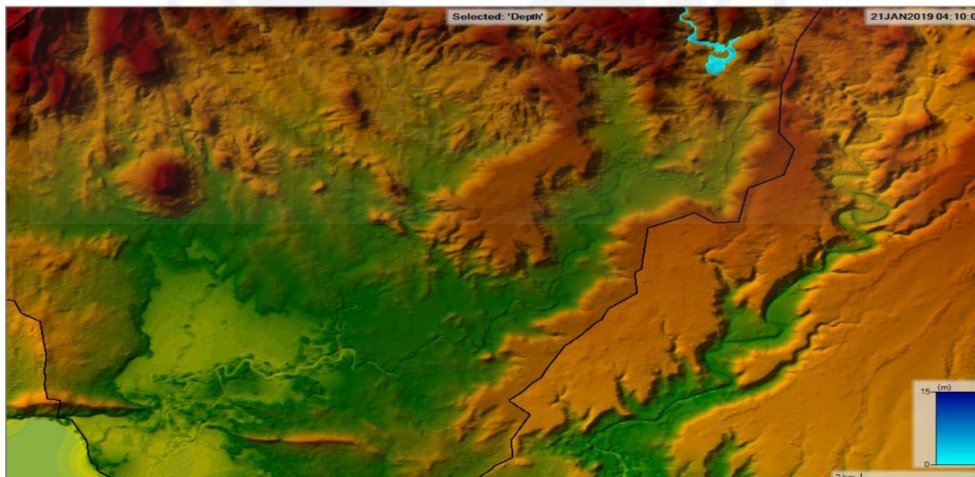


Gambar : 4.67 Pemetaan Daerah Banjir Sungai Tamanroya Kota Jeneponto pada Pukul 00:00:00 Periode Ulang 50 tahunan

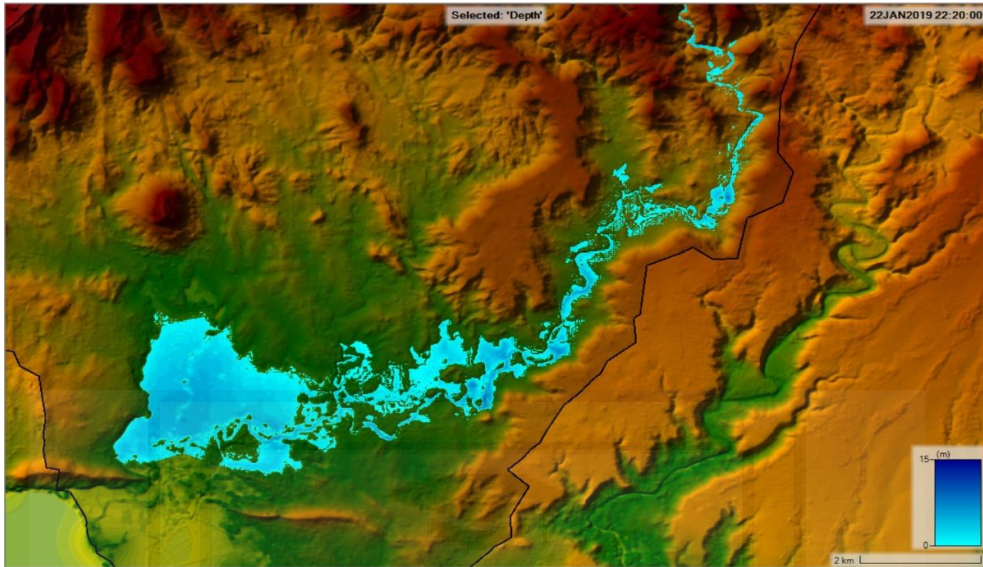
g. Pemetaan Daerah banjir pada Sungai Tamanroya Kota Jeneponto secara 2 dimensi untuk periode ulang 100 tahunan

Pada periode ulang 100 tahunan, banjir mulai terjadi pada pukul 04:10:00 seperti dapat dilihat pada **Gambar : 4.68**. Sedangkan untuk banjir maksimum terjadi pada pukul 22:20:00 seperti dapat dilihat pada

Gambar : 4.69.



Gambar : 4.68 Pemetaan Daerah Banjir Sungai Tamanroya Kota Jeneponto pada Pukul 04:10:00 Periode Ulang 100 tahunan



Gambar : 4.69 Pemetaan Daerah Banjir Sungai Tamanroya Kota Jenepono pada Pukul 22:20:00 Periode Ulang 100 tahunan



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

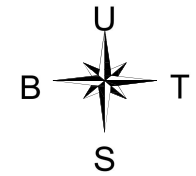
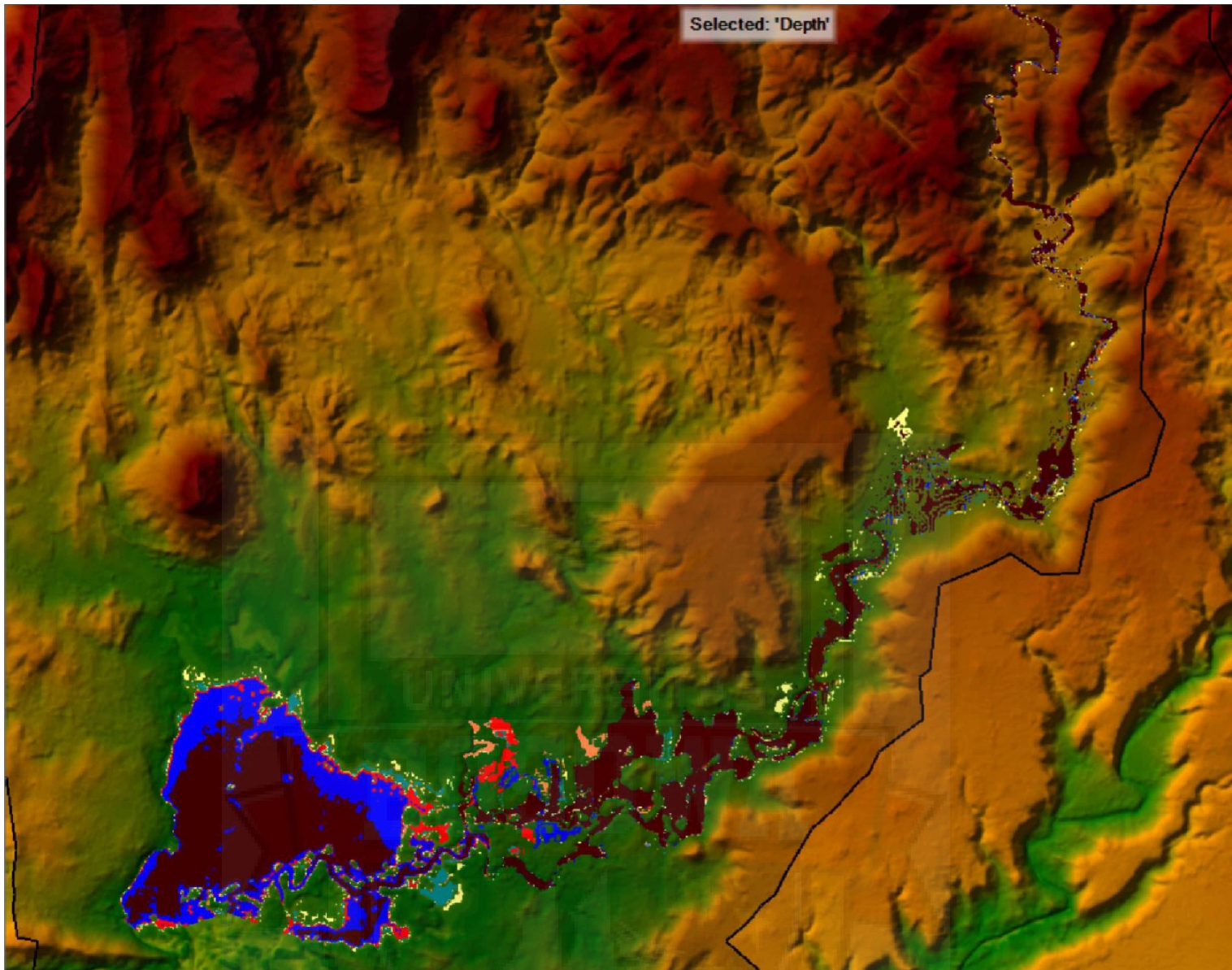
5.1 Kesimpulan

1. Hasil debit banjir sungai Tamanroya Kabupaten Jeneponto diperoleh $147.971 \text{ m}^3/\text{det}$ untuk periode ulang 2 tahun dan untuk kemudian yang terbesar terjadi periode ulang 100 tahunan diperoleh debit $1187.547 \text{ m}^3/\text{det}$.
2. Hasil dari Software Hec-Ras menunjukkan kapasitas station yang telah ditentukan (Periode ulang 2 sampai 100 tahun), mampu menampung volume air tertentu sebelum terjadi luapan yang signifikan akibat curah hujan yang terus meningkat.

5.2 Saran

Berdasarkan pembahasan pada bab sebelumnya, berikut saran yang dapat diberikan penulis untuk perkembangan karya tulis berikutnya:

1. Sebaiknya lebih diperhitungkan untuk besarnya sedimentasi yang terjadi di Sungai Tamanroya Kota Jeneponto agar hasil perhitungan kapasitas sungai lebih akurat.
2. Penulis berharap untuk penelitian selanjutnya dilakukan pemetaan daerah banjir dengan menggunakan HEC-RAS 3 dimensi agar lebih jelas dan menarik.



KETERANGAN

- : Periode Ulang 2 Tahunan
- : Periode Ulang 5 Tahunan
- : Periode Ulang 10 Tahunan
- : Periode Ulang 20 Tahunan
- : Periode Ulang 25 Tahunan
- : Periode Ulang 50 Tahunan
- : Periode Ulang 100 Tahunan

SUNGAI TAMANROYA
DI KOTA JENEPONTO



PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA
2023

DOSEN PEMBIMBING

Dr. Ir. Burhanuddin Badrun, Msp
Dr. Ir. Andi Rumpang Yusuf, MT

MAHASISWA

Rahmi Said
45 18 041 127

JUDUL TUGAS AKHIR

**Pemetaan Daerah Rawan Banjir Dengan
Menggunakan Aplikasi Hec-Ras Pada Sungai
Tamanroya Kabupaten Jeneponto**

SKALA

1 : 250

NO. LEMBAR

01

DAFTAR PUSTAKA

- Azmeri, D. (2017). *Analisis Spasial Risiko Banjir Bandang Akibat Keruntuhan Bendungan Alami pada DAS Krueng Teungku, Kabupaten Aceh Besar, Provinsi Aceh*. 24(3), 31.
<https://doi.org/10.5614/jts.2017.24.3.6>
- Junaidi, R. (2015). Kajian Rasionalisasi Jaringan Stasiun Hujan Pada Ws Parigi-Poso Sulawesi Tengah dengan Metode Kagan Rodda dan Kriging. *Jurnal Ilmu-Ilmu Teknik-Sistem*, 11(1), 22–31.
<http://sistem.wisnuwardhana.ac.id/index.php/sistem/article/view/19>
- Kahffi, A., & Lipu, S. (2021). Analisis Hidrograf DAS Poso dengan Metode Hidrograf Satuan Sintetis Snyder dan Hidrograf Satuan Sintetis Soil Conversation Service (SCS). *REKONSTRUKSI TADULAKO: Civil Engineering Journal on Research and Development*, 121–128.
<https://doi.org/10.22487/renstra.v2i2.334>
- Kastamto. (2012). *Prediction Of River Bed Morphology Because The Coverage Variation Of Way Sekampung River Slope Vegetation*. 3.
- Kementrian Pekerjaan Umum. (2011). *Prosedur dan Instruksi Kerja Perhitungan Debit Banjir Rencana*. 20.
- Mandagi, A., & Suharnoto, Y. (2019). Pemetaan Banjir Menggunakan HEC–RAS pada Kebun Pisang PT Agro Prima Sejahtera di Sekampung Udik, Lampung Timur. *Jurnal Teknik Sipil Dan Lingkungan*, 4(2), 125–134. <https://doi.org/10.29244/jsil.4.2.125-134>

Novita, S. dan. (2011). *Asal Mula Hujan*.

<https://www.goodreads.com/book/show/54740341-asal-mula-hujan>

Nugrahedhi, S. A., & Saputra, A. (2014). Perencanaan Sistem Drainase Kali Kendal. *Jurnal Karya Teknik Sipil*, 3(4), 1043–1055.

Rizkiah, R., Poli, H., & Supardjo. (2014). Analisis Faktor-Faktor Penyebab Banjir di Kecamatan Tikala Kota Manado. *Perencanaan Wilayah Dan Kota*, 105–112.

Rosyidie, A. (2013). Banjir: Fakta dan Dampaknya, Serta Pengaruh dari Perubahan Guna Lahan. *Journal of Regional and City Planning*, 24(3), 241. <https://doi.org/10.5614/jpwk.2013.24.3.1>

Ruhat, D. (2022). *Implementasi distribusi peluang gumbel untuk analisis data curah hujan rencana*. 7(1), 213–224.

Sudirman, S., Sutomo, S. T., Barkey, R. A., & Ali, M. (2017). Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Banjir atau Genangan Di Kota Pantai Dan Implikasinya Terhadap kawasan Tepian Air. *Jurnal Seminar Nasional Space*, 3(7), 141–157.

SURIPIN. (2004). *Sistem drainase perkotaan yang berkelanjutan*. Andi. http://uilis.unsyiah.ac.id/uilis/index.php?p=show_detail&id=57610

Triatmodjo, B. (2010). *Hidrologie terapan*. Beta Offset Yogyakarta.

LAMPIRAN 1

**TUTORIAL PEMETAAN
DAERAH BANJIR,
HEC - RAS**

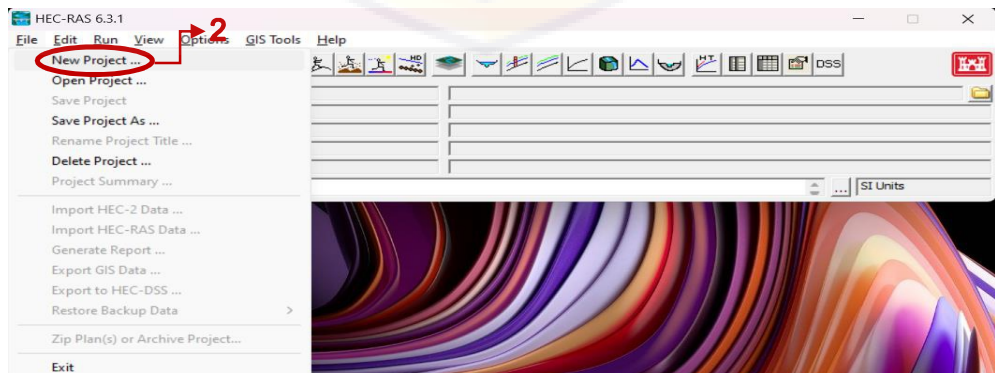
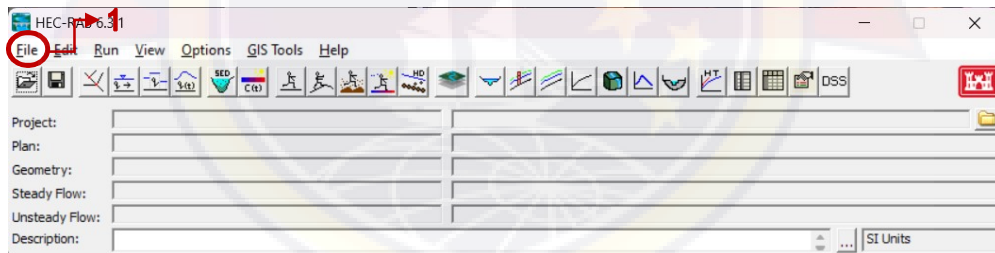


➤ PEMODELAN BANJIR HEC RAS 2D, SUNGAI TAMANROYA

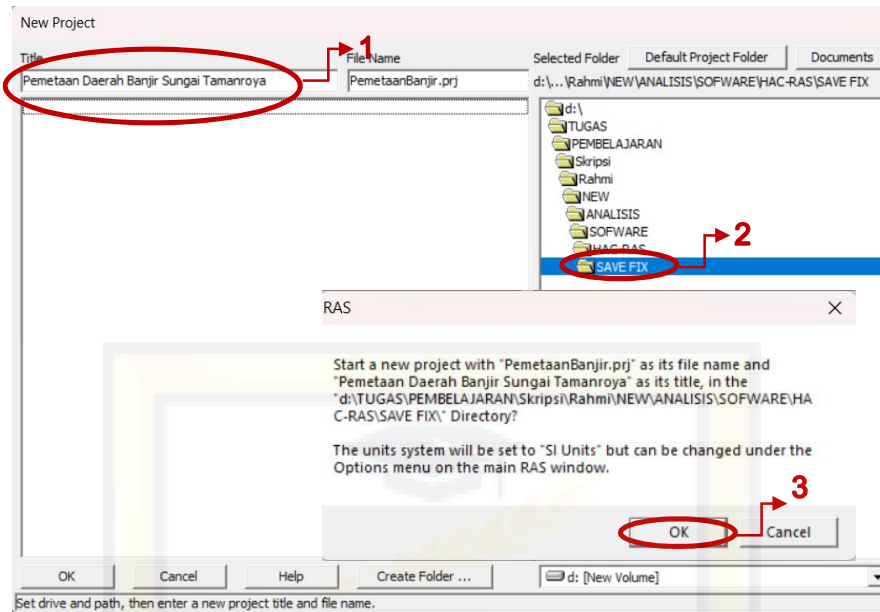
1. Bukalah program Hec - Ras dengan cara klik Ikon Hec - Ras



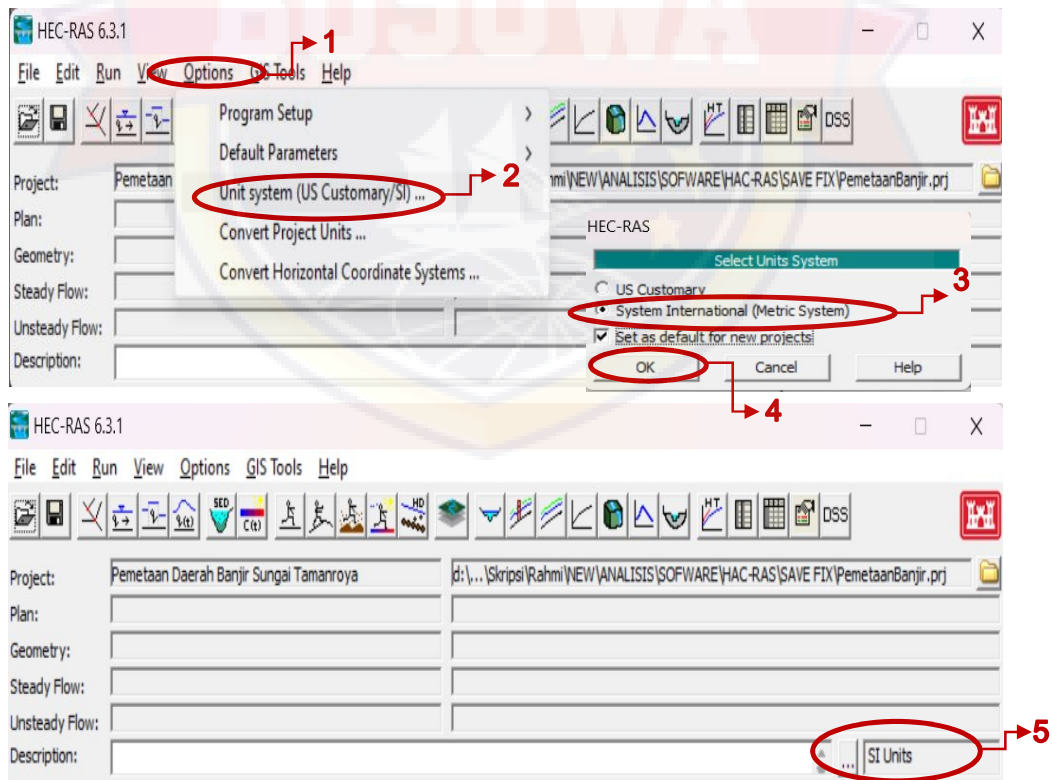
2. Buka software HEC-RAS. Buka File → New Project



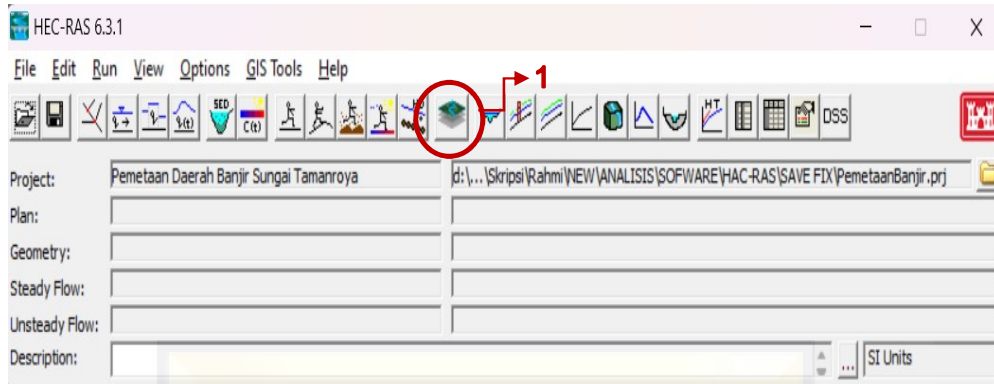
3. Tentukan lokasi penyimpanan model dan isi kolom **Title**. **OK**



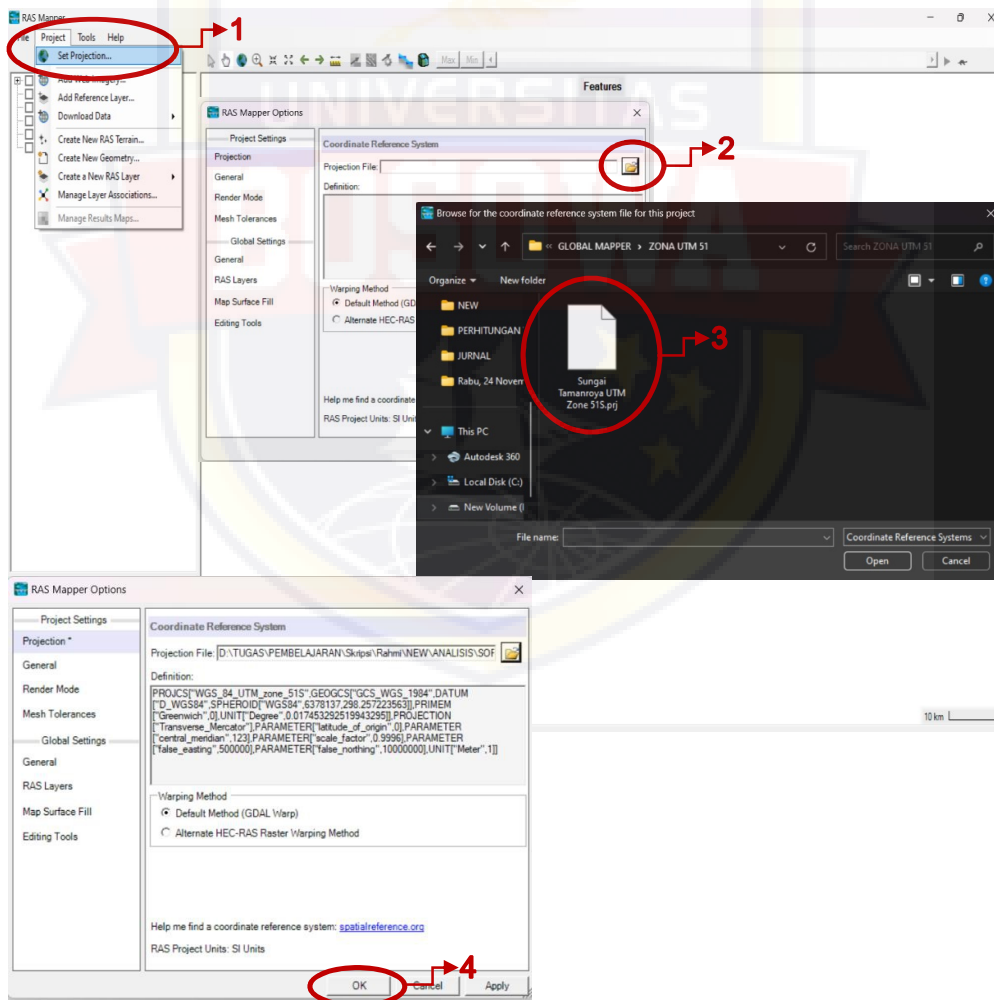
4. **Options** → **Unit System (US Customary/SI)** → Pilih **System International (Metric System)** → **OK**.



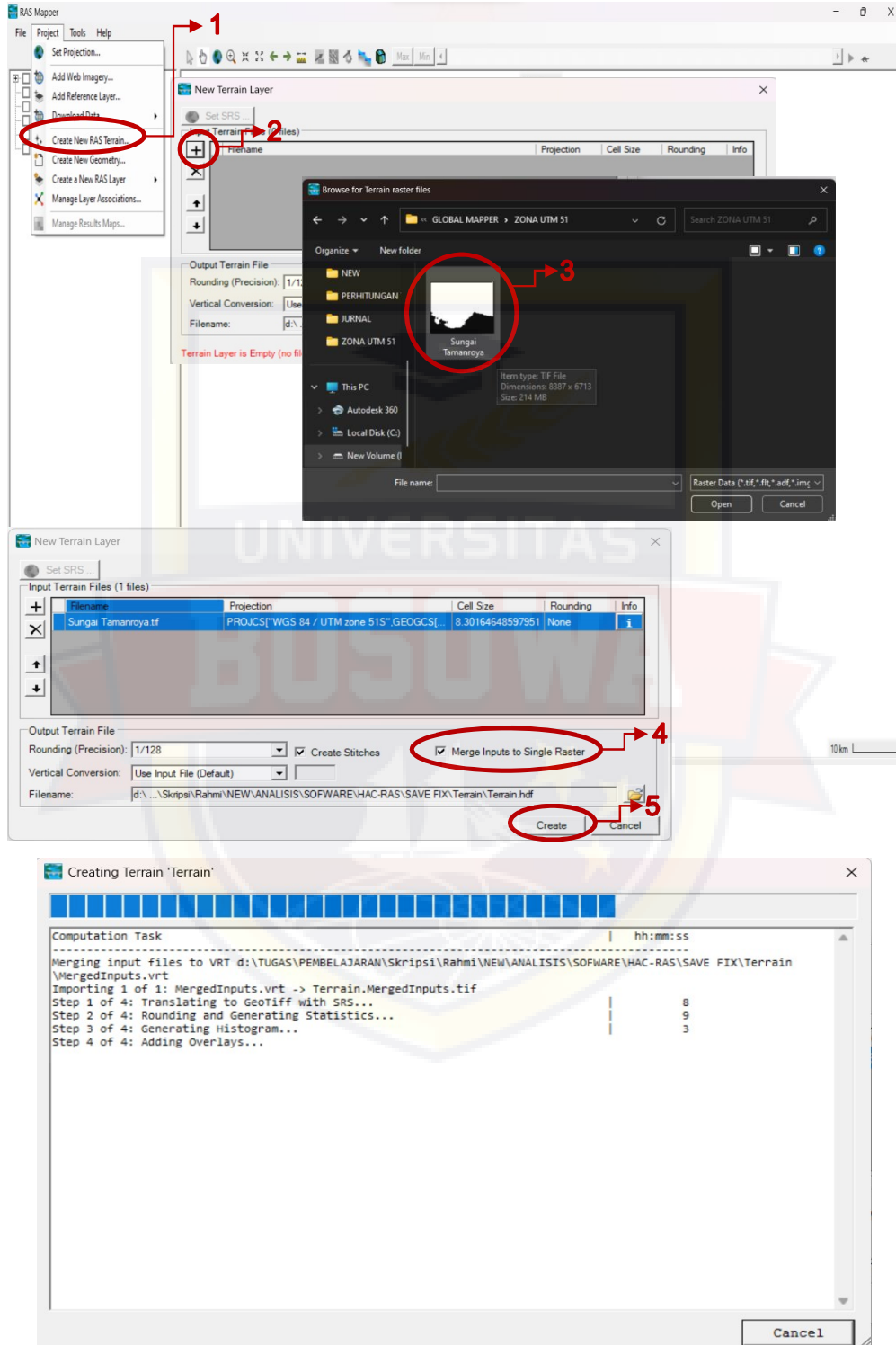
5. Klik **Ras Mapper** atau **logo icon** berikut



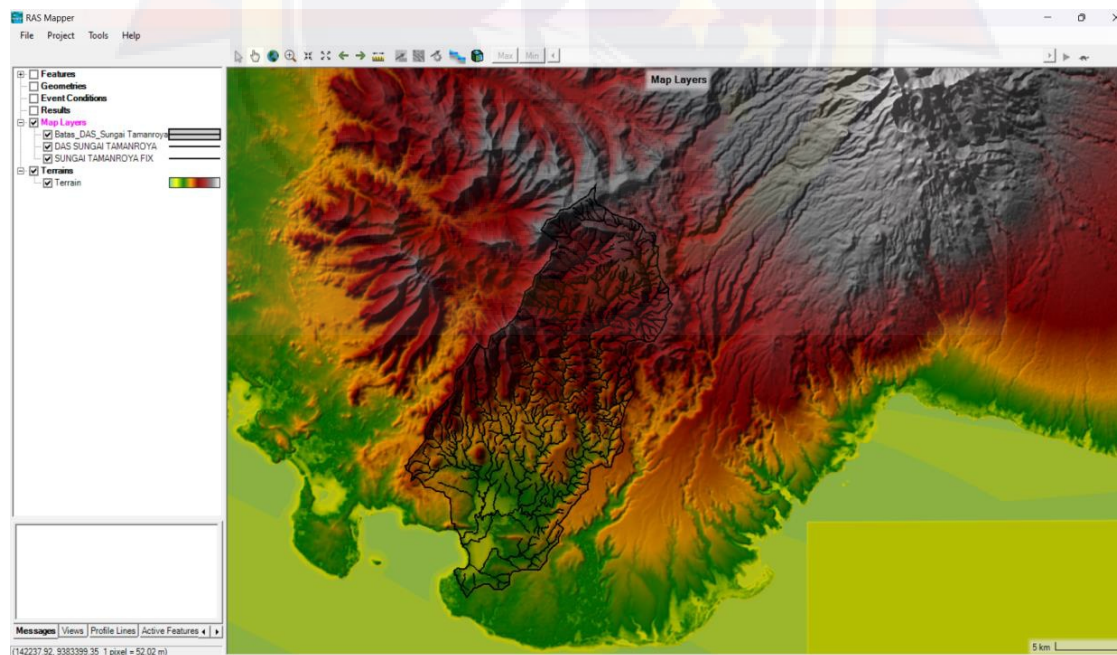
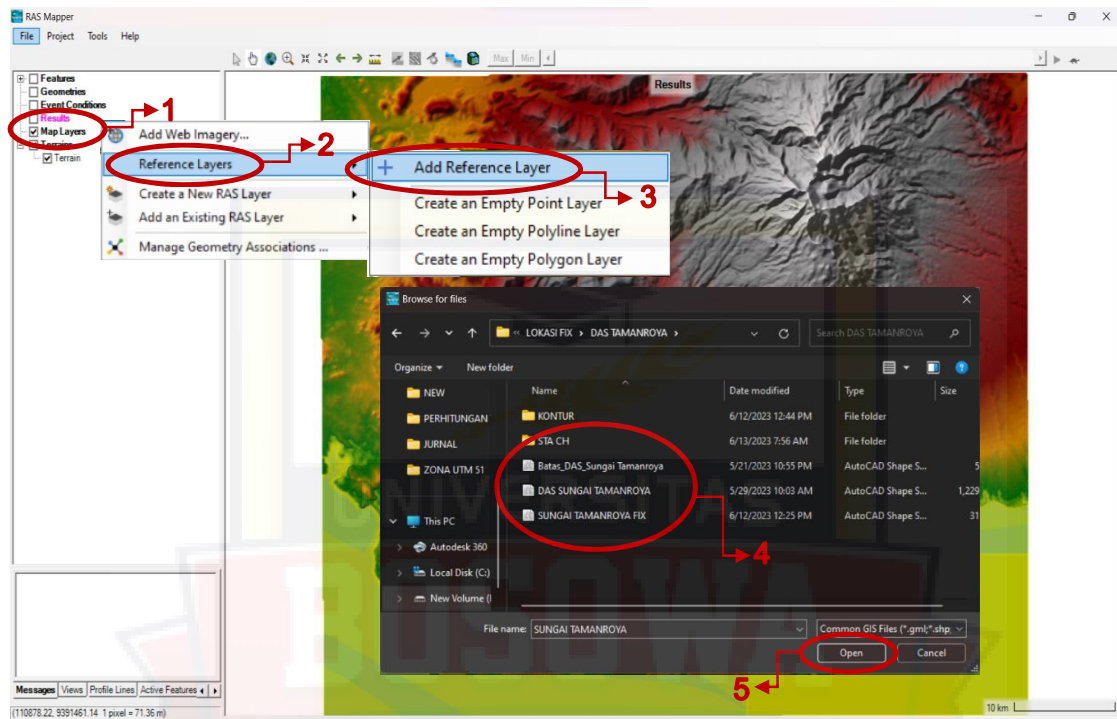
6. Klik **Browse Projection File** → Pilih file **utm zone.prj** yang sudah disimpan dari **Global Mapper** → Unit: **meter** → **OK**



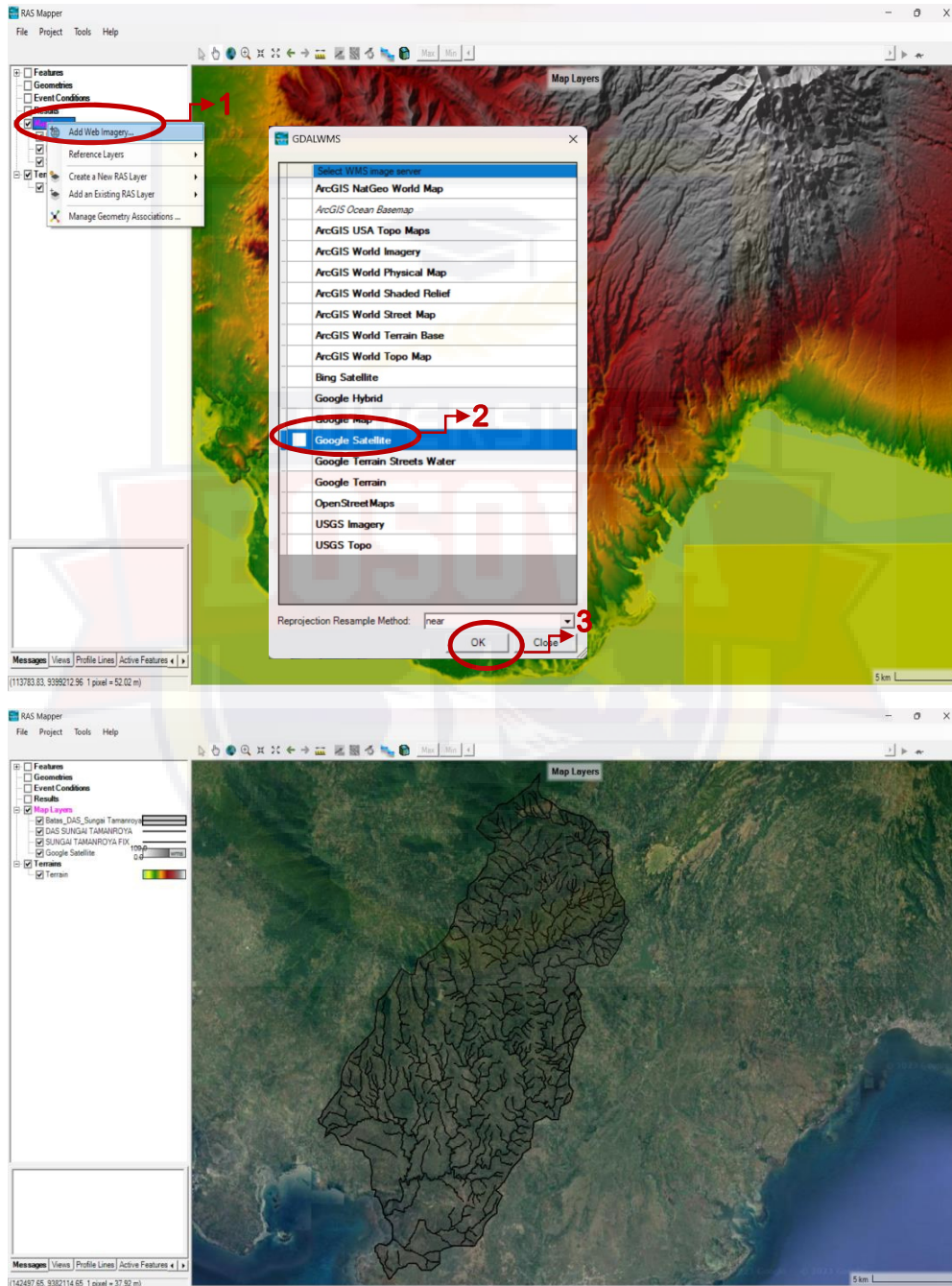
7. Tambah **DEM** → Pilih **DEM Projected** → Centang **Merge Inputs to Single Raster** → **Create** → Tunggu hingga **Complete**



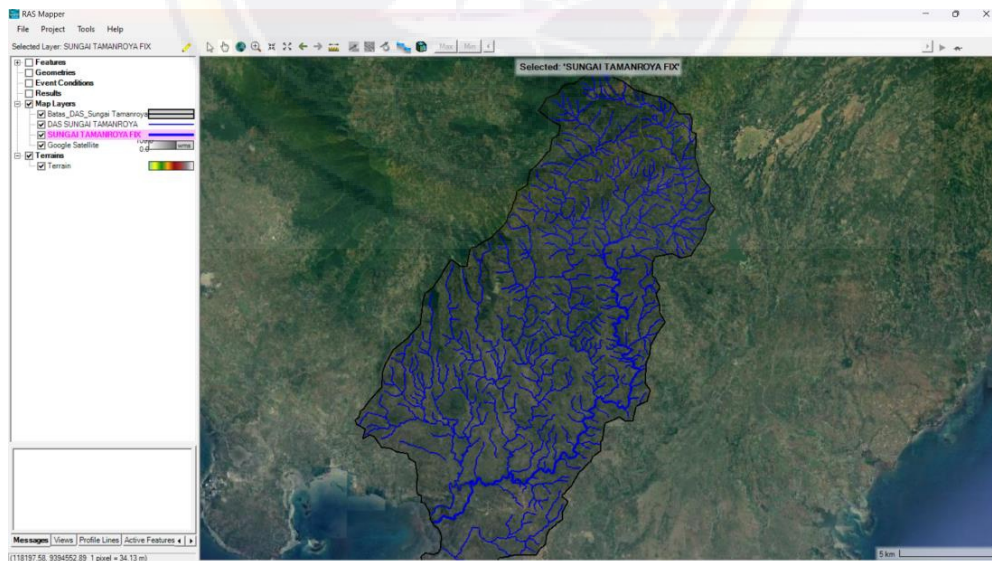
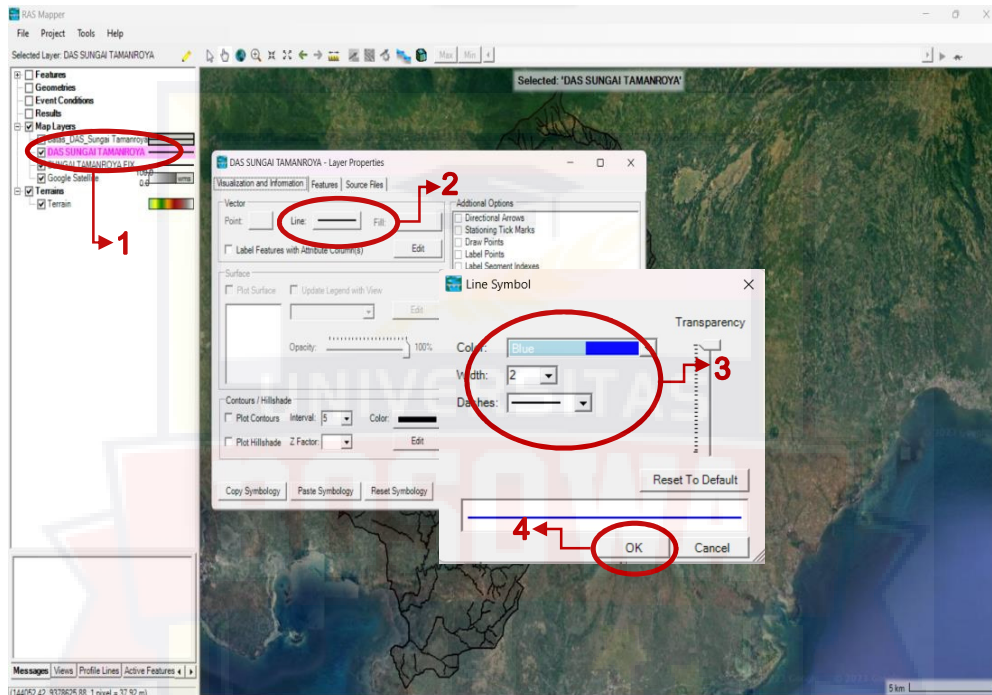
8. Centang **Map Layers** → Klik kanan pada **Map Layers** → **Map Data Layers** → **Add an Existing Layer** → Tambahkan **SHP** Jaringan sungai DAS dan SHP DAS sebagai acuan data yang akan diambil cross sectionnya



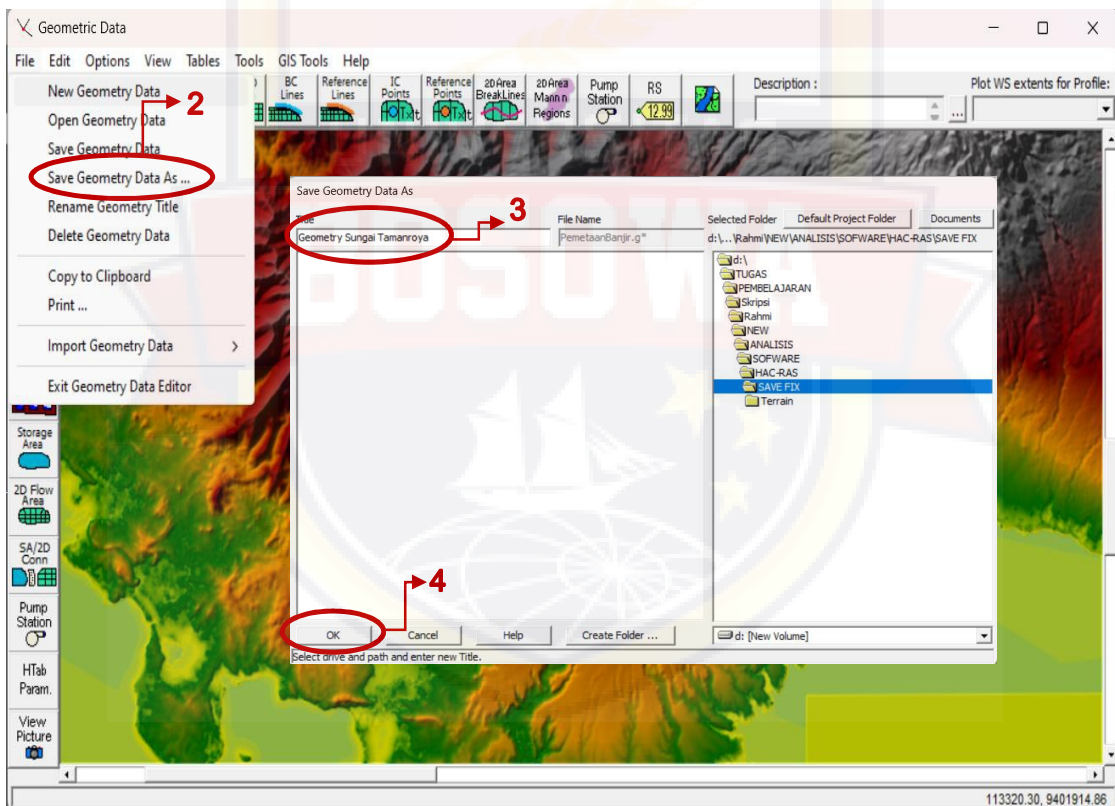
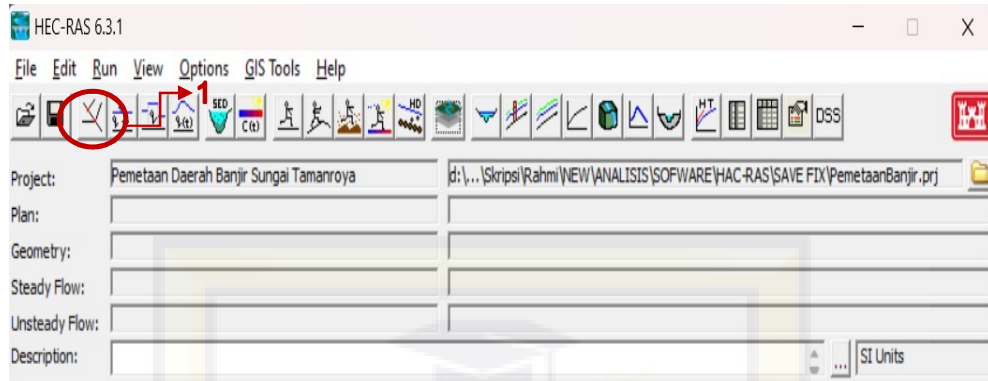
9. Jika dirasa perlu menggunakan basemap seperti google map (harus terkoneksi dengan jaringan internet) dapat dilakukan dengan klik kanan pada **Map layers** → **Add Web Imaginary Layer** → **Pilih tipe Map** → **OK**. Untuk mematikan map layers dapat dilakukan dengan uncentang map layer



10. Untuk mematikan map layers dapat dilakukan dengan uncentang map layer. Untuk merubah warna dari shp nya dapat dilakukan dengan cara **double klik** pada garis atau area yang akan diubah warnanya. Misalnya pada sungai klik line → ganti warna dengan pada color → **OK**. Lakukan hal yang sama dengan SHP DAS. Kemudian **Close RAS MAPPER**

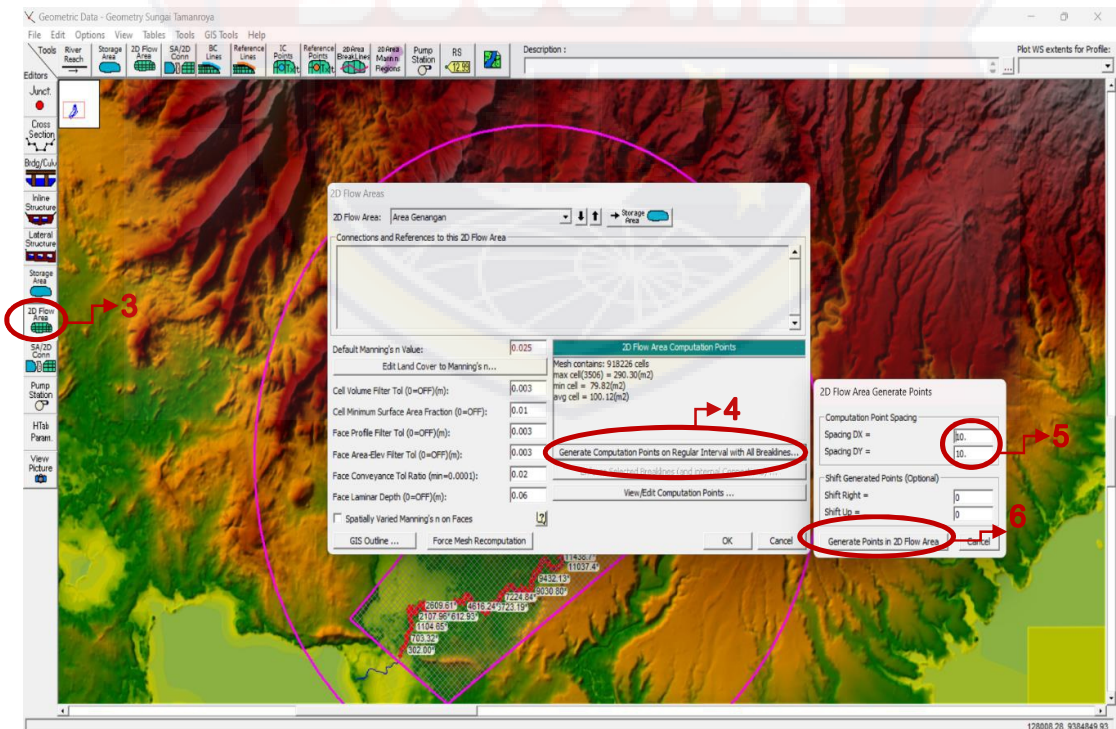
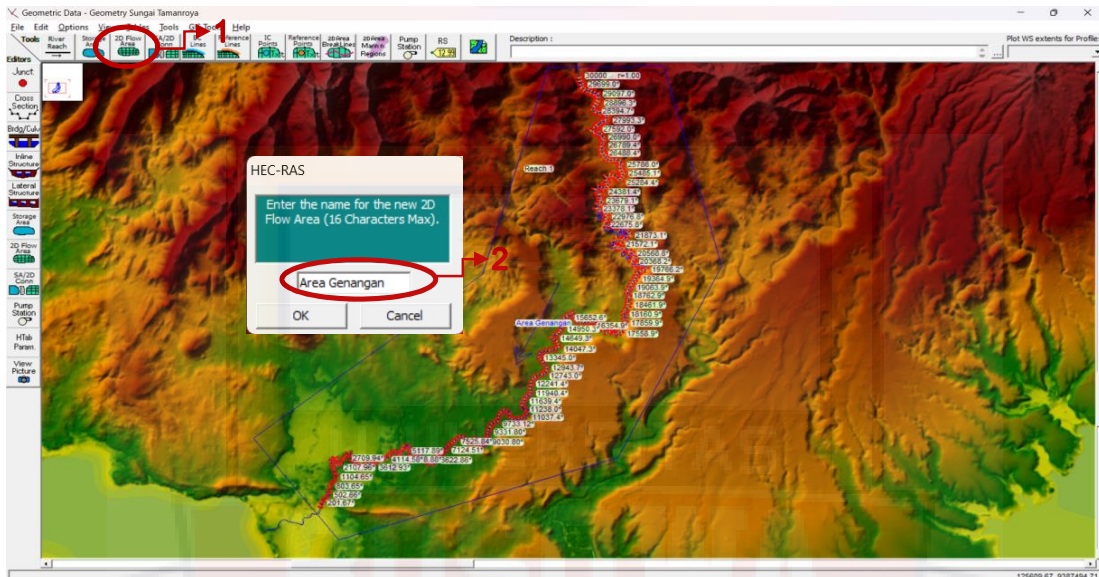


11. Buka **view/edit Geometry** → **Save Geometry Data As** → Pilih folder yang sama dengan file lainnya kemudian namai **geometrinya** → **OK**, kemudia balik lagi ke **Ras mapper**

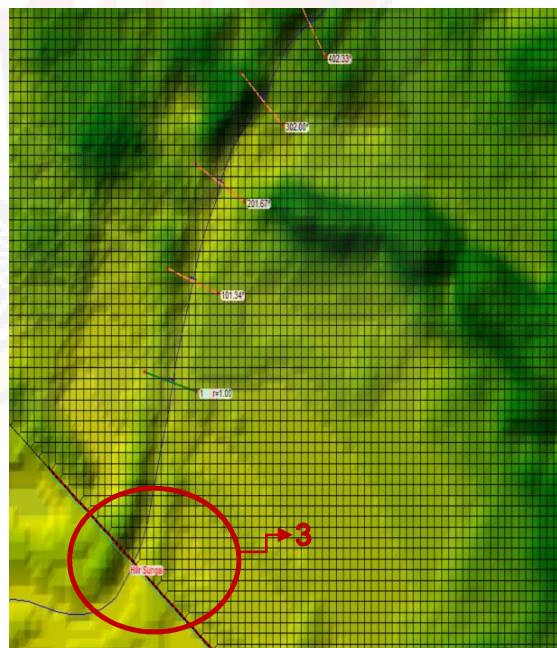
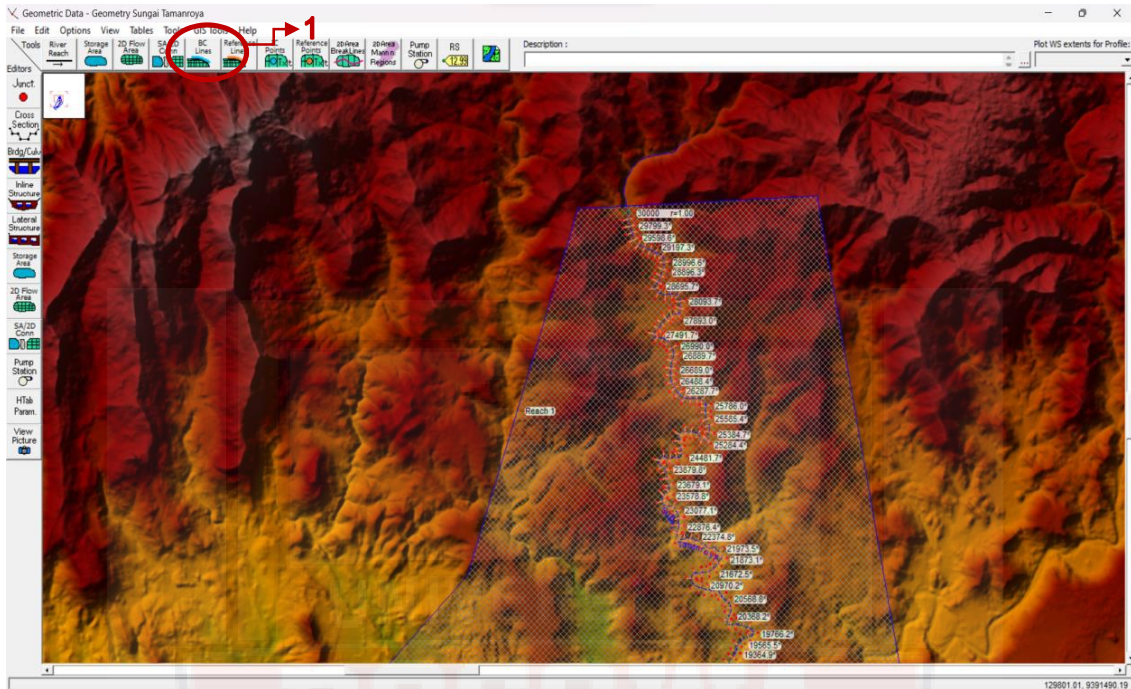


12. Klik **2D flow Area** pada toolbar bagian atas → pilih **sungai yang mau dimodelkan** → **gambar area genangan** → **namai** → **OK**

13. Klik **2D flow Area** pada toolbar bagian kiri → pilih **area genangan model** → **generate computation point** → masukkan nilai **grid dx, dy** → **Generate point**

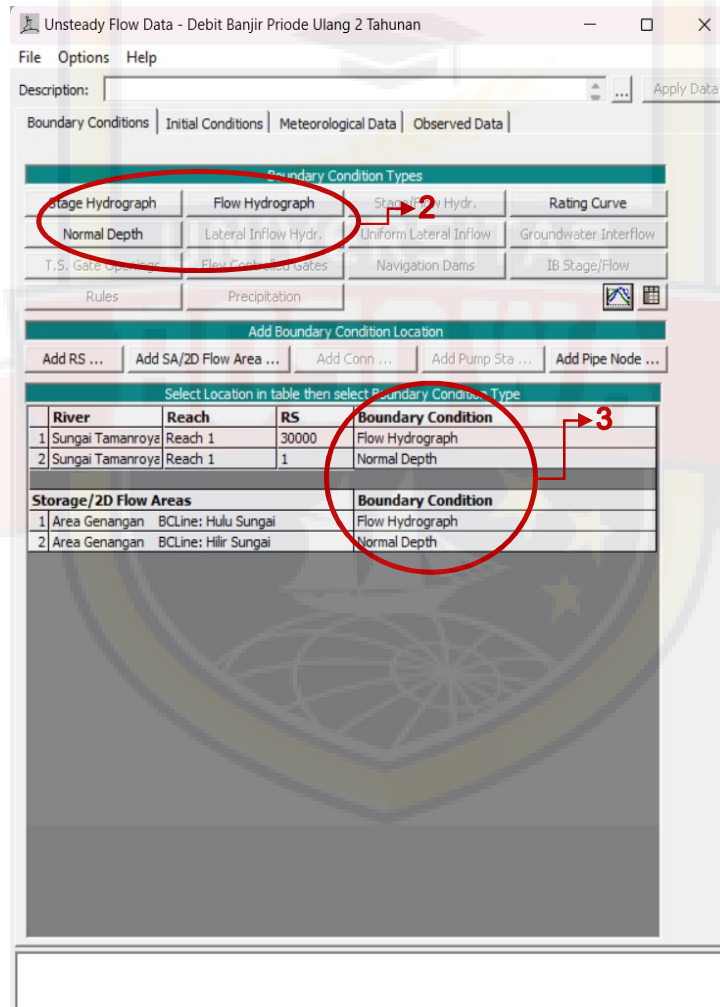
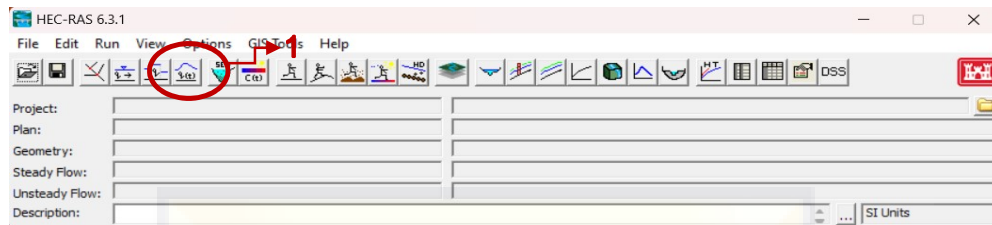


14. Klik **SA/2D Area BC Lines** → Buat garis pada setiap **hulu sungai** dan **hilir**, (Panjang garis sama sengan sungainya) → **namai** → **OK**



➤ SIMULASI PEMODELAN BANJIR 2D HEC-RAS

1. Open View/Edit Unsteady Flow Data



- Untuk BC hulu: **flow hydrograph**, sedangkan BC Hilir: **normal depth/pasang surut air laut**. Setelah isi data debit Klik file → **OK**
- Untuk Time interval : **1 jam**, Flow : **Isi debit jam-jaman**, Eg slope : **isi dengan slope atau kemiringan lereng**

Flow Hydrograph

River: Sungai Tamanroya Reach: Reach 1 RS: 30000

Read from DSS before simulation Select DSS file and Path

File:

Path:

Enter Table Data time interval: 1 Hour → 4

Select/Enter the Data's Starting Time Reference

Use Simulation Times: Date: Time:

Fixed Start Time: Date: Time:

No. Ordinates Interpolate Missing Values Del Row Ins Row

Hydrograph Data			
No.	Date	Simulation Time (hours)	Flow (m3/s)
1	31Dec0999 2400	0:00:00	0
2	01Jan1000 0100	1:00:00	0.016
3	01Jan1000 0200	2:00:00	3.313
4	01Jan1000 0300	3:00:00	18.567
5	01Jan1000 0400	4:00:00	43.358
6	01Jan1000 0500	5:00:00	70.767
7	01Jan1000 0600	6:00:00	96.134
8	01Jan1000 0700	7:00:00	117.32
9	01Jan1000 0800	8:00:00	133.424
10	01Jan1000 0900	9:00:00	143.613
11	01Jan1000 1000	10:00:00	147.971
12	01Jan1000 1100	11:00:00	147.441
13	01Jan1000 1200	12:00:00	143.231
14	01Jan1000 1300	13:00:00	136.477
15	01Jan1000 1400	14:00:00	128.114

Time Step Adjustment Options ("Critical" boundary conditions)

Monitor this hydrograph for adjustments to computational time step

Max Change in Flow (without changing time step):

Min Flow: Multiplier: EG Slope for distributing flow along BC Line: 0.00189 → 5

Plot Data OK Cancel

Normal Depth Downstream Boundary

River: Sungai Tamanroya Reach: Reach 1 RS: 30000

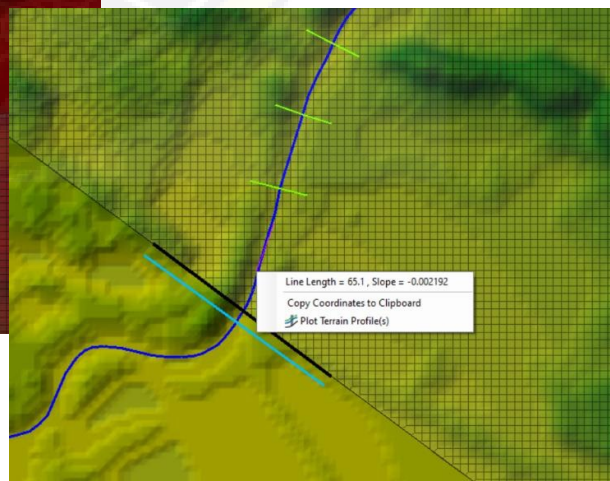
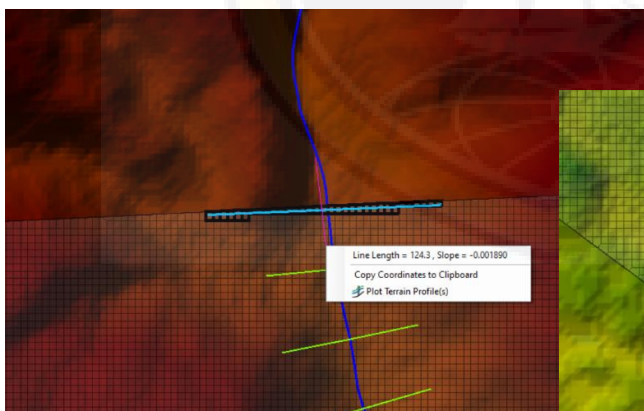
Friction Slope: 0.002192 → 6

2D Flow Area Boundary Condition Parameters

Compute separate water surface elevation per face along BC Line

Compute single water surface for entire BC Line

OK Cancel



4. **Klik Run** → **Unsteady Flow Analysis** → **Isi data sebagai berikut** → **File** → **Save plan as** → **Namai.**

