

## **TUGAS AKHIR**

### **SIMULASI MUKA AIR BANJIR SUNGAI DANGDO DI KABUPATEN TANA TORAJA MENGGUNAKAN APLIKASI HEC RAS**

*Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh Gelar  
Sarjana Teknik Strata Satu  
( S1 )*



Disusun oleh :  
**ANDI BASO IKBAL**  
45 17 041 131

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS BOSOWA MAKASSAR**

**2021**



**UNIVERSITAS BOSOWA**  
Jalan Urip Sumoharjo Km. 4, Makassar – Sulawesi Selatan  
Telp. 0411 452 901 – 452 789 Fax. 0411 424 568  
<http://www.universitasbosowa.ac.id>

FAKULTAS TEKNIK

**LEMBAR PENGAJUAN UJIAN HASIL**  
**TUGAS AKHIR**

Judul :

**"SIMULASI MUKA AIR BANJIR SUNGAI DANGDO DI KABUPATEN TANA TORAJA  
MENGUNAKAN APLIKASI HEC-RAS"**

Disusun dan diajukan oleh:

Nama Mahasiswa : **ANDI BASO IKBAL**

No. Stambuk : **45 17 041 131**

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


Telah Disetujui Komisi/Tim Pembimbing :

Pembimbing I : **Dr.Ir. Andi Rumpang Yusuf, M.T.**

Pembimbing II : **Ir. Tamrin Mallawangeng, M. T.**

Mengetahui:

Dekan Fakultas Teknik

  
**Dr. Ridwan, S.T., M.Si**  
NIDN. 0910127101

Ketua Program Studi Teknik Sipil

  
**Dr. Ir. A. Rumpang Yusuf, M.T.**  
NIDN. 0001056502



**LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR**

Berdasarkan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Bosowa Nomor : 666/FT/UNIBOS/VIII/2021 tanggal 26 Agustus 2021, perihal Pengangkatan Panitia dan Tim Penguji Tugas Akhir, maka pada:

Hari / tanggal : Jum'at, 27 Agustus 2021  
Nama Mahasiswa : **ANDI BASO IKBAL**  
No. Stambuk : **45 17 041 131**  
Fakultas / Jurusan : Teknik / Teknik Sipil  
Judul : **SIMULASI MUKA AIR BANJIR SUNGAI DANGDO DI  
KABUPATEN TANA TORAJA MENGGUNAKAN APLIKASI HEC-  
RAS**

Telah diterima dan disahkan oleh Panitia Ujian Sarjana Fakultas Teknik Universitas Bosowa setelah dipertahankan di depan Tim Penguji Ujian Sarjana Strata Satu (S-1) untuk memenuhi salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar.

**Tim Penguji Tugas Akhir :**


Ketua / Ex. Officio : **Dr. Ir. A. Rumpang Yusuf, M.T.** (.....)  
Sekretaris / Ex. Officio : **Ir. Tamrin Mallawangeng, M. T.** (.....)  
Anggota : **Ir. Burhanuddin Badrun, MSp.** (.....)  
: **Ir. Hj. Satriawati Cangara, MSp.** (.....)

Makassar, 27 Agustus 2021

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Sipil

Dekan Fakultas Teknik

  
**Dr. Ridwan, S.T., M.Si.**  
NIDN: 0910127101

  
**Dr. Ir. A. Rumpang Yusuf, M.T.**  
NIDN. 0001056502



## SURAT PERNYATAAN

### KEASLIAN DAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Andi Baso Ikbal  
Nomor Stambuk : 45 17 041 131  
Program Studi : Teknik Sipil  
Judul Tugas Akhir : Simulasi Muka Air Banjir Sungai Dangdo di Kabupaten Tana Toraja Menggunakan Aplikasi HEC- RAS

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa :

1. Tugas akhir yang saya tulis ini merupakan hasil karya sendiri dan sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau hasil pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar Pustaka.
2. Demi pengembangan pengetahuan, saya tidak keberatan apabila jurusan Sipil fakultas Teknik Universitas Bosowa menyimpan, mengalih mediadakan / mengalih formatkan, mengelolah dalam bentuk data base, mendistribusikan dan menampilkan untuk kepentingan akademik.
3. Bersedia dan menjamin untuk menanggung secara pribadi tanpa melibatkan pihak jurusan Teknik 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, Juli 2021  
yang menyatakan



(Andi Baso Ikbal)

## PRA KATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan rahmat-Nyalah sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal penelitian yang berjudul “Simulasi Muka Air Banjir Sungai Dangdo di Kabupaten Tana Toraja Menggunakan Aplikasi Hec ras” tepat pada waktunya.

Adapun tujuan dari penulisan proposal penelitian ini adalah sebagai syarat untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam menyelesaikan pendidikan pada Jurusan Teknik Fakultas Teknik Sipil Universitas Bosowa. Pada kesempatan ini, penulis hendak menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan moril maupun materiil sehingga proposal penelitian ini dapat selesai. Ucapan terima kasih ini penulis tujukan kepada:

1. Bapak **Prof. Dr. Ir. H. Muh. Saleh Pallu, M.Eng.**, selaku Rektor Universitas Bosowa;
2. Bapak **Dr. Ridwan, S.T., M.Si.**, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Bosowa;
3. Bapak **Dr.Ir. Andi Rumpang Yusuf, MT.**, selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Bosowa Makassar.
4. Bapak **Dr.Ir. Andi Rumpang Yusuf, MT.**, selaku Pembimbing I dan Bapak **Ir. Tamrin Mallawangeng, M.T.**, selaku Pembimbing II. Yang telah memberikan banyak masukan dan saran hingga tugas akhir ini dapat selesai dengan baik.

5. Bapak/Ibu dosen serta staf Jurusan Teknik Sipil Universitas Bosowa Makassar.
6. Pimpinan Artra Consultan, dan seluruh staff Consultan atas kesempatan dan bantuan yang diberikan kepada penulis dalam melakukan penelitian dan memperoleh informasi yang diperlukan selama penulisan proposal penelitian ini.
7. Kedua orang tua dan keluarga yang terus memberi semangat dan doa untuk penulis.
8. Sahabat-sahabat penulis yang juga turut serta memberi semangat dan doa untuk penulis.
9. Teman-teman seperjuangan di Universitas Bosowa Makassar.
10. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu yang telah membantu hingga selesainya tugas akhir ini.

Akhir kata, penulis berharap semoga proposal penelitian ini berguna bagi para pembaca dan pihak-pihak lain yang berkepentingan.

Makassar, Juli 2021

Penulis

Andi Baso Ikbal

## ABSTRAK

Secara administrasi Sungai Dangdo terletak di Kecamatan Mengkendek Kab. Tana Toraja. Sungai ini melintasi Kelurahan Rante Kalua' dan Lembang Buntu Tangti'. Sungai Dangdo, berdasarkan Peta DAS Kab. Tana Toraja masuk kedalam wilayah DAS Mata Allo dengan Panjang Sungai  $\pm$  15 Km. Berdasarkan sumber BPS Kab. Tana Toraja 2020, Kelurahan Rante Kalua' dan Lembang Buntu Tangti wilayahnya merupakan topografi berbukit. Morfologi wilayah Sungai Dangdo merupakan suatu daratan landai (kemiringan 8-15%). Sungai Dangdo airnya bersumber dari pegunungan, mengalir ke daerah hilir dengan kemiringan dasar sungai bagian hulu sebagian besar relatif sedang sampai landai. Seperti di beberapa daerah di Indonesia, banyak daerah sekitar Sungai Dangdo yang dijadikan daerah pemukiman dan persawahan. Hal ini sangat berbahaya bila terjadi luapan banjir. Perlunya perencanaan dan perhitungan yang matang untuk memperkirakan terjadinya luapan.

Berdasarkan hasil analisa hidrologi yang telah dilakukan, dapat diketahui debit banjir Sungai Dangdo, periode ulang  $Q_{2Tahun} = 13.18 \text{ m}^3/\text{detik}$ ,  $Q_{10Tahun} = 16.35 \text{ m}^3/\text{detik}$ ,  $Q_{25Tahun} = 17.39 \text{ m}^3/\text{detik}$ ,  $Q_{50Tahun} = 18.13 \text{ m}^3/\text{detik}$ , dan  $Q_{100Tahun} = 18.55 \text{ m}^3/\text{detik}$ .

Berdasarkan hasil analisa hidrolika aliran pada ruas penampang Sungai Dangdo di Program HEC RAS diperoleh suatu hasil bahwa ditemukan luapan banjir pada beberapa tempat melebihi ketinggian tebing sungai yang ada di sepanjang kiri dan kanan sungai.

**Kata Kunci:** Sungai Dangdo, Banjir, Hidrolika, HEC-RAS, Simulasi

## **ABSTRACT**

Administratively, the Dangdo River is located in Mengkendek District, Kab. Tana Toraja. This river crosses the Villages of Rante Kalua' and Lembang Buntu Tangti'. Dangdo River, based on the Kab. Tana Toraja is included in the Mata Allo watershed area with a river length of  $\pm 15$  km. Based on BPS Kab. Tana Toraja 2020, Rante Kalua' Village and Lembang Buntu Tangti are hilly topography. The morphology of the Dangdo River area is a sloping land (slope 8-15%). The water of the Dangdo River originates from the mountains, flows to the downstream area with the slope of the upstream riverbed mostly being relatively moderate to sloping. As in some areas in Indonesia, many areas around the Dangdo River are used as residential areas and rice fields. This is very dangerous in the event of a flood. The need for careful planning and calculations to estimate the occurrence of overflow.

Based on the results of the hydrological analysis that has been carried out, it can be seen that the flood discharge of the Dangdo River, return period Q2Year = 113.18 m<sup>3</sup>/second, Q10Year = 16.35 m<sup>3</sup>/sec, Q25Year = 17.39 m<sup>3</sup>/sec, Q50Year = 18.13 m<sup>3</sup>/second, and Q100Year = 18.55 m<sup>3</sup> /second.

Based on the results of the hydraulic analysis of the flow on the cross section of the Dangdo River in the HEC RAS Program, it was found that flood overflows were found in several places exceeding the height of the river cliffs along the left and right of the river.

**Keywords:** Dangdo River, Flood, Hydraulics, HEC-RAS, Simulation



## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.
LEMBAR PENGAJUAN .....	Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
SURAT PERNYATAAN.....	iv
PRA KATA.....	v
ABSTRAK.....	viii
DAFTAR ISI .....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN .....	I-1
1.1. Latar Belakang .....	I-1
1.2. Rumusan Masalah.....	I-2
1.3. Tujuan Penelitian dan Manfaat Penelitian .....	I-3
1.3.1. Tujuan Penelitian .....	I-3
1.3.2. Manfaat Penelitian .....	I-3
1.4. Ruang Lingkup dan Batasan Masalah.....	I-4
1.4.1. Ruang Lingkup .....	I-4
1.4.2. Batasan Masalah .....	I-4
1.5. Sistematika Penulisan .....	I-5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	II-1
2.1. Pengertian Banjir.....	II-1
2.2. Hidrologi .....	II-1
2.2.1. Curah Hujan.....	II-2
2.2.1.1. Analisa Curah Hujan.....	II-2
2.2.1.2. Analisa Curah Hujan Rata-rata Daerah.....	II-3
2.2.2. Analisa Curah Hujan Rencana .....	II-4

2.2.2.1. Distribusi Frekuensi Curah Hujan.....	II-6
2.2.2.2. Metode Normal .....	II-7
2.2.2.3. Metode Log Normal .....	II-8
2.2.2.4. Distribusi Log Pearson Tipe III.....	II-8
2.2.2.5. Metode Gumbel.....	II-12
2.2.3. Pemilihan Distribusi Dengan Uji Kecocokan .....	II-13
2.2.3.1. Uji Chi Kuadrat .....	II-14
2.2.3.2. Uji Smirnov - Kolmogorov .....	II-18
2.2.4. Koefisien Pengaliran.....	II-20
2.2.5. Debit Banjir Rencana .....	II-23
2.2.5.1. Metode Rasional .....	II-24
2.2.5.2. Koefisien Limpasan .....	II-25
2.2.5.3. Waktu Konsentrasi.....	II-25
2.3. Analisa Hidrolika .....	II-26
2.3.1 Program Komputer Hec-Ras.....	II-26
2.3.2 Pengenalan Program Hec-Ras.....	II-27
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....</b>	<b>III-1</b>
3.1 Lokasi Penelitian .....	III-1
3.2 Jenis Dan Sumber Data.....	III-3
3.3 Pelaksanaan Penelitian .....	III-3
3.4 Alur Penelitian .....	III-9
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>IV-1</b>
4.1. Analisis Hidrologi.....	IV-1
4.1.1 Data Curah Hujan .....	IV-1
4.1.2 Analisis Frekuensi Data Hujan.....	IV-2
4.1.3 Analisis Metode Log Pearson Type III.....	IV-4
4.1.4 Pemilihan Distribusi Dengan Uji Kecocokan .....	IV-7
4.1.5 Metode Rasional .....	IV-12
4.2. Simulasi Muka Air banjir dengan Hec- Ras .....	IV-13

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN ..... V-1

    5.1. Kesimpulan ..... V-1

    5.2. Saran..... V-1

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN 1

LAMPIRAN 2



## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1. Syarat pengujian data .....	II-6
Tabel 2. 2. Metode Distribusi Normal – Nilai Variable Reduksi Gauss. ...	II-7
Tabel 2. 3. Koefisien Cs log pearson III .....	II-10
Tabel 2. 4. Nilai Variabel Reduksi Gumbel.....	II-13
Tabel 2. 5. Nilai Kritis untuk Distribusi Chi-Kuadrat (Uji Satu Sisi).....	II-17
Tabel 2. 6. Nilai Kritis $\Delta 0$ untuk Uji Smirnov-Kolmogorof .....	II-20
Tabel 2. 7. Angka Koefisien Pengaliran .....	II-21
Tabel 2. 8. Angka Koefisien Pengaliran Yang Dipakai Secara Umum..	II-23
Tabel 2. 9. Nilai Koefisien Limpasan .....	II-25
UNIVERSITAS	
Tabel 4. 1. Curah Hujan Maksimum Tahunan Stasiun Salubarani .....	IV-1
Tabel 4. 2. Curah Hujan Maksimum Tahunan Stasiun Nanggala .....	IV-1
Tabel 4. 3. Data Hujan Maksimum DAS.....	IV-2
Tabel 4. 4. Hitungan Statistik Data Curah Hujan .....	IV-3
Tabel 4. 5. Pemilihan Jenis Sebaran Analisis Frekuensi .....	IV-4
Tabel 4. 6. Hasil Perhitungan Distribusi Metode Log Pearson Tipe III...	IV-4
Tabel 4. 7. Nilai Ktr berdasarkan besaran Cs.....	IV-6
Tabel 4. 8. Analisa Hujan Rancangan Metode Log Pearson Type III ....	IV-7
Tabel 4. 9. Besar Peluang dan Nilai Batas Kelas untuk Distribusi Log- Pearson Tipe III.....	IV-8
Tabel 4. 10. Frekuensi curah hujan maksimum tahunan terbaca terhadap rentang kelas. ....	IV-8
Tabel 4. 11. Perhitungan Uji – Chi Kuaadrat Untuk Distribusi Log Pearson Tipe III.....	IV-9
Tabel 4. 12. Uji Smirnov-Kolmogorof Pada Distribusi Log Pearson Tipe III .....	IV-11
Tabel 4. 13. Rekap Debit Banjir Maksimum Tiap Periode Ulang .....	IV-13
Tabel 4. 14. Hasil Analisa Perhitungan HEC-RAS periode ulang 2 tahun .....	IV-27

Tabel 4. 15. Hasil Analisa Perhitungan HEC-RAS periode ulang 10 tahun .....	IV-28
Tabel 4. 16. Hasil Analisa Perhitungan HEC-RAS periode ulang 25 tahun .....	IV-29
Tabel 4. 17. Hasil Analisa Perhitungan HEC-RAS periode ulang 50 tahun .....	IV-31
Tabel 4. 18. Hasil Analisa Perhitungan HEC-RAS periode ulang 100 tahun .....	IV-32
Tabel 4. 19. Ketinggian banjir kala ulang 2 tahun .....	IV-33
Tabel 4. 20. Ketinggian banjir kala ulang 10 tahun .....	IV-34
Tabel 4. 21. Ketinggian banjir kala ulang 25 tahun .....	IV-35
Tabel 4. 22. Ketinggian banjir kala ulang 50 tahun .....	IV-36
Tabel 4. 23. Ketinggian banjir kala ulang 100 tahun.....	IV-37

**BOSOWA**





## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Metode Arithmatik .....	II-3
Gambar 2. 2 Metode Polygon Thiessen.....	II-4
Gambar 2. 3. Icon HEC-RAS .....	II-28
Gambar 2. 4 Main Menu Hec-Ras .....	II-28
Gambar 2. 5. Struktur Menu Utama HEC-RAS .....	II-28
Gambar 3. 1. Lokasi Penelitian .....	III-1
Gambar 3. 2. Lokasi Penelitian .....	III-2
Gambar 3. 3 Tampilan Utama Program HEC-RAS .....	III-5
Gambar 3. 4 Tampilan Pengisian Nama File Program HEC-RAS .....	III-5
Gambar 3. 5 Tampilan pengaturan system satuan .....	III-6
Gambar 3. 6 Tampilan Input Data Potongan Melintang Sungai .....	III-6
Gambar 3. 7 Tampilan Input Data Debit Rencana .....	III-8
Gambar 3. 8 Tampilan Analisis Project Program HEC—RAS .....	III-8
Gambar 3. 9 Bagan Alir Penelitian.....	III-9
Gambar 4. 1. Pembagian Luas DTH Sub DAS Dangdo .....	IV-12
Gambar 4. 2. Profile memanjang untuk Q2, Q10, Q25, Q50, dan Q100 tahun.....	IV-14
Gambar 4. 3. Profil Melintang STA 1.....	IV-14
Gambar 4. 4. Profil Melintang STA 2 .....	IV-15
Gambar 4. 5. Profil Melintang STA 3 .....	IV-15
Gambar 4. 6. Profil Melintang STA 4 .....	IV-15
Gambar 4. 7. Profil Melintang STA 5.....	IV-16
Gambar 4. 8. Profil Melintang STA 6 .....	IV-16
Gambar 4. 9. Profil Melintang STA 7 .....	IV-16
Gambar 4. 10. Profil Melintang STA 8.....	IV-17
Gambar 4. 11. Profil Melintang STA 9.....	IV-17

Gambar 4. 12. Profil Melintang STA 10.....	IV-17
Gambar 4. 13. Profil Melintang STA 11.....	IV-18
Gambar 4. 14. Profil Melintang STA 12.....	IV-18
Gambar 4. 15. Profil Melintang STA 13.....	IV-18
Gambar 4. 16. Profil Melintang STA 14.....	IV-19
Gambar 4. 17. Profil Melintang STA 15.....	IV-19
Gambar 4. 18. Profil Melintang STA 16.....	IV-19
Gambar 4. 19. Profil Melintang STA 17.....	IV-20
Gambar 4. 20. Profil Melintang STA 18.....	IV-20
Gambar 4. 21. Profil Melintang STA 19.....	IV-20
Gambar 4. 22. Profil Melintang STA 20.....	IV-21
Gambar 4. 23. Profil Melintang STA 21.....	IV-21
Gambar 4. 24. Profil Melintang STA 22.....	IV-21
Gambar 4. 25. Profil Melintang STA 23.....	IV-22
Gambar 4. 26. Profil Melintang STA 24.....	IV-22
Gambar 4. 27. Profil Melintang STA 25.....	IV-22
Gambar 4. 28. Profil Melintang STA 26.....	IV-23
Gambar 4. 29. Profil Melintang STA 27.....	IV-23
Gambar 4. 30. Profil Melintang STA 28.....	IV-23
Gambar 4. 31. Profil Melintang STA 29.....	IV-24
Gambar 4. 32. Profil Melintang STA 30.....	IV-24
Gambar 4. 33. Profil Melintang STA 31.....	IV-24
Gambar 4. 34. Profil Melintang STA 32.....	IV-25
Gambar 4. 35. Profil Melintang STA 33.....	IV-25
Gambar 4. 36. Profil Melintang STA 34.....	IV-25
Gambar 4. 37. Profil Melintang STA 35.....	IV-26
Gambar 4. 38. Profil Melintang STA 36.....	IV-26
Gambar 4. 39. Profil Melintang STA 37.....	IV-26
Gambar 4. 40. Profil Melintang STA 38.....	IV-27

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang**

Sungai memiliki berbagai fungsi bagi kehidupan manusia dan alam. Fungsi sungai bagi kehidupan manusia sangat banyak dan penting, antara lain pemanfaatan sungai untuk memenuhi kebutuhan rumah tangga, sanitasi lingkungan, pertanian, industri, pariwisata, olah raga, pertahanan, perikanan, pembangkit tenaga listrik, transportasi, dll.

Sungai Dangdo terletak di Kecamatan Mengkendek Kab. Tana Toraja. Sungai ini melintasi Kelurahan Rante Kalua' dan Lembang Buntu Tangti'. Sungai Dangdo, berdasarkan Peta DAS Kab. Tana Toraja masuk kedalam wilayah DAS Mata Allo dengan Panjang Sungai  $\pm$  15 Km. Berdasarkan sumber BPS Kab. Tana Toraja 2020, Kelurahan Rante Kalua' dan Lembang Buntu Tangti wilayahnya merupakan topografi berbukit. Morfologi wilayah Sungai Dangdo merupakan suatu daratan landai (kemiringan 8-15%). Sungai Dangdo airnya bersumber dari pegunungan, mengalir ke daerah hilir dengan kemiringan dasar sungai bagian hulu sebagian besar relatif sedang sampai landai.

Berdasarkan sumber beberapa masyarakat setempat, bahwa sejak tahun 1990-an, wilayah sekitar aliran Sungai Dangdo mengalami banjir saat musim penghujan. Beberapa hal yang menyebabkan banjir di sungai dangdo yaitu kondisi topografi sungai dangdo berada pada ketinggian 800 – 1000 m dari permukaan laut dengan bentuk permukaan datar hingga

berbukit yang mengakibatkan daerah pengaliran Sungai Dangdo memiliki bentuk pengaliran yang cukup curam yang mana daerah rawan banjir berada pada dataran rendah yang datar dan bergelombang. Selain itu Kapasitas penampang sungai yang terlalu kecil akibat adanya sedimentasi, sehingga tidak mampu menampung debit air yang mengalir dari hulu.

Banjir yang terjadi akibat meluapnya Sungai Dangdo mengakibatkan kerusakan sarana fasilitas umum, sawah, dan daerah permukiman. kerusakan akibat banjir yang terjadi di Kec. Mengkendek pada sektor pertanian dimana lahan persawahan mengalami gagal panen akibat terendam banjir.

Dengan melihat masalah banjir yang terjadi di sungai Dangdo maka penulis menganggap perlu melakukan simulasi muka air banjir di sungai Dangdo. Simulasi merupakan salah satu cara untuk memecahkan dari banyak persoalan yang dihadapi dalam dunia nyata. Simulasi muka air adalah untuk mengetahui pengaruh debit yang mengalir di sungai terhadap tinggi muka air di setiap penampang sungai.

Simulasi yang dilakukan pada Sungai Dangdo menggunakan program pemodelan matematik HEC-RAS (Hydrologic Engineering Center's - River Analysis System) dengan beberapa kala ulang debit banjir.

## **1.2. Rumusan Masalah**

Berdasarkan Latar Belakang, rumusan masalah sebagai berikut :

1. Seberapa besar debit banjir Sungai Dangdo untuk kala ulang ulang 2, 10, 25, 50 dan 100 tahun?
2. Bagaimana hasil simulasi muka air banjir Sungai Dangdo menggunakan Hec ras untuk kala ulang ulang 2, 10, 25, 50 dan 100 tahun?
3. Seberapa besar ketinggian banjir sungai dangdo untuk kala ulang ulang 2, 10, 25, 50 dan 100 tahun?

### **1.3. Tujuan Penelitian dan Manfaat Penelitian**

#### **1.3.1. Tujuan Penelitian**

Adapun Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Menghitung debit banjir Sungai Dangdo untuk kala ulang ulang 2, 10, 25, 50 dan 100 tahun.
2. Mensimulasi muka air banjir terhadap penampang Sungai Dangdo dengan kala ulang ulang 2, 10, 25, 50 dan 100 tahun.
3. Mengetahui ketinggian banjir sungai Dangdo kala ulang ulang 2, 10, 25, 50 dan 100 tahun?

#### **1.3.2. Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah untuk:

1. Memberikan informasi mengenai profil muka air banjir yang dapat digunakan untuk kepentingan perencanaan.



2. Memberikan informasi mengenai debit banjir dan ketinggian banjir Sungai dangdo.

3. Sebagai sarana untuk penelitian-penelitian lanjut yang relevan.

#### **1.4. Ruang Lingkup dan Batasan Masalah**

##### **1.4.1. Ruang Lingkup**

Ruang lingkup dari penelitian ini adalah:

1. Melakukan perhitungan debit banjir sungai Dangdo dengan kala ulang 2, 10, 25, 50 dan 100 tahun.
2. Pengolahan data sungai dan hasil perhitungan debit banjir.
3. Mensimulasikan muka air banjir sungai Dangdo di kabupaten Tana Toraja.

##### **1.4.2. Batasan Masalah**

Adapun batasan masalah pada penelitian ini :

1. Data curah hujan yang digunakan ada 2 Stasiun yang diperoleh dari Balai Besar Wilayah Sungai Pompengan-Jeneberang, yaitu Sta. Salu Barani dan Sta. Tandung Nanggala selama 10 tahun dari tahun 2010 – 2019.
2. Panjang sungai yang ditinjau yaitu 1.018 m dari titik P283 sampai dengan titik P320.
3. Analisis debit banjir rencana untuk periode ulang 2, 10, 25, 50 dan 100 tahun.

4. Jenis aliran dianggap aliran tetap (steady flow).
5. Tidak membahas mengenai penanganan, tinjauan terhadap sedimen, analisa sosial ekonomi, dan dampak lingkungan.

### **1.5. Sistematika Penulisan**

Pada penulisan tugas akhir ini terdiri dari lima bab dan dari setiap bab terdiri dari beberapa sub bab. Dan masing-masing bab menjelaskan dan menggambarkan mengenai penulisan tugas akhir ini yang disusun secara sistematis sebagai berikut :

#### **1. BAB I PENDAHULUAN**

Bab ini membahas tentang latar belakang pemilihan topik tugas akhir ini, perumusan masalah, tujuan dan manfaat yang memiliki ruang lingkup dan batasan masalah beserta sistematika penulisan.

#### **2. BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA**

Pada bab ini khusus membahas tentang tinjauan pustaka yang memberikan informasi tentang bahan-bahan yang didapat dari beberapa sumber pustaka yang terdiri dari beberapa teori dan regulasi untuk penulisan tugas akhir ini.

#### **3. BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ini berisikan tentang jenis penelitian, pelaksanaan penelitian yang meliputi pengumpulan data serta analisis data yang digunakan.

#### **4. BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN**

Bab ini berisikan tentang proses pengolahan data dan analisisnya serta pembahasannya penelitian ini.

## 5. BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisikan tentang kesimpulan dan saran yang diperoleh dari bab sebelumnya yaitu hasil penelitian.



## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1. Pengertian Banjir**

Banjir berasal dari limpasan yang mengalir melalui sungai atau menjadi genangan. Sedangkan limpasan adalah aliran air mengalir pada permukaan tanah yang ditimbulkan oleh curah hujan setelah air mengalami infiltrasi dan evaporasi, selanjutnya mengalir menuju sungai. Sehingga limpasan mempresentasikan output dari daerah aliran sungai yang ditetapkan dengan satuan waktu. (KodoatieJ. Robert: 2013)

#### **2.2. Hidrologi**

Di bumi terdapat kira-kira sejumlah 1,3-1,4 milyar km<sup>3</sup> air: 97,5% adalah air laut, 1,75% berbentuk es dan 0,73% berada di daratan sebagai air sungai, air danau, air tanah dan sebagainya. Hanya 0,001% berbentuk uap di udara. Air di bumi ini mengulangi terus menerus sirkulasi : penguapan, presipitasi, dan pengaliran keluar (outflow). Air menguap ke udara dari permukaan tanah dan laut, berubah menjadi awan sesudah melalui proses dan kemudian jatuh sebagai hujan atau salju ke permukaan laut atau daratan. Sebelum tiba ke permukaan bumi sebagian langsung menguap ke udara dan sebagian tiba ke permukaan bumi. Tidak semua bagian hujan yang jatuh ke permukaan bumi mencapai ke permukaan tanah. Sebagian akan tertahan oleh tumbuh-tumbuhan di mana sebagian akan menguap dan sebagian lagi akan jatuh atau mengalir

melalui dahan-dahan ke permukaan tanah. (Sosrodarsono dan Takeda, 1987).

### **2.2.1. Curah Hujan**

Data curah hujan yang tercatat diproses berdasarkan areal yang mendapatkan hujan sehingga didapat tinggi curah hujan rata-rata dan kemudian diramalkan besarnya curah hujan pada periode tertentu. Berikut dijabarkan tentang cara menentukan tinggi curah hujan areal. Dengan menggunakan penakar atau pencatatan hujan, kita hanya mendapat curah hujan di suatu titik tertentu (point rainfall). Jika di dalam suatu areal terdapat beberapa alat penakar atau pencatat curah hujan, maka dapat diambil nilai rata-rata untuk mendapatkan nilai curah hujan areal.

#### **2.2.1.1. Analisa Curah Hujan**

Analisa curah hujan dimaksudkan untuk menyiapkan data hujan terolah untuk tujuan analisis selanjutnya. Dalam studi ini analisis-analisis yang memerlukan data hujan terolah masing-masing adalah analisis debit banjir rancangan. Adapun analisis data hujan ini, meliputi:

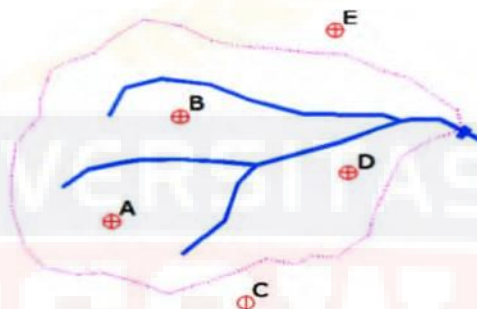
1. Menguji data yang didapatkan dari lapangan
2. Menentukan curah hujan daerah maksimum tahunan
3. Melakukan analisa distribusi frekuensi untuk mendapatkan curah hujan rencana.
4. Melakukan uji distribusi frekuensi
5. Perhitungan debit banjir



### 2.2.1.2. Analisa Curah Hujan Rata-rata Daerah

Untuk perhitungan hidrologi daerah aliran sungai (DAS) diperlukan perhitungan hujan rata – rata. Dalam perhitungan hujan rata-rata daerah aliran sungai ada beberapa metode yang sering digunakan yaitu:

1. Metode arithmatik baik digunakan untuk daerah datar dan penyebaran hujannya merata.



Gambar 2. 1 Metode Arithmatik

Rumus:

$$P = \frac{P_1 + P_2 + P_3 \dots \dots P_n}{n}$$

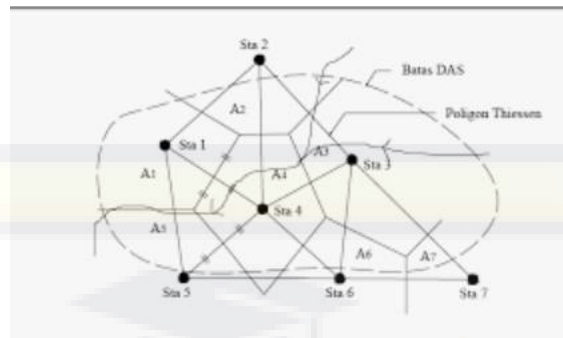
Dimana:

P = hujan rata – rata (mm).

P1, P2, P3, Pn = jumlah hujan di setiap stasiun yang diamati (mm).

n = banyaknya stasiun yang diamati.

2. Metode polygon Thiessen baik digunakan untuk daerah yang stasiun hujannya tidak merata.



Gambar 2. 2 Metode Polygon Thiessen

$$\text{Rumus: } R = \frac{A_1 R_1 + A_2 R_2 + \dots + A_n R_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n}$$

Dimana:

$R_1, \dots, R_n$  = Curah hujan di tiap stasiun pengukuran (mm)

$A_1, \dots, A_n$  = Luas bagian daerah yang mewakili tiap stasiun pengukuran (km<sup>2</sup>)

$R$  = Besarnya curah hujan rata-rata DAS (mm).

### 2.2.2. Analisa Curah Hujan Rencana

Curah hujan rencana adalah curah hujan terbesar tahunan dengan suatu peluang tertentu yang mungkin terjadi di suatu daerah pada periode ulang tertentu. Dalam menentukan curah hujan rencana harus memenuhi syarat koefisien skewness dan koefisien kurtosis untuk menentukan metode sebaran yang digunakan nanti. Untuk mendapatkan suatu frekuensi hujan yang sesuai dengan data yang tersedia untuk perhitungan curah hujan rencana, maka perlu dikaji terlebih dahulu ketentuan-ketentuan yang ada, yaitu:

Hitung parameter-parameter statistik Cs dan Ck untuk menentukan macam analisa frekuensi yang dipakai.

Standar Deviasi (Sd).

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

Dimana :

S = Deviasi standar.

Xi = Nilai varian ke i.

X = Nilai rata rata varian.

n = Jumlah data.

Koefisien kemencengan/skewness (Cs), dihitung dengan persamaan :

$$Cs = \frac{n \cdot \sum(x - \bar{x}_i)^3}{(n-1)(n-2) \cdot Sd^3}$$

Dimana :

Cs = Koefisien Skewness.

Sd = Deviasi standar.

Xi = Nilai varian ke i.

X = Nilai rata rata varian.

n = Jumlah data.

Koefisien kepuncakan/curtosis (Ck).

$$Ck = \frac{n(n+1) \sum_{i=1}^n (X - \bar{X}_i)^4}{(n-1)(n-2)(n-2) S^4} - \frac{3(n-1)^2}{(n-2)(n-3)}$$

Dimana :

Ck = Koefisien kurtosis.

S = Deviasi standar.

$X_i$  = Nilai varian ke i.

$\bar{X}$  = Nilai rata rata varian.

n = Jumlah data

Koefisien Variasi (Cv).

$$CV = \frac{S}{\bar{X}}$$

Dimana :

S = Standar deviasi.

$\bar{X}$  : Hujan rerata (mm).

Cv = Koefisien Variasi.

Tabel 2. 1. Syarat pengujian data.

<b>Distribusi Normal</b>	<b><math>C_s \approx 0</math></b> <b><math>C_k \approx 3</math></b>
<b>Distribusi Log Normal</b>	<b><math>C_s/C_v \approx 3</math></b>
<b>Distribusi Log Pearson Type III</b>	<b><math>C_s \neq 0</math></b>
<b>Distribusi Gumble</b>	<b><math>C_s \leq 1,1396</math></b> <b><math>C_k \leq 5,4002</math></b>

(Sumber : Departemen Pekerjaan Umum, 2010).

### 2.2.2.1. Distribusi Frekuensi Curah Hujan

Untuk menganalisis probabilitas curah hujan biasanya dipakai beberapa macam distribusi yaitu: Metode Normal, Log Normal, Gumbel, Log Pearson Type III.

### 2.2.2.2. Metode Normal

Distribusi Normal atau kurva normal disebut pula Distribusi Gauss.

Untuk analisa frekuensi curah hujan menggunakan metode Distribusi Normal, dengan persamaan sebagai berikut (Soewarno, 1995):

$$X_t = \bar{X} + K_t . S_d$$

$X_t$  = besarnya curah hujan dengan periode ulang T tahun.

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

$S_d$  = Standar Deviasi data hujan harian maksimum.

$K_t$  = Standar variable untuk periode ulang t tahun yang besarnya diberikan pada tabel 2.2.

Tabel 2. 2. Metode Distribusi Normal – Nilai Variable Reduksi Gauss.

No	Periode Ulang, T (tahun)	Peluang	KT
1	1,001	0.999	-3.05
2	1,005	0.995	-2.58
3	1,010	0.990	-2.33
4	1,050	0.950	-1.64
5	1,110	0.900	-1.28
6	1,250	0.800	-0.84
7	1,330	0.750	-0.67
8	1,430	0.700	-0.52
9	1,670	0.600	-0.25
10	2,000	0.500	0.00
11	2,500	0.400	0.25
12	3,330	0.300	0.52
13	4,000	0.250	0.67
14	5,000	0.200	0.84
15	10,000	0.100	1.28
16	20,000	0.050	1.64
17	50,000	0.020	2.58
18	100,000	0.010	2.33
19	200,000	0.005	2.58
20	500,000	0.002	2.88
21	1,000,000	0.001	3.09

(sumber : Soemarto. 1987)



### 2.2.2.3. Metode Log Normal

Distribusi log normal digunakan apabila variable acak (X) suatu data tidak mengikuti distribusi normal. Tetapi nilai logaritmanya (Y = Log X) mengikuti aturan distribusi normal. Persamaan distribusi log normal dapat ditulis sebagai berikut :

$$\log X_t = \log \bar{X} + k \cdot S_{\log X}$$

Keterangan,

$X_t$  = Besarnya curah hujan dengan periode t (mm)

$\bar{\log X}$  = Rata-rata nilai logaritma data X hasil pengamatan (mm)

$S_{\log X}$  = Standar Deviasi nilai logaritma data X hasil

pengamatan = 
$$\sqrt{\frac{\sum_{t=1}^n (\log X_t - \bar{\log X})^2}{n-1}}$$

K = faktor frekuensi, sebagai fungsi dari koefisien variasi (cv)

### 2.2.2.4. Distribusi Log Pearson Tipe III

Distribusi Log Pearson Type III banyak digunakan dalam analisa hidrologi, terutama dalam analisa data maksimum (banjir) dan minimum (debit minimum) dengan nilai ekstrem (Soewarno, 1995).

Metode ini sering dipakai dengan pertimbangan bahwa metode ini lebih fleksibel dan dapat dipakai untuk semua sebaran data, yang mana besarnya harga parameter statistiknya ( $C_s$  atau  $C_k$ ) tidak ada ketentuan (Sri Harto, 1993).

Parameter-parameter statistik yang diperlukan oleh distribusi

Log Pearson Type III adalah (Soemarto, 1987) :

- Harga Rata- rata.
- Standar Deviasi.
- Koefisien Kemencengan.

Distribusi frekuensi komulatif akan tergambar sebagai garis lurus pada kertas log-normal jika koefisien asimetri  $C_s = 0$ .

Prosedur untuk menghitung distribusi Log Pearson Type III, adalah:

1. Mengubah data debit banjir tahunan sebanyak  $n$  buah  $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$  menjadi  $\log X_1, \log X_2, \log X_3, \dots, \log X_n$ .
2. Menghitung nilai rata-rata dengan rumus :

$$\overline{\log X} = \frac{\sum_{i=1}^n \log X_i}{n}$$

3. Menghitung nilai Deviasi standar dari  $\log X$ , dengan rumus sebagai berikut :

$$S_{\log X} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\log X_i - \overline{\log X})^2}{(n - 1)}}$$

4. Menghitung nilai koefisien kemencengan, dengan rumus sebagai berikut :

$$CS = \frac{n \cdot \sum_{i=1}^n (\log X_i - \overline{\log X})^3}{(n - 1)(n - 2)Sd^3}$$

5. Menghitung logaritma debit dengan waktu balik yang dikehendaki dengan rumus sebagai berikut :

$$\log X = \overline{\log X_i} + Ktr \overline{S \log X_i}$$

Tabel 2.3. Koefisien Cs log pearson III

Koefisien	1.0101	1.0526	1.1111	1.25	2	5	10	25	50	100	200
Kemenceng	Persen Waktu Balik										
Cs	99	95	90	80	50	20	10	4	2	1	0.5
3	-0.667	-0.665	-0.660	-0.636	-0.396	0.420	1.180	2.278	3.152	4.061	4.970
2.9	-0.690	-0.688	-0.681	-0.651	-0.390	0.440	1.195	2.277	3.134	4.013	4.909
2.8	-0.714	-0.711	-0.702	-0.666	-0.384	0.460	1.210	2.275	3.114	3.973	4.847
2.7	-0.740	-0.736	-0.724	-0.681	-0.376	0.479	1.224	2.272	3.097	3.902	4.783
2.6	-0.769	-0.762	-0.747	-0.696	-0.386	0.499	1.238	2.367	3.071	3.889	4.718
2.5	-0.799	-0.790	-0.771	-0.711	-0.360	0.518	1.250	2.262	3.048	3.845	4.652
2.4	-0.832	-0.819	-0.795	-0.725	-0.351	0.537	1.262	2.256	3.023	3.800	4.584
2.3	-0.867	-0.850	-0.819	-0.739	-0.341	0.555	1.274	2.248	2.997	3.753	4.515
2.2	-0.905	-0.882	-0.844	-0.752	-0.330	0.574	1.284	2.240	2.970	3.705	4.454
2.1	-0.946	-0.914	-0.869	-0.765	-0.319	0.592	1.294	2.230	2.942	3.656	4.372
2	-0.990	-0.949	-0.895	-0.777	-0.307	0.609	1.302	2.219	2.912	3.605	4.298
1.9	-1.037	-0.984	-0.920	-0.788	-0.294	0.627	1.310	2.207	2.881	3.553	4.223
1.8	-1.087	-1.020	-0.945	-0.799	-0.282	0.643	1.318	2.193	2.848	3.499	4.147
1.7	-1.140	-1.056	-0.970	-0.808	-0.268	0.660	1.324	2.179	2.815	3.444	4.069
1.6	-1.197	-1.093	-0.994	-0.817	-0.254	0.675	1.329	2.163	2.780	3.388	3.990
1.5	-1.256	-1.131	-1.018	-0.825	-0.240	0.690	1.333	2.146	2.743	3.330	3.910
1.4	-1.318	-1.163	-1.041	-0.832	-0.225	0.705	1.337	2.128	2.706	3.271	3.828
1.3	-1.388	-1.206	-1.064	-0.838	-0.210	0.719	1.339	2.108	2.666	3.211	3.745
1.2	-1.449	-1.243	-1.086	-0.844	-0.195	0.732	1.340	2.087	2.626	3.149	3.661
1.1	-1.518	-1.280	-1.107	-0.848	-0.180	0.745	1.341	2.066	2.585	3.087	3.575
1	-1.588	-1.317	-1.128	-0.852	-0.164	0.758	1.340	2.043	2.542	3.022	3.489
0.9	-1.660	-1.353	-1.147	-0.854	-0.148	0.769	1.339	2.018	2.498	2.957	3.401
0.8	-1.733	-1.388	-1.166	-0.856	-0.132	0.780	1.336	1.993	2.453	2.891	3.312
0.7	-1.806	-1.423	-1.183	-0.857	-0.116	0.790	1.333	1.967	2.407	2.824	3.223
0.6	-1.880	-1.458	-1.200	0.857	-0.099	0.800	1.328	1.939	2.395	2.755	3.132
0.5	-1.955	-1.491	-1.216	-0.856	-0.083	0.808	1.323	1.910	2.311	2.686	3.041
0.4	-2.029	-1.524	-1.231	-0.855	-0.066	0.816	1.317	1.880	2.261	2.615	2.949
0.3	-2.104	-1.555	-1.245	-0.853	-0.050	0.824	1.309	1.849	2.211	2.544	2.856
0.2	-2.175	-1.586	-1.258	-0.850	-0.003	0.830	1.301	1.818	2.159	2.472	2.763
0.1	-2.252	-1.616	-1.270	-0.846	-0.017	0.836	1.292	1.785	2.107	2.400	2.670
0	-2.326	-1.645	-1.282	-0.842	0.000	0.842	1.282	1.751	2.054	2.326	2.576

<b>Koefisien</b>	<b>1.0101</b>	<b>1.0526</b>	<b>1.1111</b>	<b>1.25</b>	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>10</b>	<b>25</b>	<b>50</b>	<b>100</b>	<b>200</b>
<b>Kemenceng</b>	<b>Persen Waktu Balik</b>										
<b>Cs</b>	<b>99</b>	<b>95</b>	<b>90</b>	<b>80</b>	<b>50</b>	<b>20</b>	<b>10</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>0.5</b>
-0.1	-2.400	-1.673	-1.292	-0.836	0.017	0.846	1.270	1.716	2.000	2.252	2.482
-0.2	-2.472	-1.700	-1.301	-0.830	0.033	0.850	1.258	1.680	1.945	2.178	2.388
-0.3	-2.544	-1.792	-1.309	-0.824	0.050	0.853	1.245	1.643	1.890	2.104	2.294
-0.4	-2.615	-1.750	-1.317	-0.816	0.066	0.855	1.231	1.606	1.834	2.029	2.201
-0.5	-2.686	-1.774	-1.323	-0.808	0.083	0.856	1.216	1.567	1.777	1.955	2.108
-0.6	-2.755	-1.797	-1.328	-0.800	0.099	0.857	1.200	1.528	1.720	1.880	2.016
-0.7	-2.824	-1.819	-1.333	-0.790	0.116	0.857	1.183	1.488	1.633	1.808	1.926
-0.8	-2.891	-1.839	-1.336	-0.780	0.132	0.856	1.166	1.448	1.606	1.733	1.837
-0.9	-2.957	-1.858	-1.339	-0.769	0.148	0.854	1.147	1.407	1.549	1.660	1.749
-1	-3.022	-1.877	-1.340	-0.758	0.164	0.852	1.128	1.366	1.492	1.588	1.664
-1.1	-3.087	-1.894	-1.341	-0.745	0.180	0.848	1.107	1.324	1.435	1.518	1.581
-1.2	-3.149	-1.910	-1.340	-0.732	0.195	0.844	1.096	1.282	1.379	1.449	1.501
-1.3	-3.211	-1.925	-1.339	-0.719	0.210	0.838	1.064	1.240	1.324	1.383	1.424
-1.4	-3.271	-1.938	-1.337	-0.705	0.225	0.832	1.041	1.198	1.270	1.318	1.351
-1.5	-3.330	-1.951	-1.333	-0.690	0.240	0.825	1.018	1.157	1.217	1.256	1.282
-1.6	-3.388	-1.962	-1.329	-0.675	0.254	0.817	0.994	1.116	1.166	1.197	1.216
-1.7	-3.444	-1.972	-1.324	-0.660	0.268	0.808	0.970	1.075	1.116	1.140	1.155
-1.8	-3.499	-1.981	-1.318	-0.643	0.282	0.799	0.945	1.035	1.069	1.087	1.097
-1.9	-3.553	-1.989	-1.310	-0.627	0.294	0.788	0.920	0.996	1.023	1.037	1.044
-2	-3.605	-1.996	-1.302	-0.609	0.307	0.777	0.895	0.959	0.980	0.990	0.996
-2.1	-3.656	-2.001	-1.294	-0.592	0.319	0.765	0.869	0.923	0.939	0.346	0.949
-2.2	-3.705	-2.006	-1.284	-0.574	0.330	0.752	0.844	0.888	0.900	0.905	0.907
-2.3	-3.753	-2.009	-1.274	-0.555	0.341	0.739	0.819	0.855	0.864	0.867	0.869
-2.4	-3.800	-2.011	-1.262	-0.537	0.351	0.725	0.796	0.823	0.830	0.832	0.833
-2.5	-3.845	-2.012	-1.250	-0.518	0.360	0.711	0.771	0.793	0.798	0.799	0.800
-2.6	-3.889	-2.013	-1.238	-0.499	0.368	0.696	0.747	0.764	0.768	0.769	0.769
-2.7	-3.932	-2.012	-1.224	-0.479	0.376	0.681	0.724	0.738	0.740	0.740	0.741
-2.8	-3.974	-2.010	-1.210	-0.460	0.384	0.666	0.702	0.712	0.714	0.714	0.714
-2.9	-4.013	-2.007	-1.195	-0.440	0.330	0.651	0.681	0.683	0.689	0.690	0.690
-3	-4.051	-2.006	-1.180	-0.420	0.390	0.636	0.660	0.666	0.666	0.667	0.667

Sumber : Soerwarno, 1995.

### 2.2.2.5. Metode Gumbel

Distribusi gumble adalah salah satu dari metode yang digunakan untuk menganalisa frekuensi banjir guna mengetahui data maksimumnya. untuk menghitung curah hujan rencana dengan metode sebaran Gumble digunakan persamaan distribusi frekuensi empiris sebagai berikut (CD.Soemarto, 1999):

$$X_t = \bar{X} \frac{S_d}{S_n} (Y_t - Y_n)$$

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

Dimana :

$X_t$  = Nilai hujan rencana dengan data ukur T tahun.

$\bar{X}$  = Nilai rata – rata hujan.

$S_d$  = Standar deviasi (*simpang baku*).

$Y_t$  = Nilai reduksi variat (*reduced variate*) dari variabel yang diharapkan terjadi pada periode ulang T tahun, dapat dilihat pada tabel

$Y_n$  = Nilai rata – rata dari reduksi variat (*reduce mean*) nilainya tergantung dari jumlah data (n),

$S_n$  = Deviasi standar dari reduksi variat (*reduced standart deviation*) nilainya tergantung dari jumlah data (n), dapat dilihat pada tabel 2.4.

Tabel 2. 4. Nilai Variabel Reduksi Gumbel

T (tahun)	Peluang	Y
1,001	0,001	-1,930
1,005	0,005	-1,670
1,010	0,010	-1,530
1,050	0,050	-1,097
1,110	0,100	-0,834
1,250	0,200	-0,476
1,330	0,250	-0,326
1,430	0,300	-0,185
1,670	0,400	0,087
2,000	0,500	0,366
2,500	0,600	0,671
3,330	0,700	1,030
4,000	0,750	1,240
5,000	0,800	1,510
10,000	0,900	2,250
20,000	0,950	2,970
50,000	0,980	3,900
100,000	0,990	4,600
200,000	0,995	5,290
500,000	0,998	6,210
1000,000	0,999	6,900

Sumber: Bonnier, 1980

### 2.2.3. Pemilihan Distribusi Dengan Uji Kecocokan

Analisa uji kesuaian distribusi dilakukan untuk menguji kecocokan distribusi frekuensi sampel daya terhadap fungsi

distribusi peluang yang diperkirakan dapat menggambarkan atau mewakili distribusi frekuensi tersebut.

Dengan pemeriksaan ini akan didapatkan :

- Kebenaran antara hasil pengamatan dengan model distribusi yang diharapkan atau yang diperoleh secara teoritis.
- Kebenaran diterima atau tidak.

Metode yang sering digunakan dalam uji kecocokan adalah uji Chi-kuadrat dan Smirnov Kolmogorov.

### 2.2.3.1. Uji Chi Kuadrat

Uji Chi-kuadrat dimaksudkan untuk menentukan apakah persamaan distribusi peluang yang telah dipilih dapat mewakili dari distribusi statistik sampel data yang dianalisis. Pengambilan keputusan uji ini menggunakan parameter  $\chi^2$ . Parameter  $\chi^2$  dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(E_F - O_F)^2}{E_F}$$

keterangan:

$\chi^2$  = Parameter chi-kuadrat terhitung

$O_F$  = Frekuensi pengamatan (*Observed Frequency*)

$E_F$  = Frekuensi teoritis (*Expected Frequency*)

Harga curah hujan harian maksimum  $X_t$  diplot dengan harga probabilitas Weibull (Soetopo, 1996:12):

$$P = \frac{n}{N+1} \cdot 100\%$$

Dimana :

P = Probabilitas (%).

n = Nomor urut data dari seri yang telah diurutkan .

N = Jumlah total data.

Nilai  $X^2$  yang terhitung ini harus lebih kecil dari harga  $X^2$  cr (yang didapat dari Tabel). Derajat kebebasan ini secara umum dapat dihitung dengan :

$$Dk = K - (p + 1)$$

Dimana :

Dk = Derajat kebebasan.

K = Jumlah kelas distribusi.

p = Parameter yang terkait dalam frekuensi.

Untuk pembagian kelas dapat dihitung dengan :

$$K = 1 + (3.322 * \text{Log } N)$$

Prosedur untuk menggunakan uji chi-kuadrat (*chi-square*) adalah sebagai berikut :

1. Mengurutkan data curah hujan harian maksimum dari nilai terkecil ke nilai terbesar.
2. Menginput nilai curah hujan harian maksimum  $X_t$  dengan nilai probabilitas Weibull :

$$P = \frac{n}{N+1} \cdot 100\%$$



Dimana :

P = Probabilitas (%).

n = Nomor urut data dari seri yang telah diurutkan .

N = Jumlah total data.

3. Menarik garis dengan bantuan titik curah hujan rancangan yang mempunyai periode ulang tertentu pada kertas semi-log probabilitas vs curah hujan.
4. Menghitung nilai frekuensi teoritis dari kertas semi-log.
5. Menghitung nilai  $X^2$  dengan persamaan yang ada.
6. Menghitung nilai  $X^2$   $\alpha$  dengan menentukan tarap signifikan  $\alpha = 5\%$  dan dengan derajat kebebasan yang dihitung dengan persamaan :

$$Dk = K - (p + 1)$$

Dimana :

Dk = derajat kebebasan.

K = jumlah kelas.

p = jumlah parameter untuk  $X^2$ .

7. Dengan nilai Dk dan nilai tingkat kepercayaan (*significan level*  $\alpha$ ) maka didapatkan nilai  $X^2_{cr}$  yang akan dibandingkan dengan nilai  $X^2$ . Data diterima jika nilai dari  $X^2 < X^2_{cr}$ .

Tabel 2. 5. Nilai Kritis untuk Distribusi Chi-Kuadrat (Uji Satu Sisi)

v Derajat bebas	Percentile P							
	0.995	0.99	0.975	0.95	0.9	0.75	50	0.25
1	7.880	6.630	5.020	3.940	2.710	1.320	0.455	0.102
2	10.600	9.210	7.380	5.990	4.610	2.770	1.390	0.575
3	12.800	11.300	9.350	7.810	6.250	4.110	2.370	1.210
4	14.900	13.300	11.100	9.490	7.780	5.390	3.360	1.920
5	16.700	15.100	12.800	11.100	9.240	6.630	4.350	2.670
6	18.500	16.800	14.400	12.600	10.600	7.840	5.350	3.450
7	20.300	18.500	16.000	14.100	12.000	9.040	6.350	4.250
8	22.000	20.100	17.500	15.500	13.400	10.200	7.340	5.070
9	23.600	21.700	19.000	16.900	14.700	11.400	8.340	5.900
10	25.200	23.200	20.500	18.300	16.000	12.500	9.340	6.740
11	26.800	24.700	21.900	19.700	17.300	10.700	10.300	7.580
12	28.300	26.200	23.300	21.000	18.500	14.800	11.300	8.440
13	29.800	27.700	24.700	22.400	19.800	16.000	12.300	9.300
14	31.300	29.100	26.100	23.700	21.100	17.100	13.300	10.200
15	32.800	30.600	27.500	25.000	22.300	18.200	14.200	11.000
16	34.300	32.000	28.800	26.300	23.500	19.400	15.300	11.900
17	35.700	33.400	30.200	27.600	24.800	20.500	16.300	12.800
18	37.200	34.800	31.500	28.900	26.000	21.600	17.300	13.700
19	38.600	36.200	32.900	30.100	27.200	22.700	18.300	14.600
20	40.000	37.600	34.200	31.400	28.400	23.800	19.300	15.500
21	41.400	38.900	35.500	32.700	29.600	24.900	20.300	16.300
22	42.800	40.300	36.800	33.900	30.800	26.000	21.300	17.200
23	44.200	41.600	38.100	35.200	32.000	27.100	22.300	18.100
24	45.600	43.000	39.400	36.400	33.200	28.200	23.300	19.000
25	46.900	44.300	40.600	37.700	34.400	29.300	24.300	15.500
26	48.300	45.600	41.900	38.900	35.600	30.400	25.300	16.300
27	49.600	47.000	43.200	40.100	36.700	31.500	26.300	17.200

v Derajat bebas	Percentile P							
	0.995	0.99	0.975	0.95	0.9	0.75	50	0.25
28	51.000	48.300	44.500	41.300	37.800	32.600	27.300	18.100
29	52.300	49.600	45.700	42.600	39.100	33.700	28.300	19.000
30	53.700	50.900	47.000	43.800	40.300	34.800	29.300	24.500
40	66.800	63.700	59.300	55.800	51.800	45.600	39.300	33.700
50	79.500	76.200	71.400	67.500	63.200	56.300	49.300	42.900
60	92.000	88.400	83.300	79.100	74.400	67.000	59.300	52.300
70	104.200	100.400	95.000	90.500	85.500	77.600	69.300	61.700
80	116.330	112.300	106.600	101.900	96.600	88.100	79.300	71.100
90	128.300	124.100	118.100	113.100	107.600	98.600	89.300	80.600
100	140.200	135.800	129.600	124.300	118.500	109.100	99.300	90.100

Sumber : Sutopo, 1995: A-7

### 2.2.3.2. Uji Smirnov - Kolmogorov

Pemeriksaan uji kesesuaian ini dimaksudkan untuk mengetahui suatu kebenaran distribusi frekuensi. Dengan pemeriksaan uji ini akan diketahui kebenaran antara hasil pengamatan dengan model distribusi yang diharapkan atau yang diperoleh secara teoritis.

Uji kesesuaian Smirnov-Kolmogorov, sering juga disebut uji kecocokan non parametrik (non parametric test), karena pengujiannya tidak menggunakan fungsi distribusi tertentu. (Soewarno, 1995).

Tahap-tahap pengujian Smirnov Kolmogorof adalah sebagai berikut:

1. Mengurutkan data curah hujan harian maksimum dari nilai terkecil ke nilai terbesar.
2. Mencari nilai G

$$G = \frac{(\text{Log } X - \text{Log } \bar{x})}{s}$$

3. Menginput nilai curah hujan harian maksimum  $X_t$  dengan nilai probabilitas,  $S_n(x)$  dalam persamaan berikut :

$$S_n(x) = \frac{n}{N+1} \cdot 100\%$$

Dimana :

$S_n(x)$  = Probabilitas (%).

$n$  = Nomor urut data dari seri yang telah diurutkan .

$N$  = Jumlah total data.

4. Menguji hasil data terhadap kesesuaian data dengan menggunakan tabel yang tersedia dengan parameter banyaknya data ( $n$ ), tingkat kepercayaan (*significan level*)  $\Delta$ , dan  $\Delta_{Cr}$ .

5. Menghitung nilai selisih maksimum antara distribusi teoritis dengan distribusi empiris menggunakan persamaan berikut :

$$\Delta_{maks} = [ P_x(X) - S_n(X) ]$$

Dimana :

$\Delta_{maks}$  = Selisih maksimum antara peluang empiris dengan teoritis.

$S_n(X)$  = Seluang empiris.

$P_x(X)$  = Seluang teoritis.

6. Membandingkan nilai  $\Delta_{Cr}$  dengan  $\Delta$  maks dengan syarat :

$\Delta_{cr} > \Delta_{maks}$  : maka distribusi tidak diterima.

$\Delta_{cr} < \Delta_{maks}$  : maka distribusi diterima.

Tabel 2. 6. Nilai Kritis untuk Uji Smirnov-Kolmogorof

Ukuran	Level of significance $\alpha$ (%)				
Sample					
N	20	15	10	5	1
1	0.900	0.925	0.950	0.975	0.995
2	0.684	0.726	0.776	0.842	0.929
3	0.565	0.597	0.642	0.703	0.829
4	0.494	0.525	0.564	0.624	0.734
5	0.446	0.474	0.510	0.563	0.669
6	0.410	0.436	0.470	0.521	0.618
7	0.381	0.405	0.438	0.468	0.577
8	0.358	0.381	0.411	0.457	0.543
9	0.339	0.360	0.388	0.432	0.514
10	0.322	0.342	0.368	0.409	0.486
11	0.307	0.326	0.352	0.391	0.468
12	0.295	0.313	0.338	0.375	0.450
13	0.284	0.302	0.325	0.361	0.433
14	0.274	0.292	0.314	0.349	0.418
15	0.266	0.283	0.304	0.338	0.404
16	0.258	0.274	0.295	0.328	0.391
17	0.250	0.266	0.286	0.318	0.380
18	0.244	0.259	0.278	0.309	0.370
19	0.270	0.252	0.272	0.301	0.361
20	0.231	0.246	0.264	0.294	0.352
N > 50	$\frac{1.07}{\sqrt{n}}$	$\frac{1.14}{\sqrt{n}}$	$\frac{1.22}{\sqrt{n}}$	$\frac{1.36}{\sqrt{n}}$	$\frac{1.63}{\sqrt{n}}$

(Sumber: Sutopo, 1995 )

#### 2.2.4. Koefisien Pengaliran

Koefisien aliran permukaan (C) didefinisikan sebagai laju puncak aliran permukaan terhadap intensitas hujan. Faktor utama yang

mempengaruhi nilai C adalah laju infiltrasi tanah, tanaman penutup tanah, dan intensitas hujan (Suripin, 2003).

Koefisien pengaliran adalah suatu variabel yang didasarkan pada kondisi daerah pengaliran dan karakteristik hujan yang jatuh di daerah tersebut. Adapun kondisi dan karakteristik yang dimaksud adalah:

1. Keadaan hujan,
2. Luas dan bentuk daerah aliran,
3. Kemiringan daerah aliran dan kemiringan dasar sungai,
4. Daya infiltrasi dan perkolasi tanah,
5. Kebasahan tanah,
6. Suhu udara dan angin serta evaporasi dan
7. Tata guna tanah.

Koefisien pengaliran seperti yang disajikan pada tabel berikut, didasarkan dengan suatu pertimbangan bahwa koefisien tersebut sangat tergantung pada faktor-faktor fisik.

Tabel 2. 7. Angka Koefisien Pengaliran

No.	Deskripsi Lahan/Karakter Permukaan	Harga C
1	Bisnis	
	Perkotaan	0,70 - 0,95
	Pinggiran	0,50 - 0,70
2	Perumahan	
	Rumah Tunggal	0,30 - 0,50
	Multiunit terpisah	0,40 - 0,60
	Multiunit tergabung	0,60 - 0,75
	Perkampungan	0,25 - 0,40

No.	Deskripsi Lahan/Karakter Permukaan	Harga C
	Apartemen	0,50 - 0,70
3	Industri	
	Ringan	0,50 - 0,80
	Berat	0,60 - 0,90
4	Perkerasan	
	Aspal dan Beton	0,70 - 0,95
	Batu bata, Paving	0,50 - 0,70
5	Atap	0,75 - 0,95
6	Halaman, tanah berpasir	
	datar 2 %	0,05 - 0,10
	rata-rata 2 - 7 %	0,10 - 0,15
	curam 7 %	0,15 - 0,20
7	Halaman, tanah berat	
	datar 2 %	0,13 - 0,17
	rata-rata 2 - 7 %	0,18 - 0,22
	curam 7 %	0,25 - 0,35
8	Halaman kereta api	0,10 - 0,35
9	Taman tempat bermain	0,20 - 0,35
10	Taman, pekuburan	0,10 - 0,25
11	Hutan	
	datar 0 - 5 %	0,10 - 0,40
	Bergelombang 5 - 10 %	0,25 - 0,50
	Berbukit 10 - 30 %	0,30 - 0,60

Sumber: Mc Guen, 1989 dalam Suripin 2003

Tabel 2. 8. Angka Koefisien Pengaliran Yang Dipakai Secara Umum

<i>Tipe Daerah Aliran</i>	<i>Kondisi Daerah</i>	<i>Harga C</i>
Rerumpunan	Tanah pasir, datar 2%	0.05 – 0.10
	Tanah pasir, rata-rata 2 – 7 %	0.10 – 0.15
	Tanah pasir, curam 7 %	0.15 – 0.20
	Tanah gemuk, datar 2 %	0.13 – 0.17
	Tanah gemuk, rata-rata 2 – 7 %	0.18 – 0.22
	Tanah gemuk, curam 7 %	0.25 – 0.35
Business	Daerah kota lama	0.75 – 0.95
	Daerah pinggiran	0.50 – 0.70
Perumahan	Daerah “single family”	0.30 – 0.50
	“Multi unit”, terpisah-pisah	0.40 – 0.60
	“Multi unit”, tertutup	0.60 – 0.75
	“Sub urban”	0.25 – 0.40
	Daerah rumah-rumah apartemen	0.50 – 0.70
Industri	Daerah ringan	50 – 0.80
	Daerah berat	0.60 – 0.90

Sumber : Suyono Sosrodarsono, (1980)

### 2.2.5. Debit Banjir Rencana

Debit banjir rencana adalah debit banjir yang digunakan untuk merencanakan tingkat pengamanan bahaya dengan angka kemungkinan terbesar. Untuk menentukan banjir rencana ada beberapa metode



perhitungan. Beberapa metode yang digunakan untuk perhitungan debit banjir diantaranya: (Hadisusanto, Nugroho 2011)

- Metode Rasional untuk DAS kurang dari 50 Km<sup>2</sup>
- Metode Weduwen untuk luas maksimum DAS 100 Km<sup>2</sup>
- Metode Haspers untuk luas maksimum DAS 200 Km<sup>2</sup>
- Hidrograf Banjir Rancangan Satuan Sintetik Nakayasu.

#### 2.2.5.1. Metode Rasional

Metode yang paling sering digunakan untuk mengestimasi debit di suatu daerah aliran sungai dimana tidak ada data pengamatan debitnya adalah Metode Rasional. Dalam hal ini besarnya debit tersebut merupakan fungsi dari luas DAS, intensitas hujan, keadaan permukaan tanah yang dinyatakan dalam koefisien limpasan dan kemiringan sungai (Joesron Loebis, 1992). Debit banjir dirumuskan secara generik sebagai berikut:

$$Q = C \cdot I \cdot A$$

Untuk kepentingan kepraktisan dalam penentuan satuan, maka:

$$Q_p = 0.278 \cdot C \cdot I \cdot A$$

Dimana:

$Q_p$  = debit puncak (m<sup>3</sup> /det)

$C$  = koefisien limpasan

$I$  = Intensitas hujan dengan durasi sama dengan waktu konsentrasi banjir (mm/jam)

A = luas daerah aliran sungai (km<sup>2</sup>)

### 2.2.5.2. Koefisien Limpasan

Menurut Asdak (2004), Koefisien limpasan merupakan bilangan yang menunjukkan nisbah antara aliran permukaan dengan curah hujan penyebabnya. Koefisien limpasan C, diperkirakan berdasarkan tata guna lahan dan Kondisi permukaan tanah, Koefisien limpasan dapat dilihat di table berikut:

Tabel 2. 9. Nilai Koefisien Limpasan

Karakteristik Tanah	Tata Guna Lahan	Koefisien Limpasan (C)
Campuran pasir dan/atau campuran kerikil	Pertanian	0.20
	Padang rumput	0.15
	Hutan	0.10
Geluh dan sejenisnya	Pertanian	0.40
	Padang rumput	0.35
	Hutan	0.30
Lempung dan sejenisnya	Pertanian	0.50
	Padang rumput	0.45
	Hutan	0.40

(Sumber: SNI Tata Cara Perhitungan Debit Banjir Rencana 2415:2016)

### 2.2.5.3. Waktu Konsentrasi

Waktu konsentrasi adalah waktu yang diperlukan oleh air untuk mengalir dari titik yang terjauh ke titik yang akan dihitung debitnya. Metode Kirpich merupakan metode yang biasa digunakan untuk menghitung waktu.

$$t_c = 0.0195 * L^{0.77} * S^{-0.385}$$

Dimana :

$t_c$  = Waktu Konsentrasi (menit)

$L$  = Panjang Sungai/Saluran dari hulu sampai titik yang diambil  
Debitnya (m)

$S$  = Kemiringan daerah saluran/sungai =  $H/L$  (mm)

### 2.3. Analisa Hidrolika

Analisa hidrolika sungai dimaksudkan untuk menganalisa profil muka air banjir di sungai dengan berbagai kala ulang dari debit rencana. Dalam analisa hidrolika akan dianalisa seberapa jauh pengaruh usulan-usulan alternatif pengendalian banjir secara struktural terhadap tinggi muka air banjir dan luapan banjir yang terjadi.

Untuk mendukung analisa hidrolika sungai maka dilakukan pengukuran topografi disepanjang sungai yang bersangkutan, yaitu : pengukuran situasi, penampang memanjang dan melintang. Pada perhitungan hidrolika sungai, penelusuran aliran puncak dilakukan dengan kriteria bahwa : hidrograf aliran masuk untuk setiap anak sungai (*lateral inflow*) menggunakan hidrograf banjir dengan beberapa kala ulang, selanjutnya dianalisa pengaruh banjirnya.

#### 2.3.1 Program Komputer Hec-Ras

HEC-RAS adalah system software terintegrasi, yang didesain untuk digunakan secara interaktif pada kondisi tugas yang beraneka macam. System ini terdiri dari interface grafik pengguna, komponen

analisa hidrolika terpisah, kemampuan manajemen dan tampungan data, fasilitas pelaporan dan grafik.

Sistem HEC-RAS pada akhirnya akan memuat komponen analisa hidrolika satu dimensi untuk :

1. Simulasi aliran seragam (*steady flow*)
2. Simulasi aliran tak seragam (*unsteady flow*)
3. Perhitungan transport sedimen
4. Hitungan kualitas air.

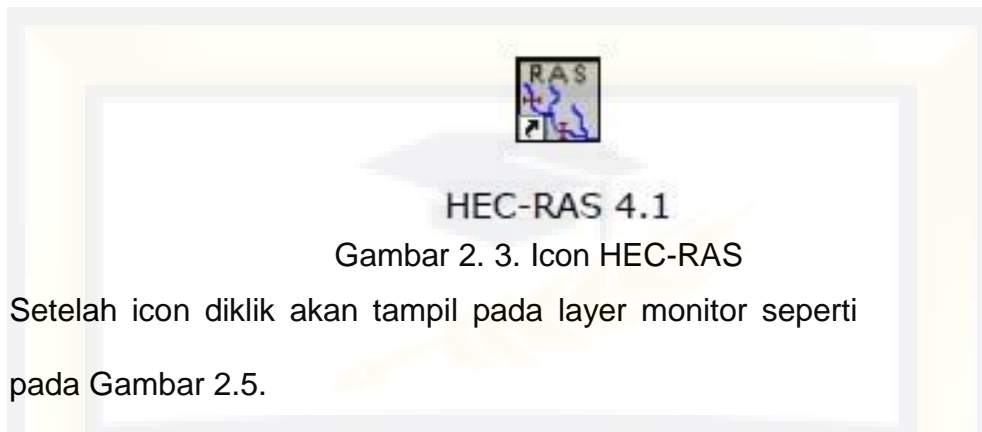
### **2.3.2 Pengenalan Program Hec-Ras**

Dalam istilah terminology HEC-RAS terdapat suatu kata Project yang merupakan suatu kumpulan data file yang berasosiasi dengan sistem Sungai. Seorang modeler dapat menampilkan beberapa atau semua variasi dari tipe-tipe analisa termasuk dalam paket HEC-RAS merupakan bagian dari suatu Project.

Data file dalam suatu project dikategorikan sebagai berikut:

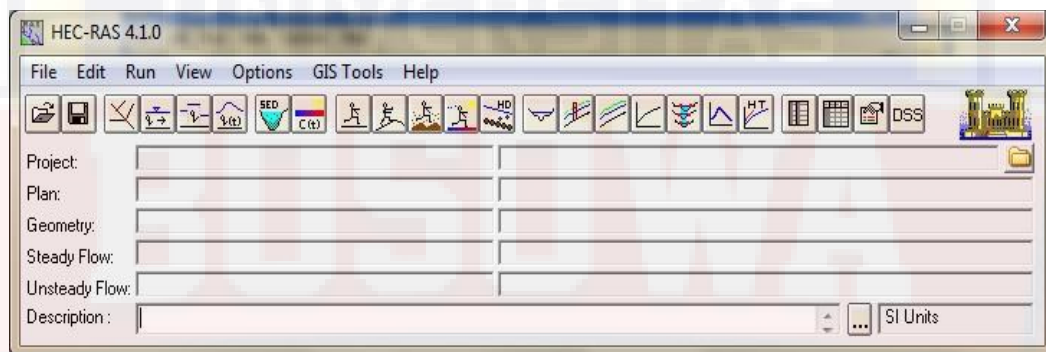
1. Plan data
  2. Geometric data
  3. Steady flow data
  4. Unsteady flow data
  5. Sediment data
  6. Hydraulic design data
- Untuk memulai HEC-RAS

Klik dua kali icon HEC-RAS pada desktop atau klik **Start** menu selanjutnya pilih **Program** kemudian pilih **HEC** dan terakhir klik **HE-RAS**.



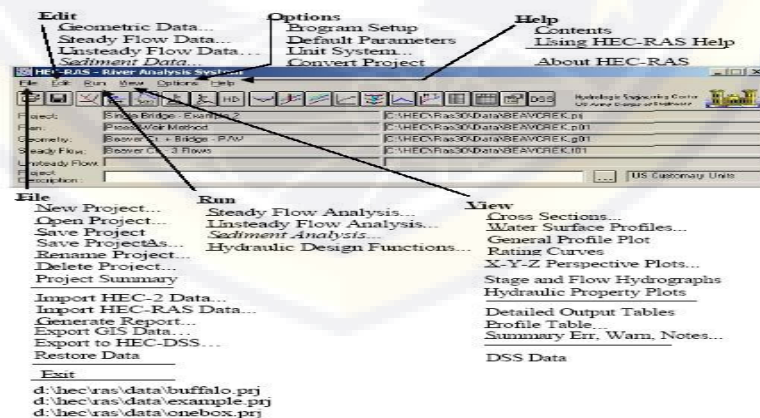
Gambar 2. 3. Icon HEC-RAS

Setelah icon diklik akan tampil pada layer monitor seperti pada Gambar 2.5.



Gambar 2. 4 Main Menu Hec-Ras

Dibawah ini adalah struktur dari menu utama HEC-RAS disertai keterangan



Gambar 2. 5. Struktur Menu Utama HEC-RAS

Keterangan Gambar 2.6 adalah sebagai berikut :

**File** : Digunakan untuk manajemen file. Menu dibawah File terdiri dari : New Project; Open Project; Save Project; Save Project As; Rename Project; Delete Project; Project Summary; Import HEC-2 Data; Export to HEC-DSS; Restore Data; dan Exit. Selain itu dibagian paling bawah terdapat list file project yang telah dibuka untuk mempercepat user apabila ingin membuka file tersebut.

**Edit** : Digunakan untuk memasukan dan mengedit data.

Data dikelompokan berdasarkan empat tipe yaitu : Geometric Data; Steady Flow Analysis; Unsteady Flow Analysis; Sediment Analysis dan Hydraulic Design Function. Pada versi sekarang Sediment Analysis belum aktif.

**Run** : Digunakan untuk perhitungan hidraulik.

Menu yang berada dibawah RUN adalah Steady Flow Analysis; Unsteady flow Analysis; Sediment Analysis dan Hydraulic Design Funtion. Pada versi sekarang Sediment Analysis belum aktif

**View** : Berisi pilihan untuk menampilkan hasil keluaran/output dari perhitungan model, baik berbentuk grafik atau tabel.

Menu dibawah View adalah Cross section; Water Surface Profile; General Profile Plot; Rating Curve; X-Y-Z Perspective Plot; Stage and Flow Hydrographs; Hydraulic Properties Plot; Detailed Output Tables; Profile Summary Tables; dan Summary Err,Warn, Notes.

**Options** : Menu ini digunakan untuk merubah satuan unit program yang digunakan. Satuan yang digunakan metrik (SI) atau English.

**Help** : Digunakan untuk menuntun pengguna apabila mengalami kesulitan dalam pengoperasian program HEC-RAS.



## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisikan penjelasan mengenai lokasi penelitian, studi literatur, metodologi pelaksanaan penelitian yang dijelaskan sebagai berikut :

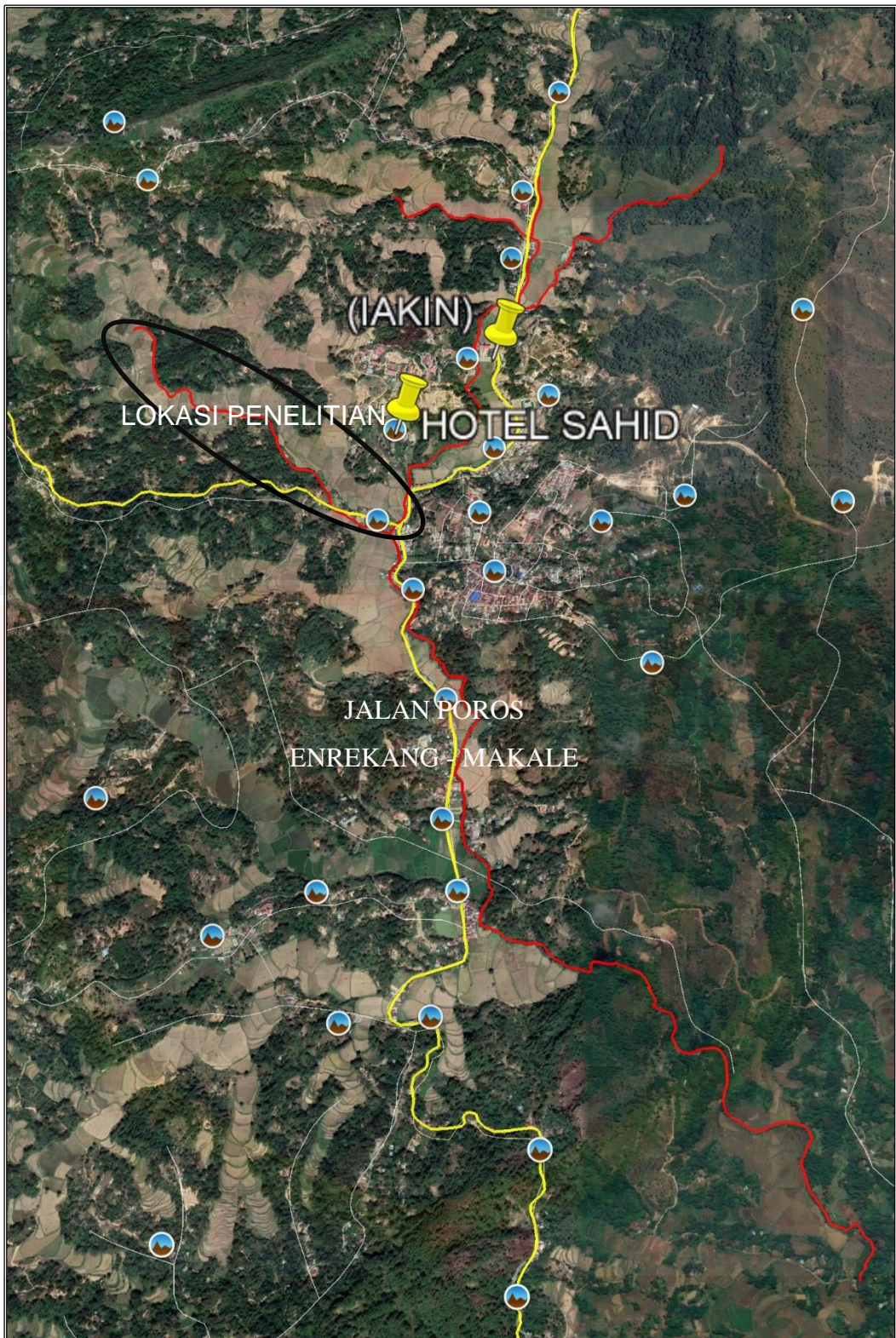
#### 3.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian yang akan dilakukan bertempat di Sungai Dangdo Kelurahan Rante Kalua dan Lembang Buntu Tangti Kec. Mengkendek Kab. Tana Toraja Provinsi Sulawesi Selatan.



Gambar 3. 1. Peta Provinsi Sulawesi Selatan





Gambar 3. 2. Lokasi Penelitian

### **3.2 Jenis Dan Sumber Data**

#### 1) Data Primer

Data primer merupakan data lapangan hasil pengukuran. Data primer yang dibutuhkan berupa data pengukuran topografi sungai.

#### 2) Data Sekunder

Data sekunder merupakan data yang berhubungan dengan penelitian yang kita lakukan. Pengambilan/pengumpulan data sekunder data diperoleh berdasarkan acuan dan literatur yang berhubungan dengan materi, karya tulis ilmiah yang berhubungan dengan penelitian atau dengan mendatangi instansi terkait untuk mengambil data-data yang diperlukan. Data sekunder yang dibutuhkan berupa data geometri, data curah hujan.

### **3.3 Pelaksanaan Penelitian**

Pelaksanaan penelitian dilakukan dengan beberapa tahapan sebagai berikut :

1. Analisis Hidrologi Dalam analisis hidrologi langkah awal yang harus dilakukan adalah mengolah data curah hujan yang telah ada. Setelah itu menentukan parameter statistik ( $S_d$ ,  $C_s$ ,  $C_k$ , dan  $C_v$ ) untuk memilih metode distribusi frekuensi curah hujan yang sesuai.

Distribusi frekuensi curah hujan yang dimaksud dalam hal ini adalah metode normal, log normal, log person tipe III, dan gumbel tipe I.

Setelah diperoleh satu metode distribusi frekuensi curah hujan yang sesuai kriteria, langkah selanjutnya adalah menguji keakuratan hasil dari metode tersebut dengan menggunakan metode Chi Kuadrat. Selanjutnya hasil tersebut digunakan untuk mencari debit banjir rencana dengan metode Rasional.

## 2. Analisa Hidrolika

Analisis hidrolika penampang sungai dihitung dengan menggunakan program HEC-RAS. Data-data yang diperlukan dalam analisis penampang sungai :

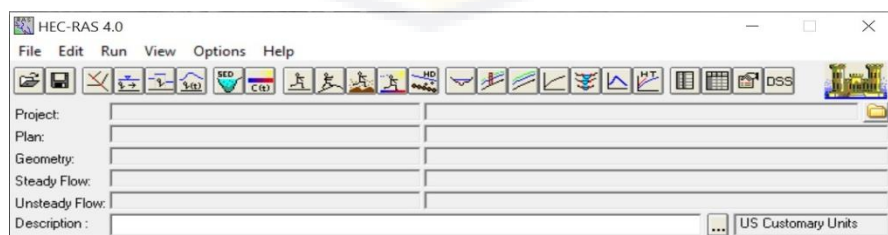
1. Penampang memanjang sungai.
2. Potongan melintang sungai.
3. Data debit yang melalui sungai.
4. Angka manning penampang sungai.

Tahap-tahap analisis hidrolika dengan program HEC-RAS adalah sebagai berikut:

1. Membuat File HEC-RAS Baru

Tahap-tahap membuat file HEC-RAS baru adalah :

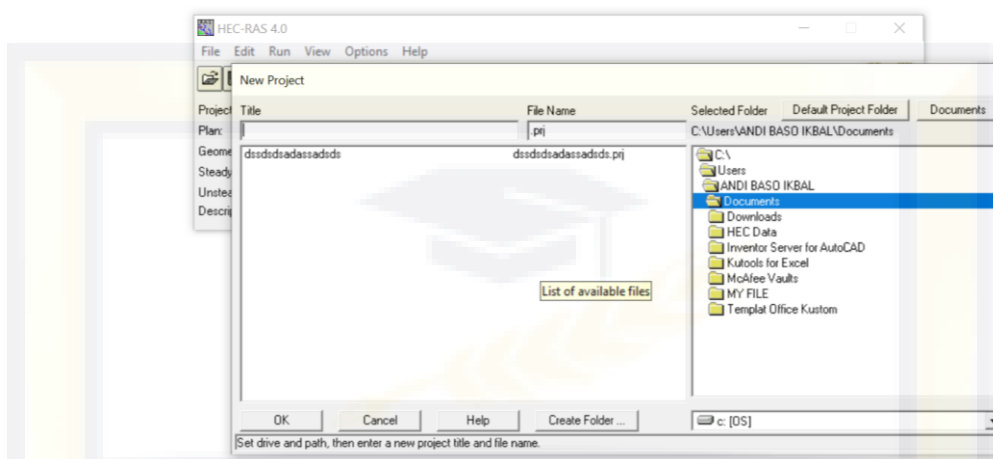
- a. Buka Program HEC-RAS





Gambar 3. 3 Tampilan Utama Program HEC-RAS

b. Pilih new project dari menu file

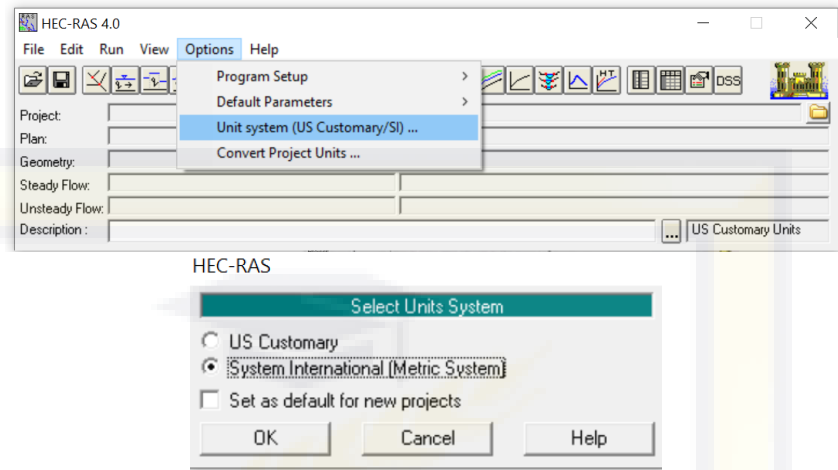


Gambar 3. 4 Tampilan Pengisian Nama File Program HEC-RAS

Isi nama file pada Title, dan nama file dengan akhiran .prj seperti pada gambar pada file name. Klik OK

c. Unit System

Sistem satuan yang dipakai dalam HEC-RAS dapat mengikuti Sistem Amerika (US Customary) atau Sistem Internasional (SI). Default satuan adalah US Customary. Untuk mengubahnya klik pada menu Option | System International (Metric System) | Set as default for new projects.

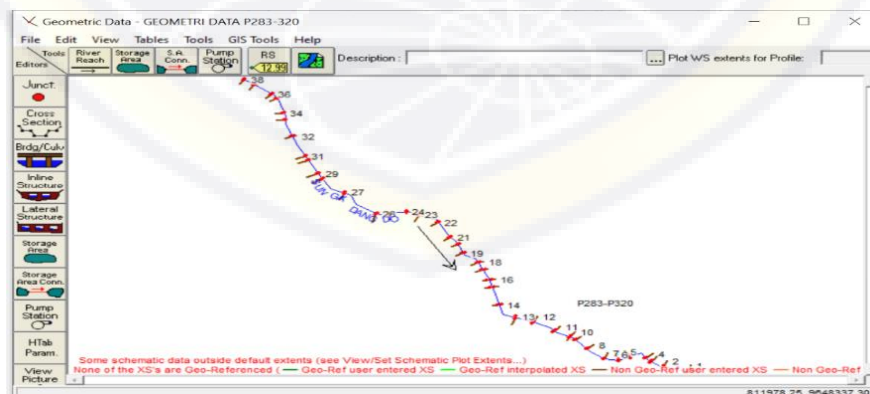


Gambar 3. 5 Tampilan pengaturan system satuan

### 3. Input Data Geometri Sungai

Tahap-tahap dalam input data geometri sungai :

- a. Menggambar alur sungai dengan klik pada River Reach. Untuk dapat menggambar sesuai dengan peta aslinya, dapat digunakan file gambar peta untuk background menggambar dengan klik add/edit background picture. Dalam menggambar alur sungai titik pertama yang dibuat adalah hulu sungai.
- b. Input data penampang melintang dengan klik pada cross section, keluar tampilan seperti gambar 3.6. Pilih add a new cross section.



Gambar 3. 6 Tampilan Input Data Potongan Melintang Sungai

Data-data yang dimasukkan pada input data :

River Sta = Nama potongan melintang, diisi dengan angka yang berurutan. Station = Jarak kumulatif antara titik elevasi potongan dari titik paling pinggir yang bernilai 0

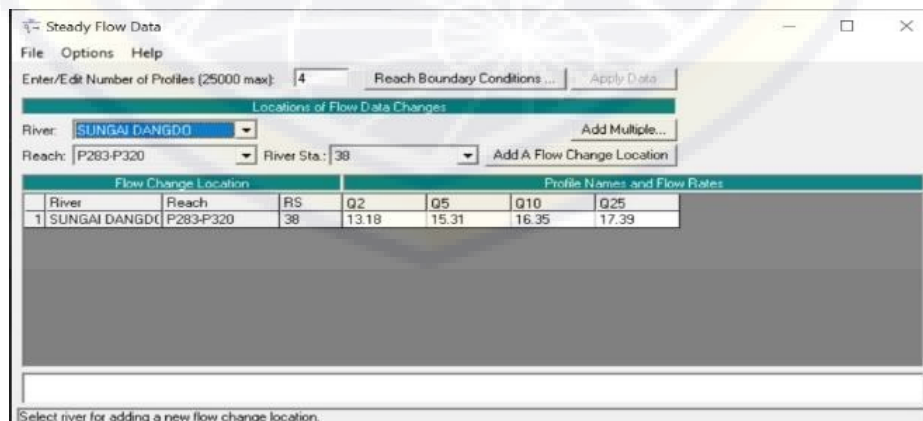
Elevation = Elevasi titik pada station Downstream reach length = Jarak tiap potongan melintang sungai dengan potongan melintang sebelumnya. Manning's n value = Nilai angka manning saluran Main Channel

Bank Station = Station titik saluran utama sungai

Cont/Exp Coeficient = Koefisien kontraksi dan ekspansi

#### 4. Input Data Debit

Pada menu Edit pilih Steady Flow Data. Tampilan yang keluar adalah seperti pada gambar 3.7 Data debit yang digunakan adalah debit rencana yang didapat dari hasil analisis hidrologi dengan menggunakan metode Rasional. Dan selanjutnya pada reach boundary condition pilih Normal Depth.

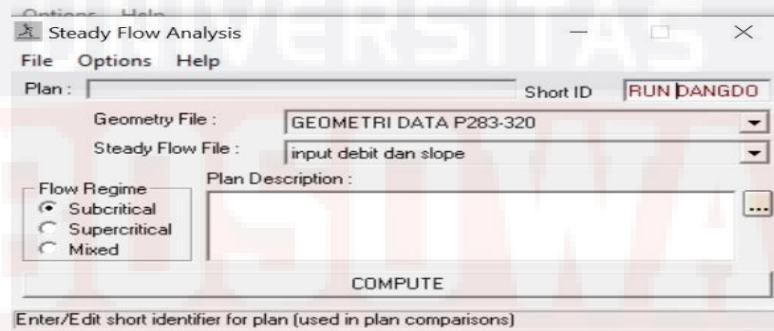


Gambar 3. 7 Tampilan Input Data Debit Rencana

Ganti angka pada Enter/Edit Number of Profiles dengan banyaknya besaran debit banjir yang akan dipakai dalam analisis. Lalu isi besaran debit pada Profil Names and Flow Rates.

5. Analisis Data-Data yang telah Dimasukkan

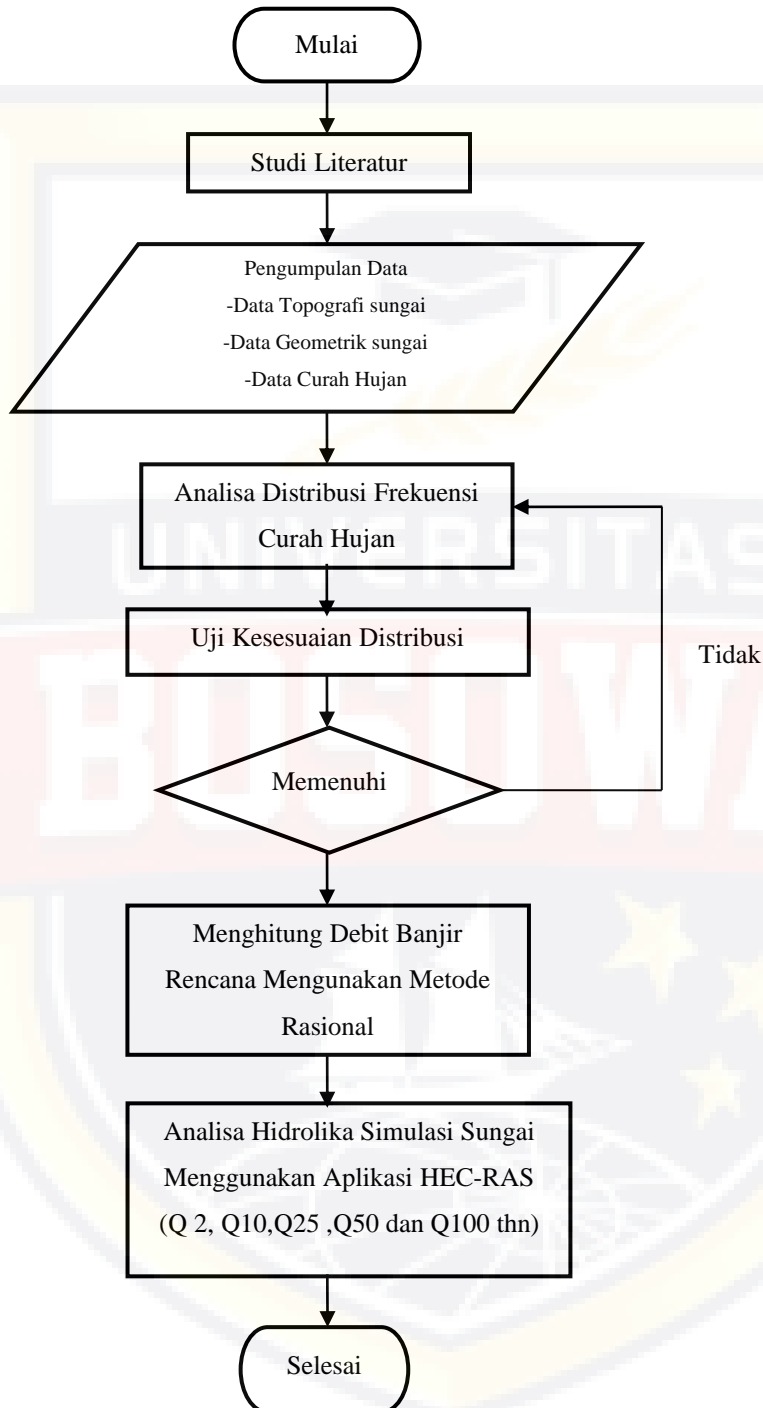
Setelah semua data dimasukkan pada tampilan Gambar 3.8. Pilih Steady Flow Analysis pada menu Run. Lalu klik Compute.



Gambar 3. 8 Tampilan Analisis Project Program HEC—RAS

Setelah selesai, hasil analisis dapat dilihat pada menu View dengan memilih jenis tampilan hasil analisis.

### 3.4 Alur Penelitian



Gambar 3. 9 Bagan Alir Penelitian



## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1. Analisis Hidrologi

Berikut adalah hasil dari analisis data Hidrologi sungai Dangdo :

##### 4.1.1 Data Curah Hujan

Tabel 4. 1. Data Curah Hujan Stasiun Salubarani

Tahun	Jumlah Curah Hujan Bulanan (mm)												Curah Hujan Harian (mm)
	Jan	Peb	Mar	Apr	Mei	Juni	Juli	Agt	Sep	Okt	Nop	Des	
2010	171	127	82	98	120	91	190	448	269	370	177	123	65
2011	149	125	85	321	190	71	73	-	97	82	323	232	92
2012	160	264	305	291	179	88	128	76	126	142	190	161	86
2013	171	90	114	270	349	291	254	180	21	185	98	218	86
2014	75	12	9	21	18	16	20	15	8	13	12	20	92
2015	64	282	127	172	96	188	-	30	7	31	111	243	49
2016	144	137	224	253	149	307	116	173	141	322	148	82	70
2017	155	165	301	165	268	339	152	145	98	161	291	99	73
2018	147	151	174	323	123	158	175	43	13	140.5	133	194	85
2019	310.3	310.1	398.2	132.1	230.6	15.8	17.2	9.3	54.6	128.5	206.4	0	68

Sumber : Balai besar wilayah sungai Pompengan-Jeneberang

Tabel 4. 2. Data Curah Hujan Stasiun Nanggala

Tahun	Jumlah Curah Hujan Bulanan (mm)												Curah Hujan Harian
	Jan	Peb	Mar	Apr	Mei	Juni	Juli	Agt	Sep	Okt	Nop	Des	
2010	203	286	258	359	367	382	327	554	367	899	865	461	95
2011	353	507	370	456	334	102	95	62	139	223	428	588	70
2012	369	191	183	269	327	199	225	44	223	41	109	410	155
2013	603	730	343	393	263	296	360	180	17	67	396	514	100
2014	104	169	252	351	167	290	383	7	-	-	7	172	73
2015	171	301	461	331	511	307	5	-	-	-	8	372	60
2016	366	452	283	717	335	563	155	110	340	249	329	312	133
2017	326	237	489	419	636	407	254	377	348	467	199	238	93
2018	226	95	261	372	312	251	212	9	-	122	354	473	90
2019	305	290	356	518	193	279	59	33	53	60	82	169	99

Sumber : Balai besar wilayah sungai Pompengan-Jeneberang

#### 4.1.2 Analisis Frekuensi Data Hujan

Tabel 4. 3. Analisis curah Hujan harian rata-rata

No.	Tahun	Curah Hujan (mm)		Curah Hujan Rata-rata (X)
		Sta. T. Nanggala	Salu Barani	
1	2010	95	65	80
2	2011	70	92	81
3	2012	155	86	121
4	2013	100	86	93
5	2014	73	92	83
6	2015	60	49	55
7	2016	133	70	102
8	2017	93	73	83
9	2018	90	85	88
10	2019	99	68	83
			Total	867

Sumber: Hasil analisis

Untuk menentukan jenis distribusi frekuensi curah hujan yang akan digunakan dalam mengolah data curah hujan rencana, terlebih dahulu dilakukan perhitungan Statistik yaitu menghitung curah hujan rata-rata, standar Deviasi, koefisien Variasi, koefisien Skewness, dan koefisien Kurtosis.

1. Curah Hujan Rata-rata:

$$\begin{aligned} Xr &= \frac{\sum X}{n} \\ &= \frac{867}{10} = 86.7 \end{aligned}$$

2. Standar Deviasi :

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

$$S = \sqrt{\frac{2557.83}{10 - 1}}$$

$$S = 16.86$$

3. Koefisien Skewness :

$$CS = \frac{n}{(n-1)(n-2)S^3} \sum (Xi - X)^3$$

$$CS = \frac{10}{(10-1)(10-2) * 16.86^3} * 8114.86$$

$$CS = 0.24$$

4. Koefisien Kurtosis :

$$CK = \left[ \frac{n(n+1)}{(n-1)(n-2)(n-3)} \sum \left( \frac{xi - x}{s} \right)^4 \right] - \frac{3(n-1)^2}{(n-2)(n-3)}$$

$$CK = \left[ \frac{10(10+1)}{(10-1)(10-2)(10-3)} x \frac{2433596.82}{4791} \right] - \frac{3(10-1)^2}{(10-2)(10-3)}$$

$$CK = \left[ \frac{110}{504} x 30.129 \right] - \frac{243}{56}$$

$$CK = 2.24$$

5. Koefisien Variasi :

$$CV = \frac{S}{Xr} = \frac{16.86}{86.7} = 0.19$$

Tabel 4. 4. Hitungan Statistik Data Curah Hujan

No.	Tahun	Hujan X (mm)				
		X	X - Xr	(X - Xr) <sup>2</sup>	(X - Xr) <sup>3</sup>	(X - Xr) <sup>4</sup>
1	2015	55	-32.20	1036.52	-33370.698	1074369.616
2	2010	80	-6.70	44.82	-300.090	2009.104
3	2011	81	-5.70	32.43	-184.706	1051.901
4	2014	83	-4.20	17.60	-73.824	309.690
5	2017	83	-3.55	12.57	-44.550	157.930
6	2019	83	-3.40	11.53	-39.131	132.849
7	2018	88	0.80	0.65	0.522	0.420
8	2013	93	6.30	39.75	250.643	1580.303
9	2016	102	14.81	219.19	3245.079	48043.390
10	2012	121	33.81	1142.78	38631.611	1305941.614
	Jumlah =	867		2557.83	8114.86	2433596.82
	Nilai Rerata (Xr) =	86.70				
	Standar Deviasi (S) =	16.86				
	Koefisien Skewness (CS) =	0.24				
	Koefisien Kurtosis (CK) =	2.24				
	Koefisien Variasi (CV) =	0.19				

Sumber: hasil analisis

Tabel 4. 5. Pemilihan Jenis Sebaran Analisis Frekuensi

Sebaran	Syarat	Hasil Hitungan	Keterangan
Normal	Cs = 0	Cs = 0.24	Tidak memenuhi
	Ck = 3	Ck = 2.24	Tidak memenuhi
Log Normal	Cs/Cv = 3	Cs/Cv = 1.263	Tidak memenuhi
Log Pearson Tipe III	Tidak ada syarat		Memenuhi
Gumbel	Cs = 1.1396	Cs = 0.24	Tidak memenuhi
	Ck = 5.4002	Ck = 2.24	Tidak memenuhi

Sumber : Hasil analisis

#### 4.1.3 Analisis Metode Log Pearson Type III

Metode Log Person Type III tidak mempunyai sifat khas yang dapat dipergunakan untuk memperkirakan jenis distribusi ini. Perhitungan parameter statistic metode Log Person Type III dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 4. 6. Hasil Perhitungan Distribusi Metode Log Pearson Tipe III

No.	Xi	Log Xi	(Log Xi - rerata Log X)	(Log Xi - rerata Log X) <sup>2</sup>	(Log Xi - rerata Log X) <sup>3</sup>	(Log Xi - rerata Log X) <sup>4</sup>
1	55	1.736	-0.194	0.0376	-0.0073	0.00141329
2	80	1.903	-0.027	0.0007	0.0000	0.00000055
3	81	1.908	-0.022	0.0005	0.0000	0.00000023
4	83	1.916	-0.014	0.0002	0.0000	0.00000004
5	83	1.920	-0.010	0.0001	0.0000	0.00000001
6	83	1.921	-0.010	0.0001	0.0000	0.00000001
7	88	1.942	0.012	0.0001	0.0000	0.00000002
8	93	1.968	0.038	0.0015	0.0001	0.00000213
9	102	2.006	0.076	0.0058	0.0004	0.00003368
10	121	2.081	0.151	0.0227	0.0034	0.00051576
TOTAL	867	19.303	0.000	0.0693	-0.0034	0.00196570

Sumber : Hasil Analisis

Rerata Log Xi	=	1.930
Standar Deviasi	=	0.088
Koef Skew (CS)	=	-0.699

$$\text{Koef CortoisCK} = 2.894$$

Dari hasil perhitungan diatas maka dapat diperoleh nilai:

1. Curah Hujan Rata-rata:

$$\begin{aligned}\overline{\log Xi} &= \frac{\sum \text{Log} Xi}{n} \\ &= \frac{19.303}{10} = 1.930\end{aligned}$$

2. Standar Deviasi :

$$s \overline{\log X} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\log Xi - \log \bar{X})^2}{(n-1)}}$$

$$s \overline{\log X} = \sqrt{\frac{0.0693}{(10-1)}}$$

$$s \overline{\log X} = 0.088$$

3. Koefisien Skewness :

$$CS = \frac{n}{(n-1)(n-2)S^3} \sum (Xi - \bar{X})^3$$

$$CS = \frac{10}{(10-1)(10-2)0.088^3} * (-0.0034)$$

$$CS = -0.699$$

4. Koefisien Kurtosis :

$$CK = \left[ \frac{n(n+1)}{(n-1)(n-2)(n-3)} \sum \left( \frac{Xi - \bar{X}}{s} \right)^4 \right] - \frac{3(n+1)^2}{(n-1)(n-2)(n-3)}$$

$$CK = \left[ \frac{10(n+1)}{(10-1)(10-2)(10-3)} \frac{0.00197}{0.088^4} \right] - \frac{3(n-1)^2}{(n-1)(n-2)(n-3)}$$

$$CK = \left[ \frac{110}{504} \times 33.143 \right] - \frac{243}{56}$$

$$CK = 2.894$$

Untuk mencari nilai Ktr yang digunakan, berdasarkan tabel 2.3, maka di dapatkan nilai Ktr dengan interpolasi dari nilai Cs terdekat dengan hasil hitungan.

Dari hasil perhitungan didapatkan nilai Cs adalah -0.699, dengan menggunakan tabel koefisien ktr diambil nilai batas atas dan batas bawah.

Untuk periode ulang 2 tahun :

$$CS X = -0.600 \quad Ktr X = 0.099$$

$$CS Y = -0.700 \quad Ktr Y = 0.116$$

$$CS_{2 \text{ Tahun}} = -0.699$$

$$Ktr_{2 \text{ Tahun}} = Ktr X + \left[ \left( \frac{CS_{2 \text{ Tahun}} - CS X}{CS Y - CS X} \right) \times (Ktr Y - Ktr X) \right]$$

$$Ktr_{2 \text{ Tahun}} = 0.099 + \left[ \left( \frac{-0.699 - (-0.600)}{-0.700 - (-0.600)} \right) \times (0.116 - 0.099) \right]$$

$$Ktr_{2 \text{ Tahun}} = 0.116$$

Untuk nilai Ktr periode ulang tahun lainnya dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 4. 7. Nilai Ktr berdasarkan besaran Cs

Nilai Cs	Tahun				
	2	10	25	50	100
-0.700	0.116	1.183	1.488	1.663	1.806
-0.699	0.116	1.183	1.488	1.663	1.807
-0.600	0.099	1.200	1.528	1.720	1.880

(Sumber : Hasil analisis Interpolasi Koefisien nilai Cs)

Untuk menghitung hujan rencana digunakan rumus berikut :

$$\log X = \overline{\log Xi} + Ktr S \overline{\log Xi}$$

$$\text{Log } X_{2 \text{ Tahun}} = 1.930 + (0.116 \cdot 0.088)$$

$$\text{Log } X_{2 \text{ Tahun}} = 1.940$$

$$X_{2 \text{ Tahun}} = 87.188 \text{ mm}$$

Untuk hasil perhitungan dengan berbagai kala ulang tertentu dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4. 8. Analisa Hujan Rencana Metode Log Pearson Type III

T	Cs	Ktr	Log X	X (mm)
2	-0.699	0.116	1.940	87.188
10	-0.699	1.183	2.034	108.172
25	-0.699	1.488	2.061	115.053
50	-0.699	1.663	2.076	119.197
100	-0.699	1.807	2.089	122.695

Sumber: hasil analisis

#### 4.1.4 Pemilihan Distribusi Dengan Uji Kecocokan

Untuk menentukan kecocokan distribusi frekwensi di lakukan uji kecocokan dengan Metode Chi- Kuadrat dan metode Smirnov-Kolmogorov

##### A. Uji Chi-Kuadrat

Berikut ini adalah Perhitungan Uji Chi – Square.

Pembagian Kelas (K) :

$$N = 10$$

$$K = 1 + (3.322 \cdot \text{Log } N)$$

$$K = 1 + (3.322 \cdot 10) = 4.322 \approx 5 \text{ kelas}$$

Peluang kelas batas (P):

$$P = \frac{1}{K} \cdot 100$$

$$P = \frac{1}{5} \cdot 100 = 20\%$$

Untuk P = 20%

Dengan Cs yang diperoleh -0.699 dan Ktr untuk P 20% adalah 0.857, maka :

$$\text{Log } X = \text{Log } \bar{X}_i + (\text{Ktr} \cdot S)$$

$$\text{Log } X = 1.930 + (0.857 \cdot 0.088)$$

$$\text{Log } X = 2.0055$$

$$X = 101.2734 \text{ mm}$$

Untuk hasil perhitungan dengan besar peluang tertentu dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4. 9. Besar Peluang dan Nilai Batas Kelas untuk Distribusi Log-Pearson Tipe III

P(%)	Cs	Ktr	Log X	X (mm)
20	-0.6992	0.8570	2.0055	101.2734
40	-0.6992	0.3629	1.9621	91.6507
60	-0.6992	-0.1861	1.9140	82.0266
80	-0.6992	-0.7901	1.8610	72.6027

Sumber: hasil analisis

Dari besar peluang dan nilai batas kelas maka dapat diperhatikan frekuensi curah hujan maksimum tahunan yang terbaca pada kelas yang sama :

Tabel 4. 10. Frekuensi curah hujan maksimum tahunan terbaca terhadap rentang kelas.

TAHUN	CURAH HUJAN	KELAS 1	KELAS 2	KELAS 3	KELAS 4	KELAS 5
2015	55	TRUE	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE
2010	80	FALSE	TRUE	FALSE	FALSE	FALSE
2011	81	FALSE	TRUE	FALSE	FALSE	FALSE
2014	83	FALSE	FALSE	TRUE	FALSE	FALSE



TAHUN	CURAH HUJAN	KELAS 1	KELAS 2	KELAS 3	KELAS 4	KELAS 5
2017	83	FALSE	FALSE	TRUE	FALSE	FALSE
2019	83	FALSE	FALSE	TRUE	FALSE	FALSE
2018	88	FALSE	FALSE	TRUE	FALSE	FALSE
2013	93	FALSE	FALSE	FALSE	TRUE	FALSE
2016	102	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	TRUE
2012	121	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	TRUE
JUMLAH OF		1	2	4	1	2

Sumber : Hasil analisis

Tabel 4. 11. Perhitungan Uji – Chi Kuaadrat Untuk Distribusi Log Pearson Tipe III

No.	Nilai Batas			Jumlah Data		(OF - EF) <sup>2</sup>	(OF - EF) <sup>2</sup> / EF
	Sub Kelas			OF	EF		
1	X	<	72.603	1	2	1	0.5
2	72.603	< X <	82.027	2	2	0	0
3	82.027	< X <	91.651	4	2	4	2
4	91.651	< X <	101.273	1	2	1	0.5
5	X	>	101.273	2	2	0	0
Jumlah :				10	10	6	3

Sumber: hasil analisis

Kesimpulan:

$$EF = \frac{\text{Banyak Data}}{K} = \frac{10}{5} = 2$$

$$\text{Banyaknya data (n)} = 10$$

$$\text{Taraf Signifikan (a)} = 5 \%$$

$$P \text{ (parameter yang terikat)} = 2$$

$$\text{Derajat Kebebasan (Dk)} = \text{Kelas} - (P + 1)$$

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

$X^2_{cr} = 5.99$  (Tabel 2.5 Nilai Kritis untuk Distribusi Chi-Kuadrat)

$$\chi^2_{hitung} = \frac{\sum(EF-OF)^2}{EF} = \frac{6}{2} = 3$$

Nilai dari  $X^2$  hitung harus lebih kecil dari ( $<$ ) nilai  $X^2_{cr}$  (Chi-Kuadrat kritik), dari hasil pengamatan yang didapatkan dicari penyimpangan dengan Chi-Kuadrat kritis paling kecil. Untuk suatu derajat tertentu, yang sering diambil adalah 5% (Triatmodjo, 2008). Maka nilai  $X^2$  hitung = 3 < nilai  $X^2_{cr} = 5.99$ , distribusi Log Pearson III memenuhi syarat.

#### B. Uji Kesesuaian Distribusi Smirnov Kolmogorv

Agar distribusi frekuensi yang dipilih dapat diterima maka harga  $\Delta_{maks} < \Delta_{cr}$ , dan jika  $\Delta_{maks} > \Delta_{cr}$  berarti gagal. Perhitungannya dengan menggunakan persamaan berikut:

- Mencari nilai Log X dari hujan rerata

$$\text{Log } 55 = 1.736$$

- Mencari nilai nilai G

$$G = \frac{(\text{Log } X - \text{Log } \bar{x})}{S} = \frac{(1.736 - 1.930)}{0.088} = -2.209$$

- Menghitung nilai Sn (x)

$$Sn(x) = \frac{m}{10 + 1} = \frac{1}{10 + 1} = 0.091$$

- Mencari Harga Pr melalui table distribusi pearson type III di dapat nilai

$$Pr = 99.019 \text{ (Pr/100)} = 99.019/100 = 0.990$$

- Mencari nilai Px (X) = 1 – Pr = 1 – 0.990 = 0.010
- Menghiting  $\Delta_{maks}$

$$\Delta_{\text{maks}} = S_n(x) - P_x(x) = 0.545 - 0.409 = 0.137$$

Dengan menggunakan metode yang sama untuk perhitungan selanjutnya, didapatkan nilai pada tabel di bawah ini.

Untuk hasil perhitungan selanjutnya, dapat dilihat pada table dibawah ini

Tabel 4. 12. Uji Smirnov-Kolmogorof Pada Distribusi Log Pearson Tipe III

Tahun	X	Log X	G	m	S <sub>n</sub> (X)	Pr	P <sub>x</sub> (X)	Δ
								S <sub>n</sub> (X) - P <sub>x</sub> (X)
2015	55	1.736	-2.209	1	0.091	0.990	0.010	0.081
2010	80	1.903	-0.310	2	0.182	0.712	0.288	0.107
2011	81	1.908	-0.248	3	0.273	0.700	0.300	0.027
2014	83	1.916	-0.158	4	0.364	0.591	0.409	0.046
2017	83	1.920	-0.119	5	0.455	0.595	0.405	0.050
2019	83	1.921	-0.110	6	0.545	0.591	0.409	0.137
2018	88	1.942	0.134	7	0.636	0.493	0.507	0.129
2013	93	1.968	0.435	8	0.727	0.371	0.629	0.098
2016	102	2.006	0.868	9	0.818	0.197	0.803	0.015
2012	121	2.081	1.717	10	0.909	0.014	0.986	0.077
							D Maks.	<b>0.137</b>

Rerata Log X = 1.930

Standar Deviasi (S) = 0.088

Δ Maks. = 0.137

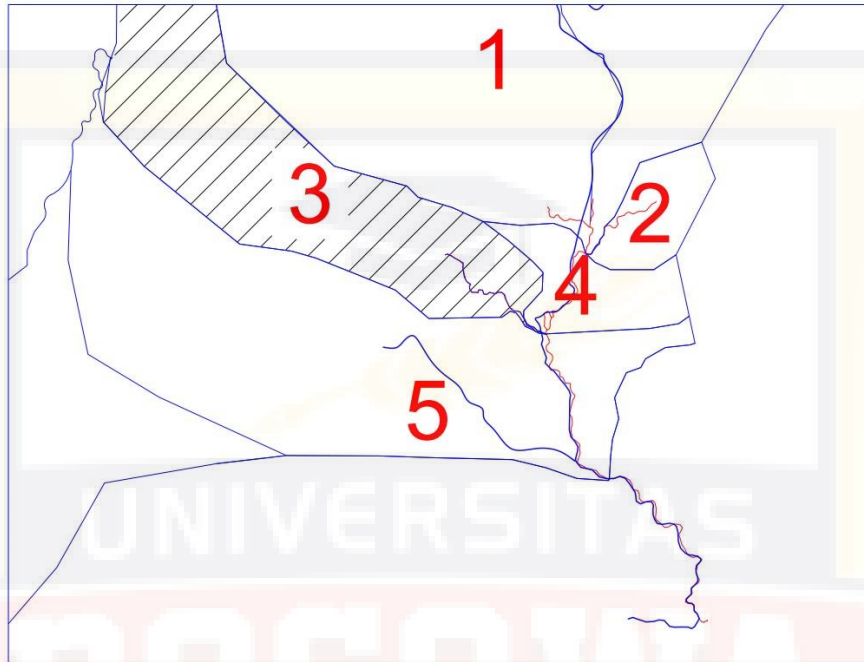
N (jumlah data) = 10

a (derajat kepercayaan) = 5%

D Kritis = 0.409

Dari data perhitungan di atas, diperoleh nilai Δ Maks 0.1372 < Δ Kritis 0.409 maka untuk pengujian Smirnov Kolmogorov pada Distribusi Log Pearson Tipe III dapat diterima.

#### 4.1.5 Metode Rasional



Gambar 4. 1. Pembagian Luas DTH Sub DAS Dangdo

Berikut data – data Penampang sungai Dangdo :

$$\begin{aligned}\text{Luas DTH (A)} &= 34.410 \text{ km}^2 \\ \text{Panjang Saluran (L)} &= 2107 \text{ m} \\ \text{Kemiringan Saluran (S)} &= 0.011 \text{ m} \\ \text{Koefisien Limpasan (C)} &= 0.2 \\ \text{Waktu Konsentrasi (t}_c\text{)} &= 0.0195 * L^{0.77} * S^{-0.385} \\ &= 0.0195 * 2170^{0.77} * 0.011^{-0.3085} \\ &= 0.664\end{aligned}$$

Intensitas Hujan I (mm/jam) = Curah hujan rancangan 2 tahun

$$= \frac{R2}{24} \times \left( \frac{24}{t_c} \right)^{2/3}$$

$$= \frac{87.19}{24} \times \left( \frac{24}{0.664} \right)^{2/3}$$

$$= 39.702 \text{ mm/jam}$$

$$\text{Debit Banjir Maksimum (m}^3\text{/dt)} = 0.278 C * I * A$$

$$= 0.278 * 0.2 * 39.702 * 3.410$$

$$= 7.53 \text{ (m}^3\text{/dt)}$$

Untuk perhitungan selanjutnya dapat dilihat di tabel berikut:

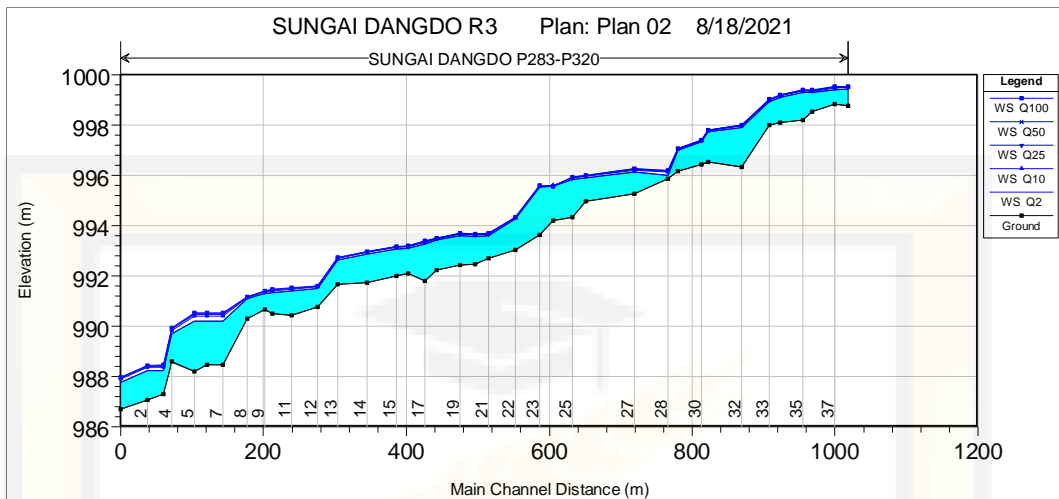
Tabel 4. 13. Rekap Debit Banjir Maksimum Tiap Periode Ulang

Periode Ulang (Tahun)	Curah Hujan Rancangan	Luas DTH	Panjang Saluran	Kemiringan Saluran	Waktu Konsentrasi	Intensitas	Koefisien Limpasan	Debit Banjir Maksimum
		A (km <sup>2</sup> )	L (m)	s	t (Jam)	I (mm/Jam)	c	Q (m <sup>3</sup> /det)
2	87.19	3.410	2107	0.011	0.664	39.702	0.200	7.53
10	108.17	3.410	2107	0.011	0.664	49.258	0.200	9.34
25	115.05	3.410	2107	0.011	0.664	52.391	0.200	9.93
50	119.97	3.410	2107	0.011	0.664	54.630	0.200	10.36
100	122.70	3.410	2107	0.011	0.664	55.871	0.200	10.59

Sumber: Hasil Analisis

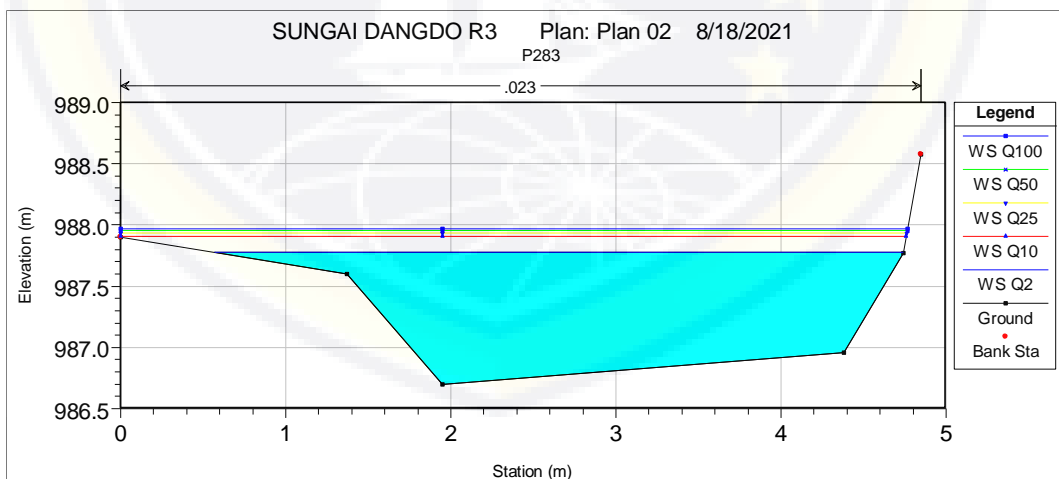
#### 4.2. Simulasi Muka Air banjir dengan Hec- Ras

Berikut adalah hasil simulasi profil muka air banjir Sungai Dangdo untuk periode ulang Q2, Q10, Q25, Q50, Q100 tahun dan ketinggian muka air pada periode ulang 2 tahun, 10 tahun, 25 tahun, 50 tahun, 100 tahun untuk sungai dangdo.

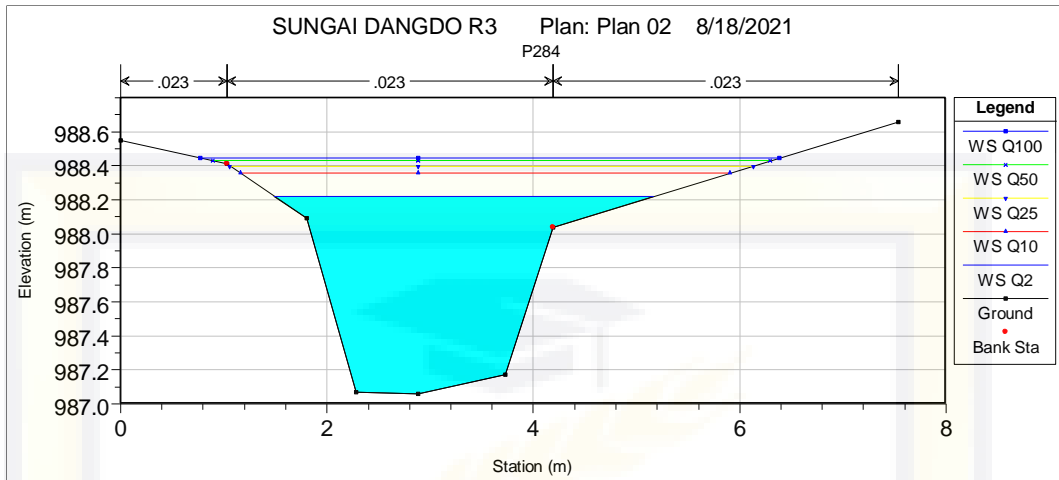


Gambar 4. 2. Profile memanjang untuk Q2, Q10, Q25, Q50, dan Q100 tahun

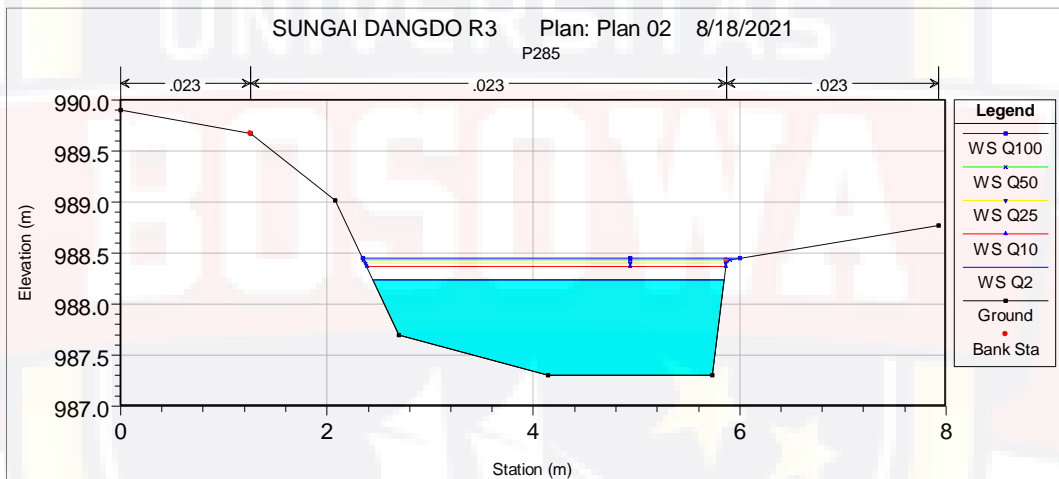
Dari profil muka air sungai dangdo terlihat stasiun yang mengalami banjir dimana sempadan kiri dan sempadan kanan sungai berada di bawah elevasi debit banjir rencana di daerah hulu sampai hilir, Berikut adalah profil muka air banjir sungai Dangdo dari sta 1 sampai dengan sta 38 dengan kala ulang 2, 10, 25, 50 dan 100 tahun.



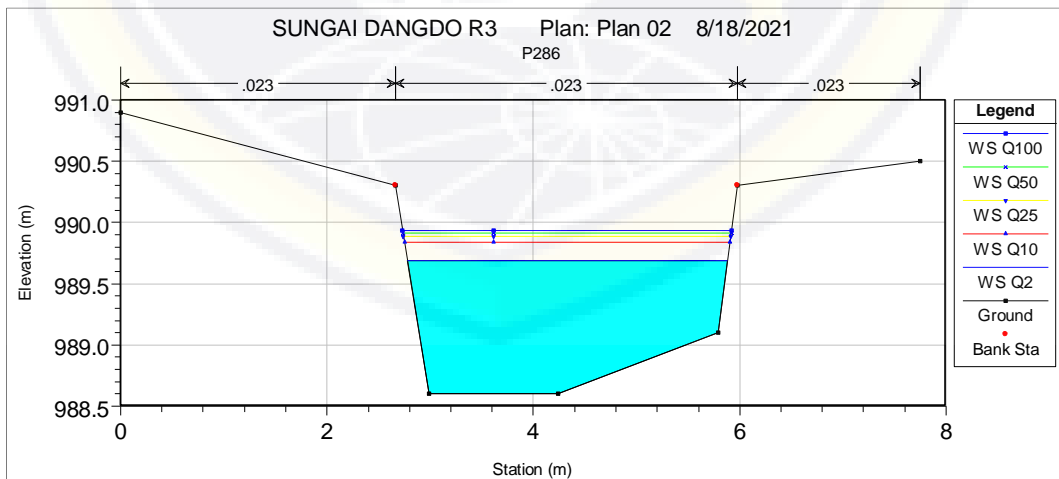
Gambar 4. 3. Profil Melintang STA 1



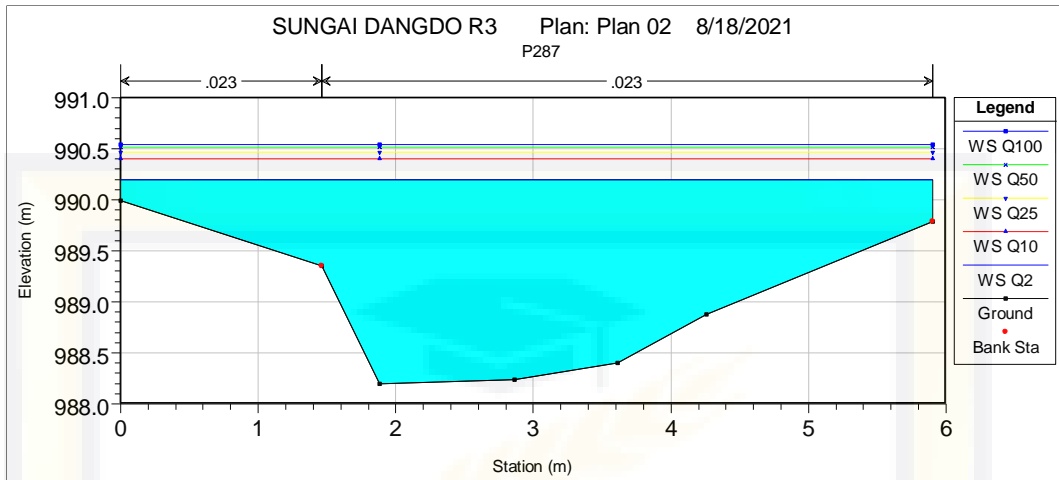
Gambar 4. 4. Profil Melintang STA 2



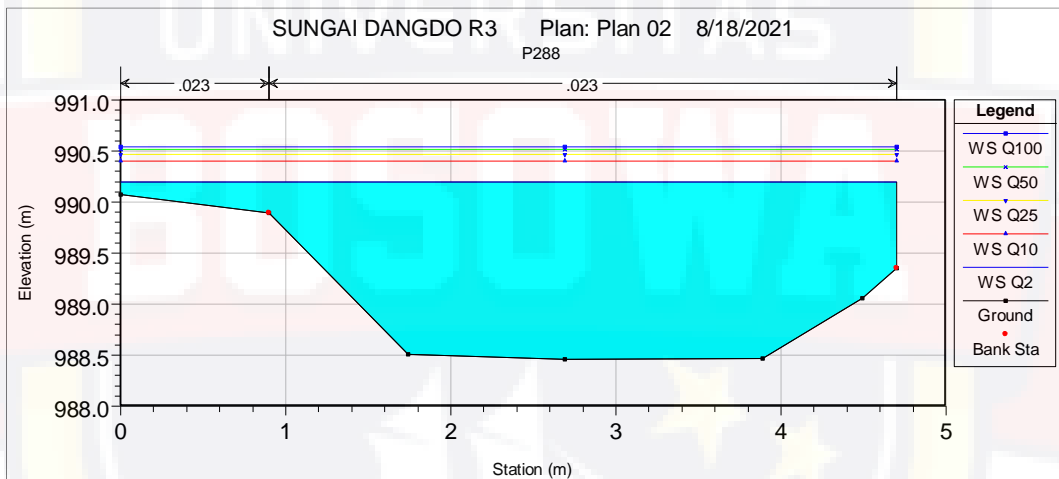
Gambar 4. 5. Profil Melintang STA 3



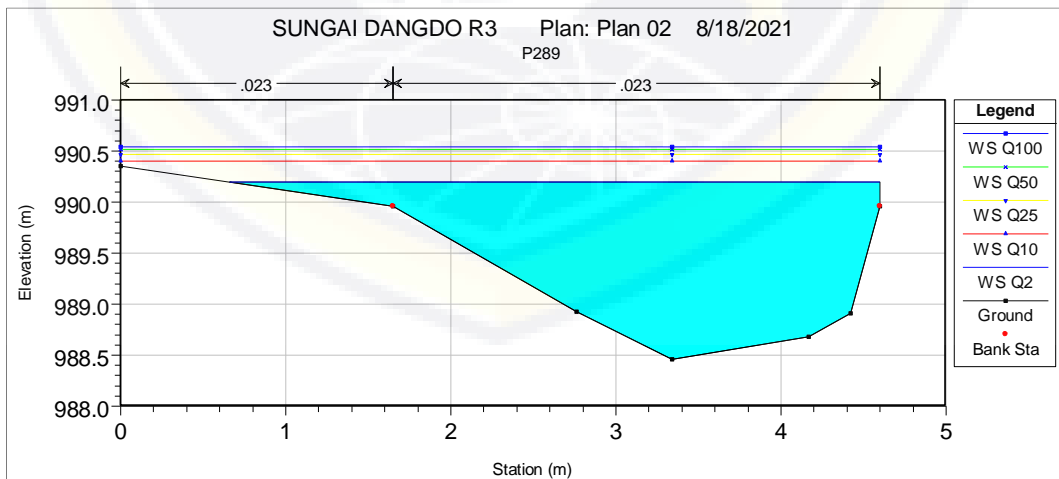
Gambar 4. 6. Profil Melintang STA 4



Gambar 4. 7. Profil Melintang STA 5

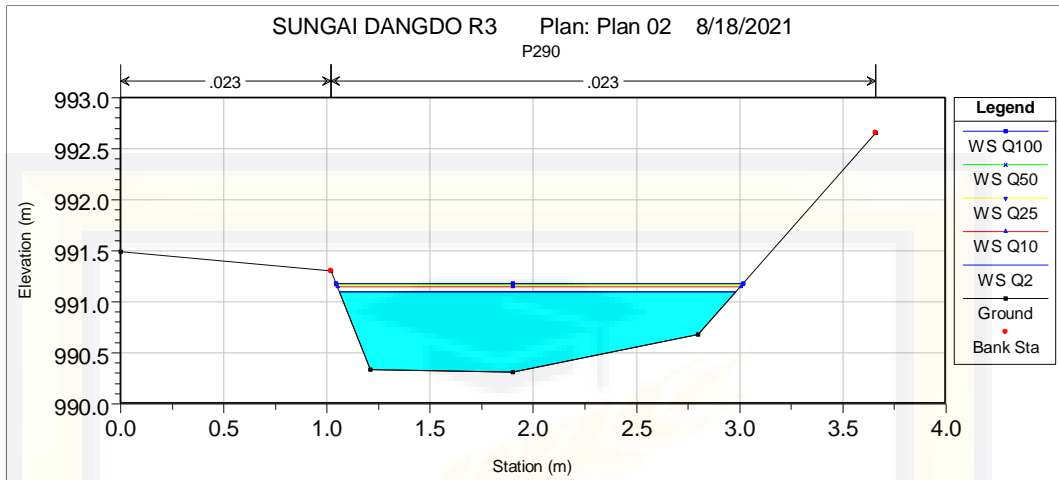


Gambar 4. 8. Profil Melintang STA 6

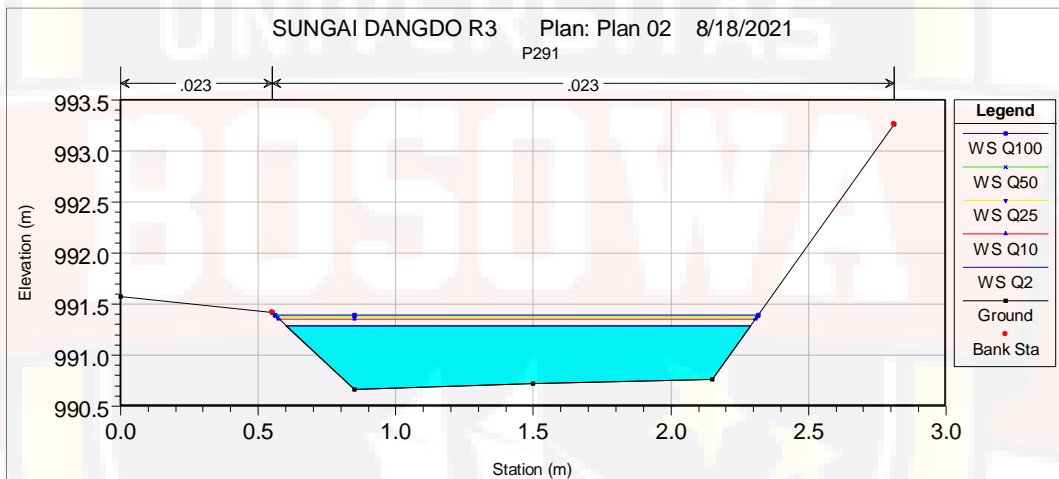


Gambar 4. 9. Profil Melintang STA 7

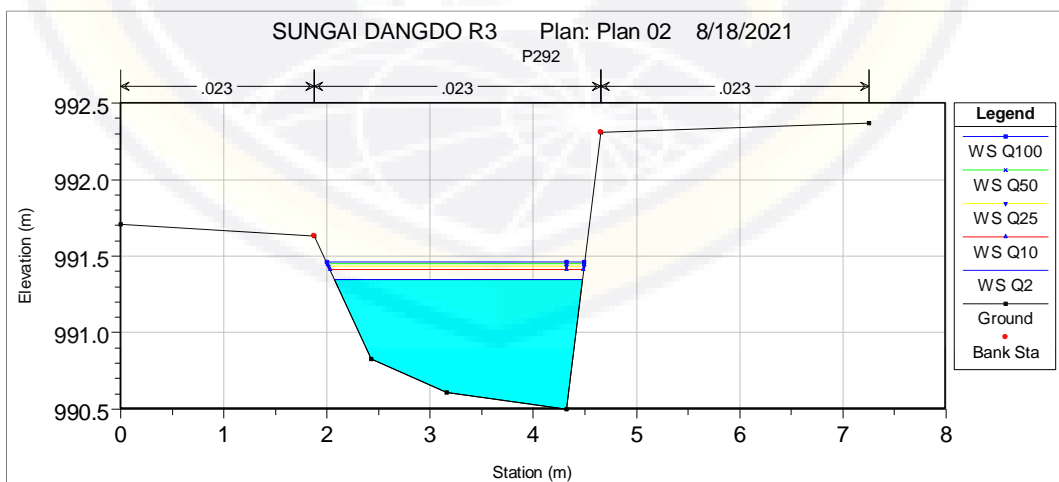




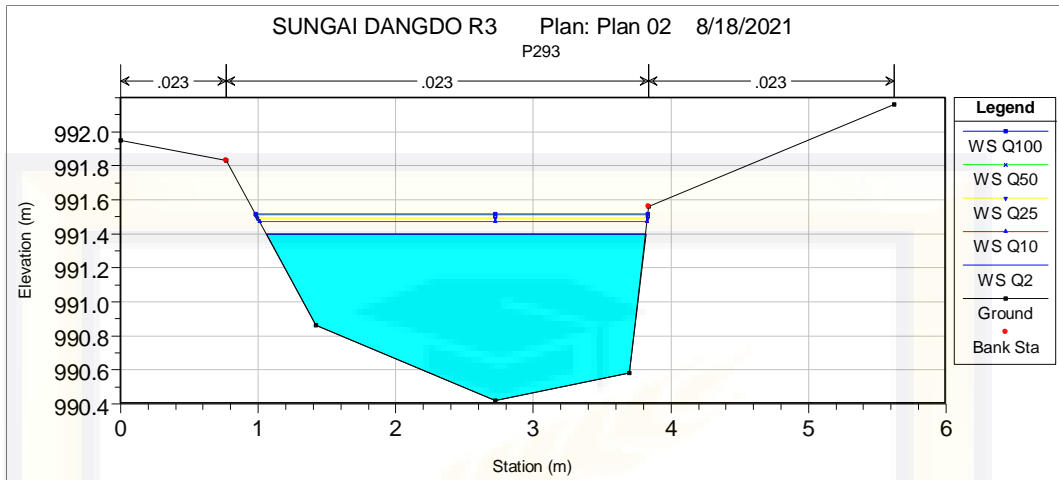
Gambar 4. 10. Profil Melintang STA 8



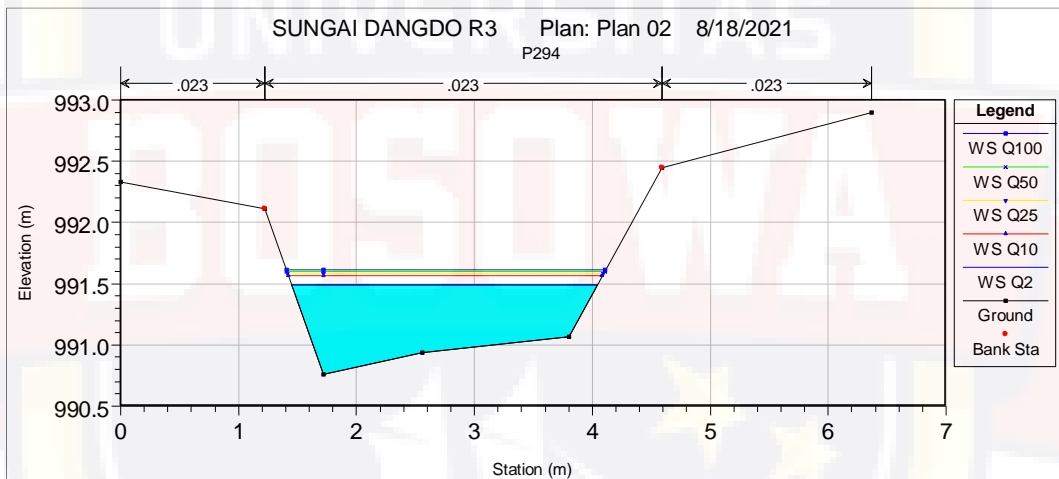
Gambar 4. 11. Profil Melintang STA 9



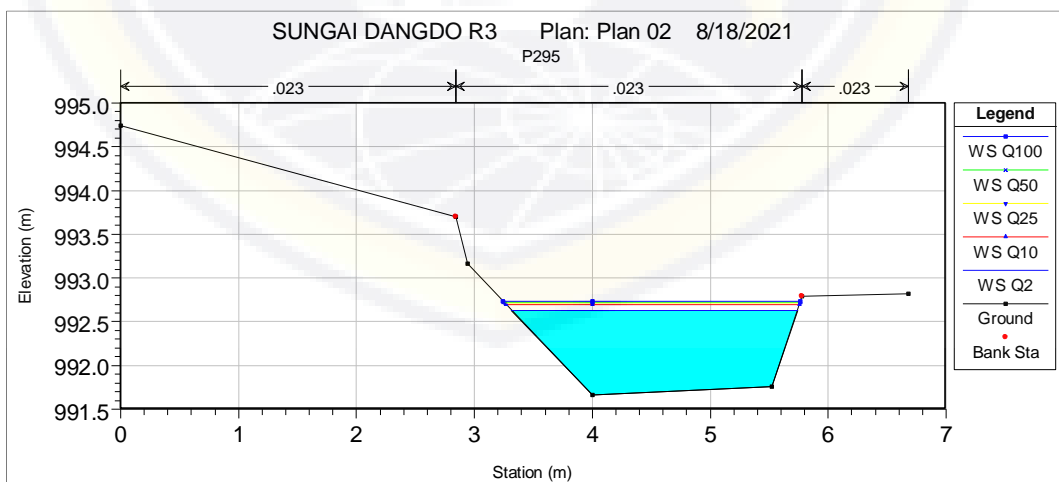
Gambar 4. 12. Profil Melintang STA 10



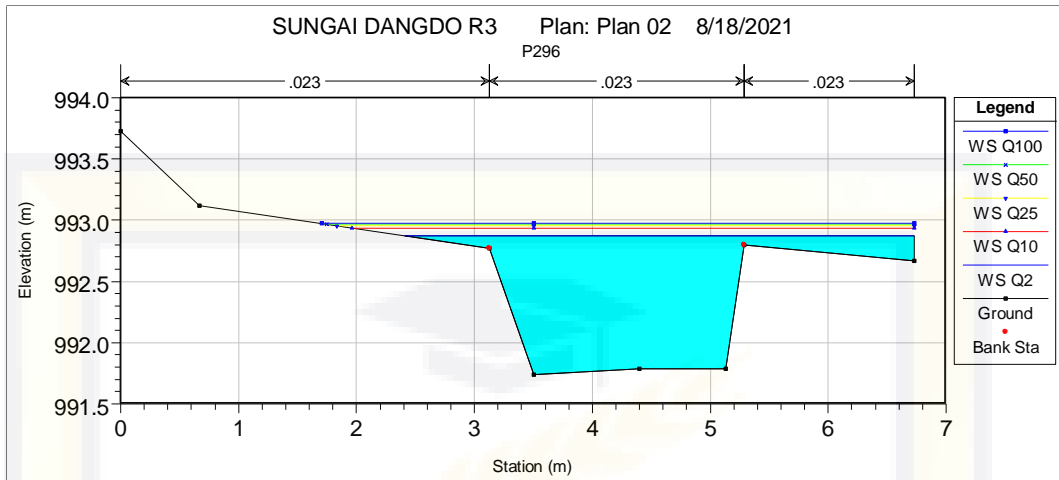
Gambar 4. 13. Profil Melintang STA 11



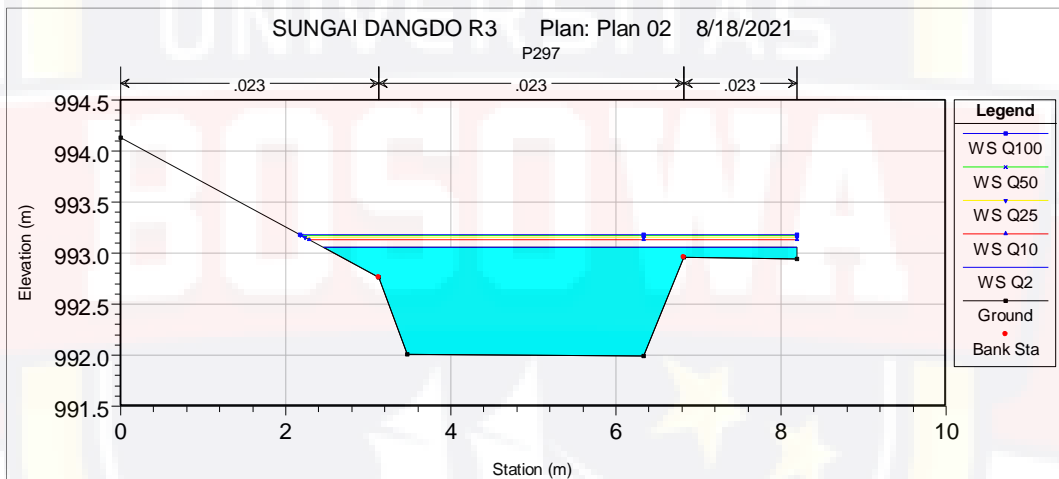
Gambar 4. 14. Profil Melintang STA 12



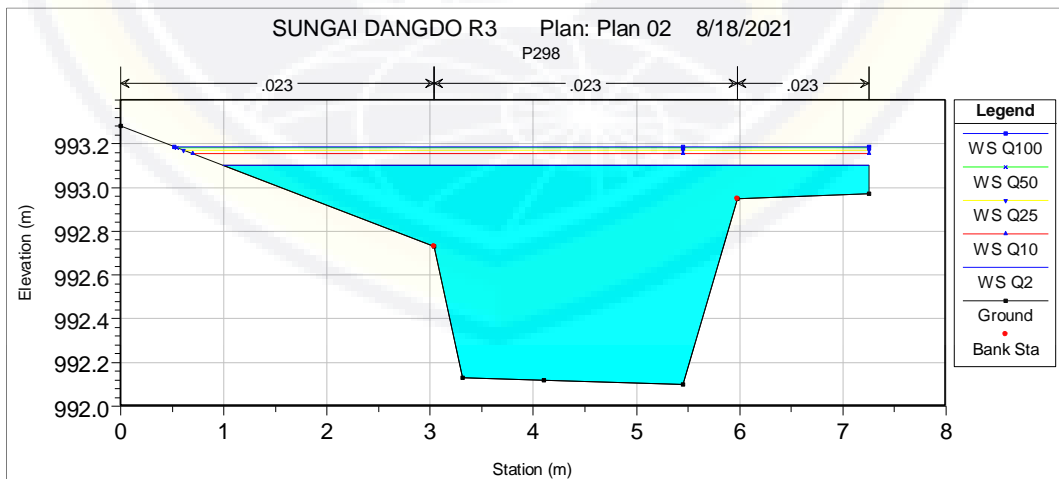
Gambar 4. 15. Profil Melintang STA 13



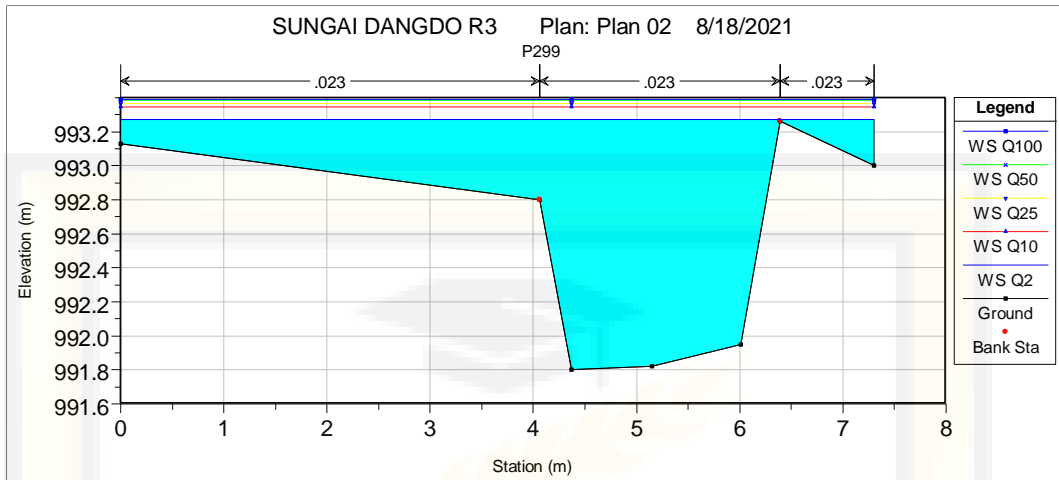
Gambar 4. 16. Profil Melintang STA 14



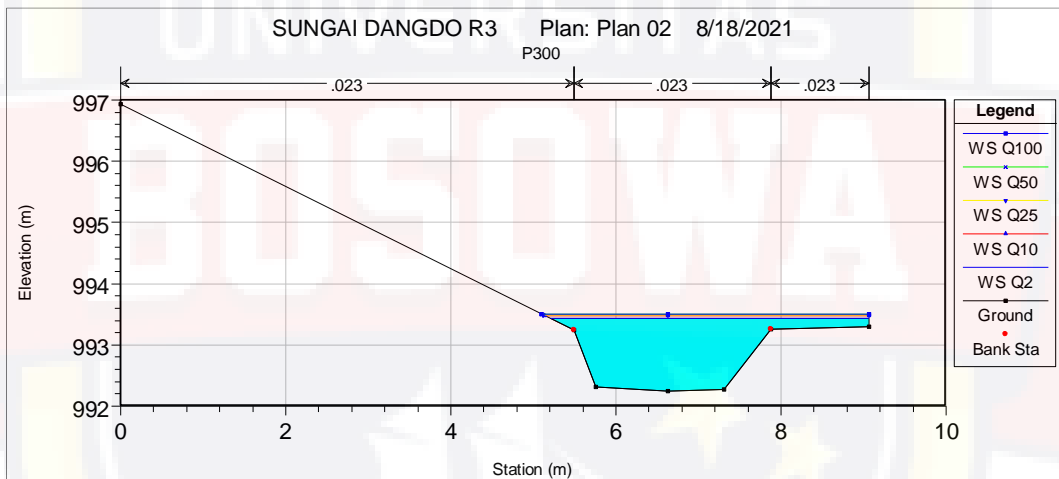
Gambar 4. 17. Profil Melintang STA 15



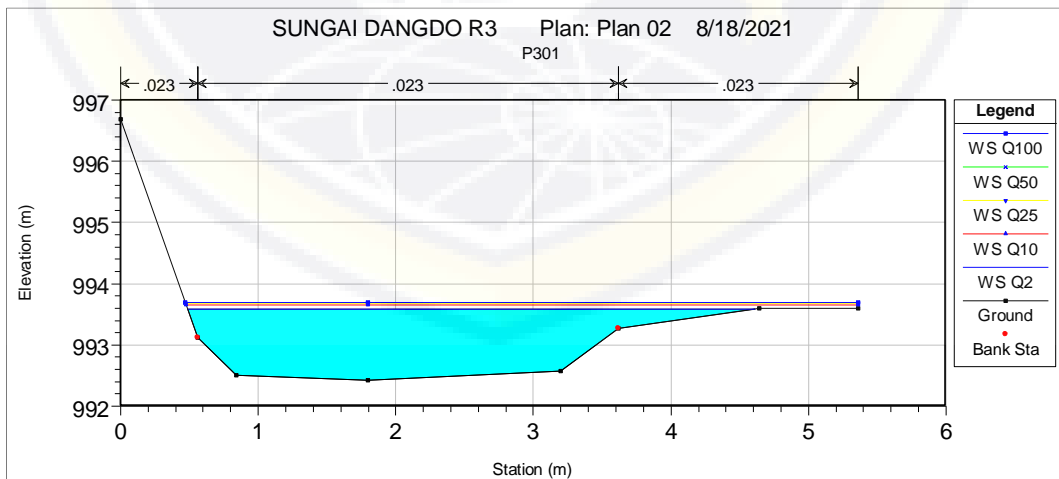
Gambar 4. 18. Profil Melintang STA 16



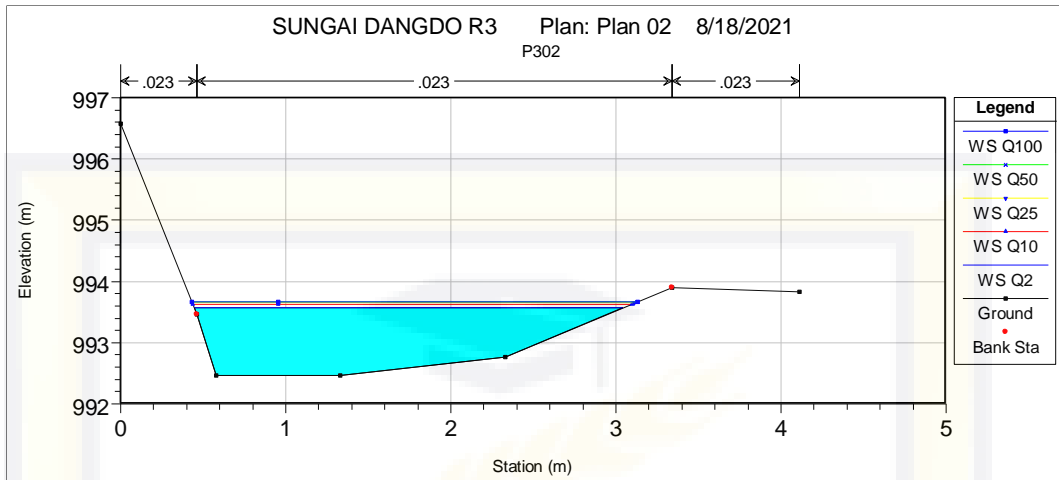
Gambar 4. 19. Profil Melintang STA 17



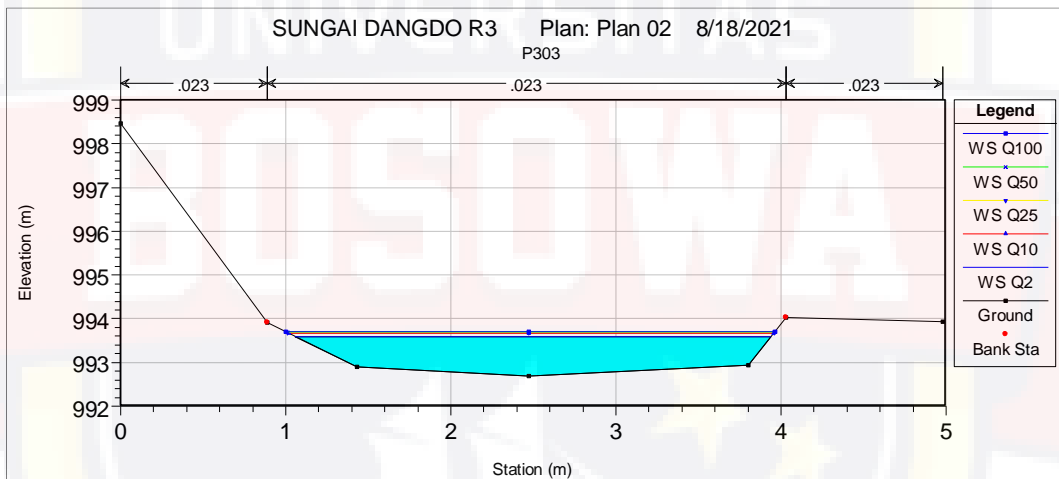
Gambar 4. 20. Profil Melintang STA 18



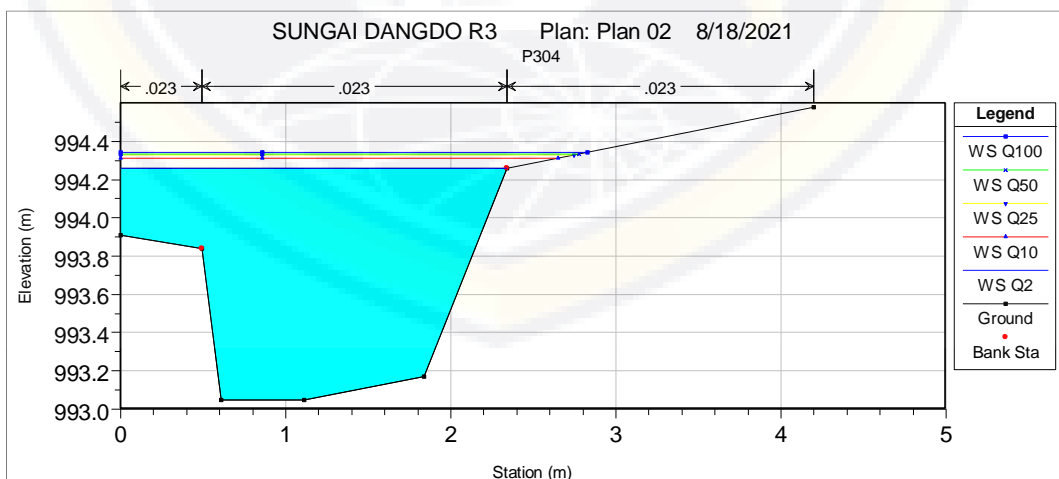
Gambar 4. 21. Profil Melintang STA 19



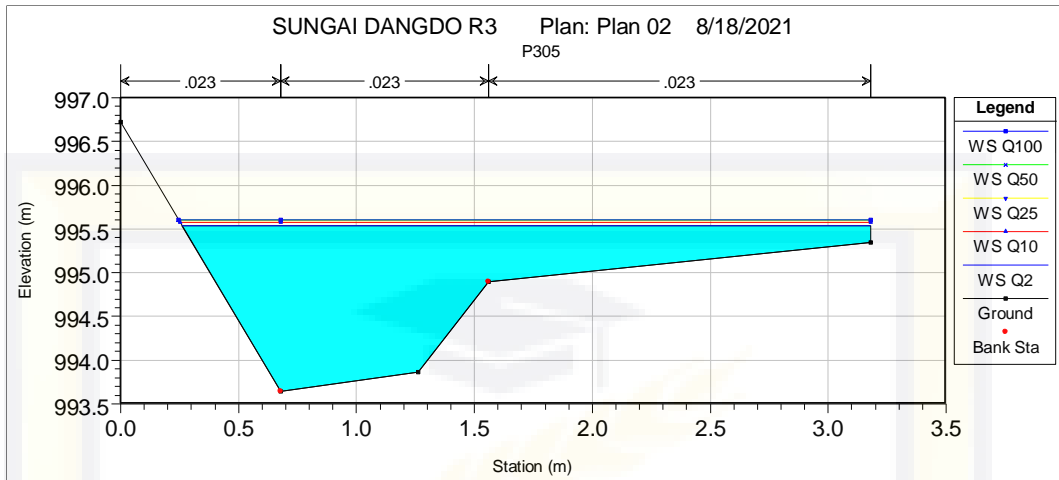
Gambar 4. 22. Profil Melintang STA 20



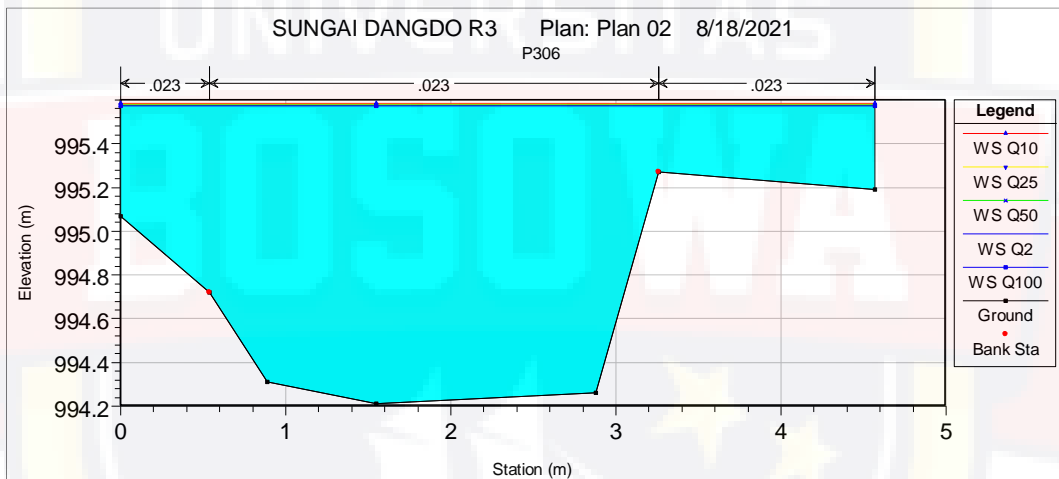
Gambar 4. 23. Profil Melintang STA 21



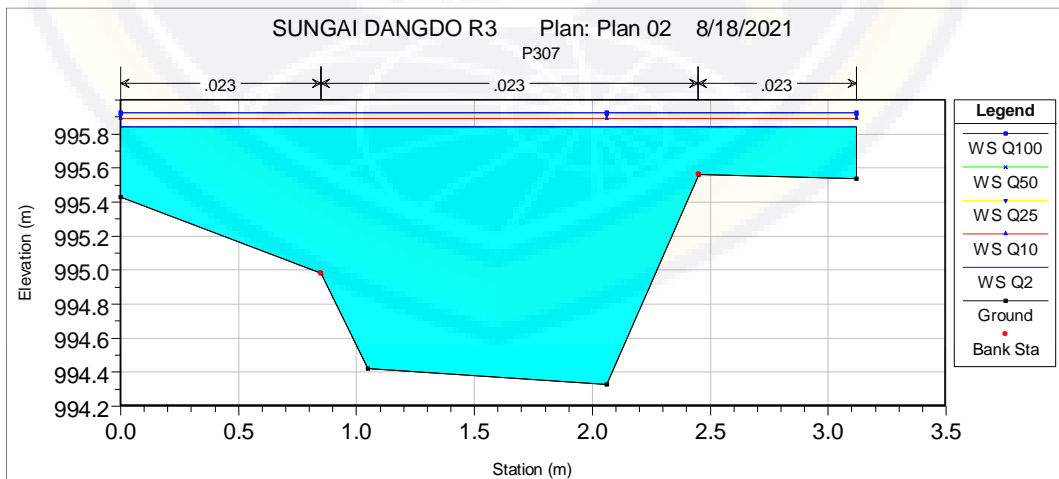
Gambar 4. 24. Profil Melintang STA 22



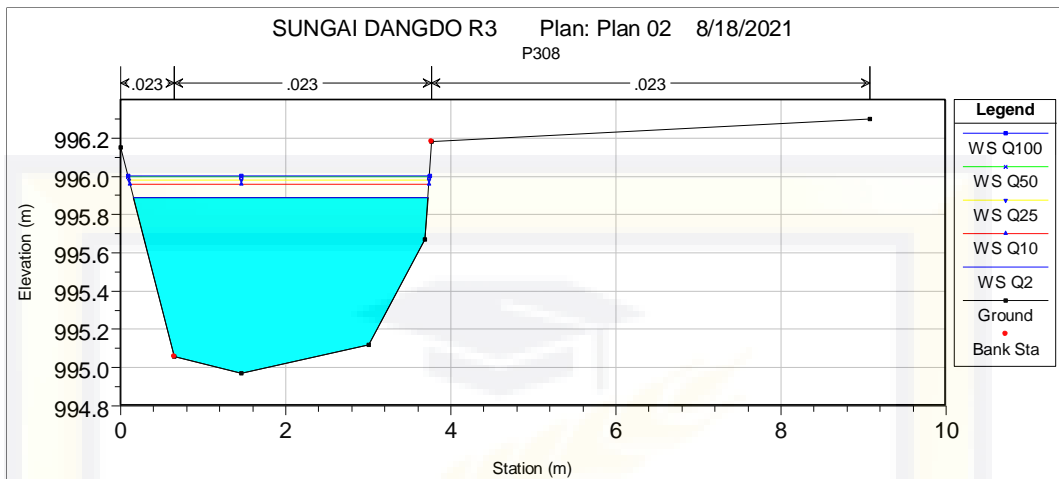
Gambar 4. 25. Profil Melintang STA 23



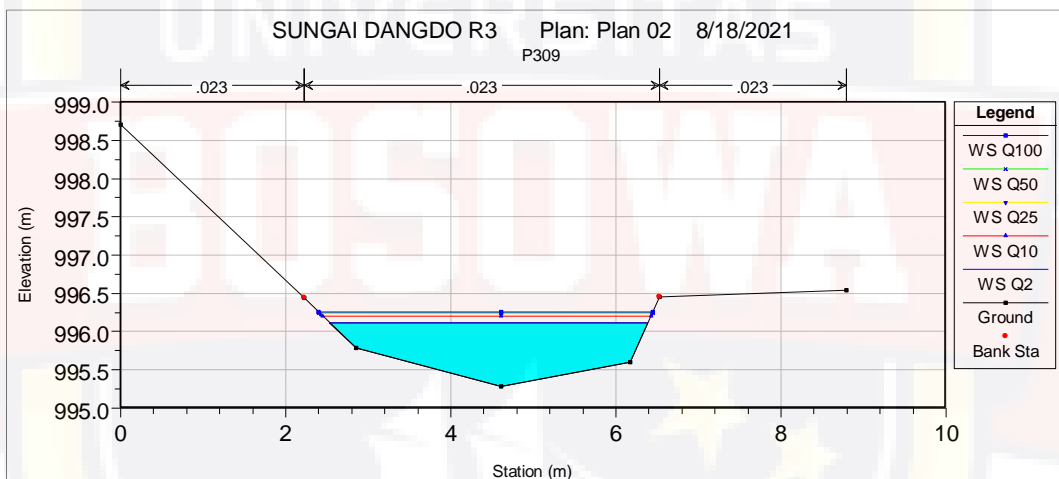
Gambar 4. 26. Profil Melintang STA 24



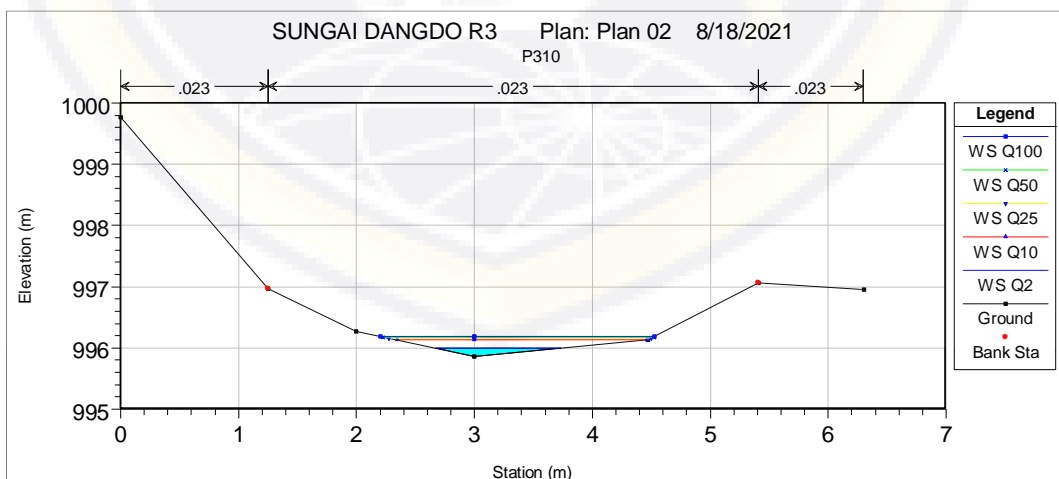
Gambar 4. 27. Profil Melintang STA 25



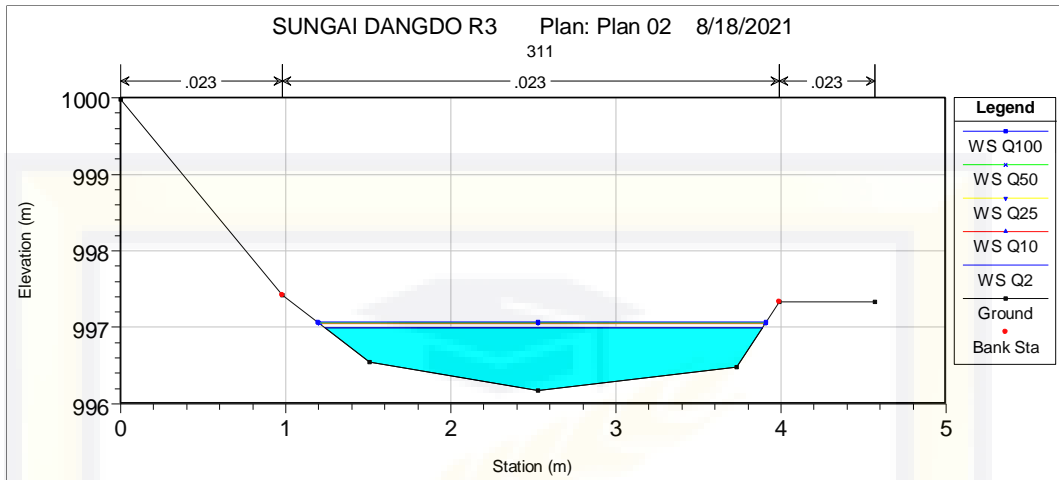
Gambar 4. 28. Profil Melintang STA 26



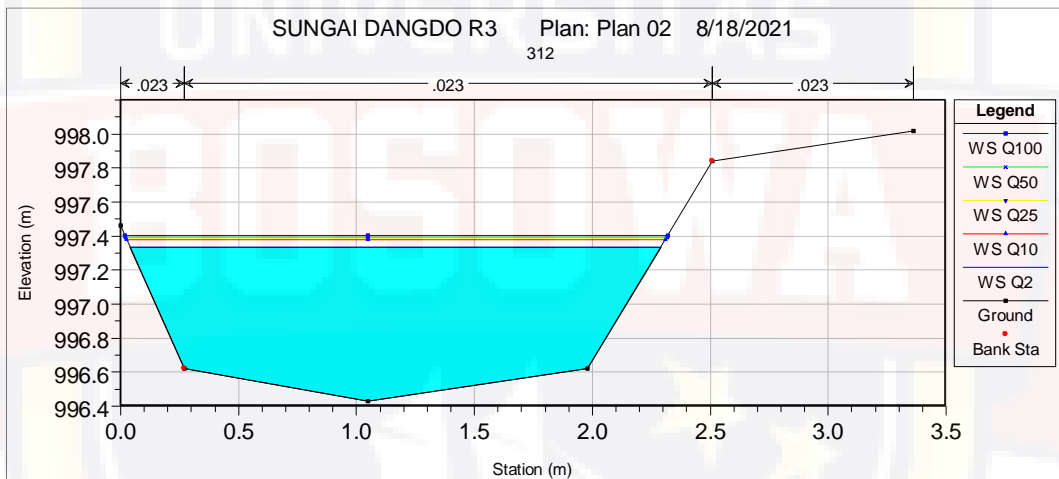
Gambar 4. 29. Profil Melintang STA 27



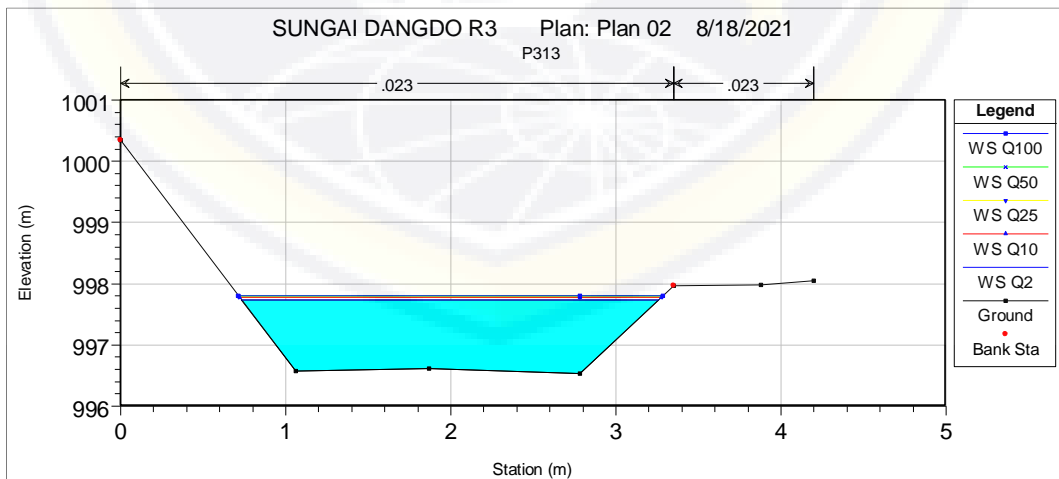
Gambar 4. 30. Profil Melintang STA 28



Gambar 4. 31. Profil Melintang STA 29

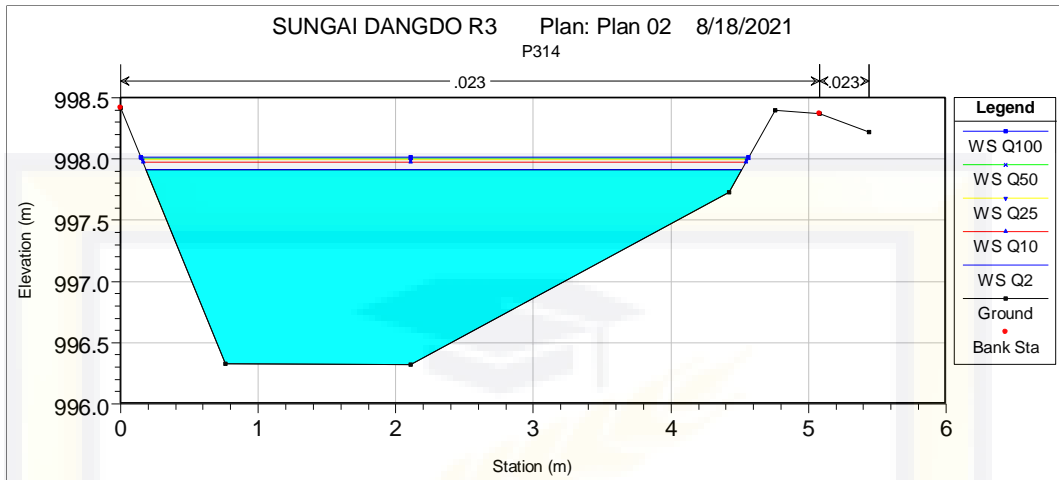


Gambar 4. 32. Profil Melintang STA 30

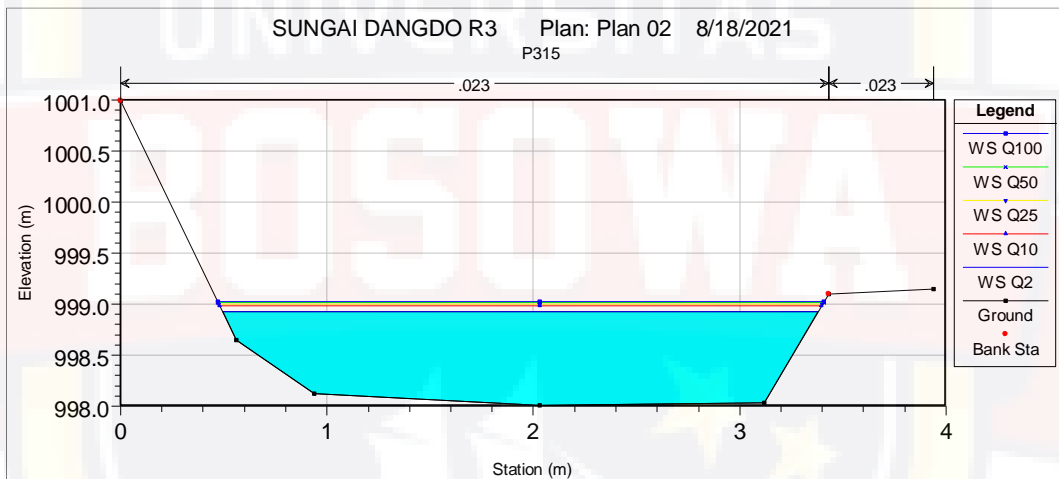


Gambar 4. 33. Profil Melintang STA 31

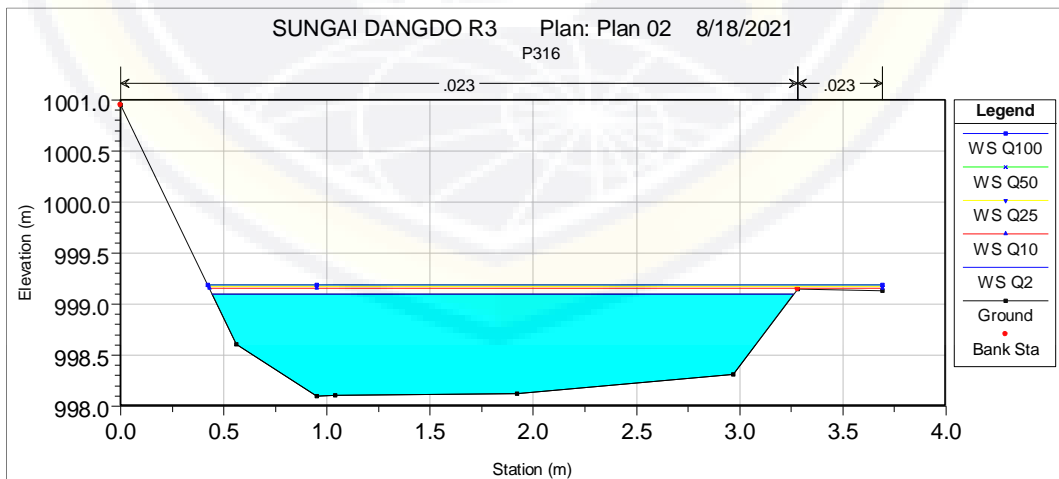




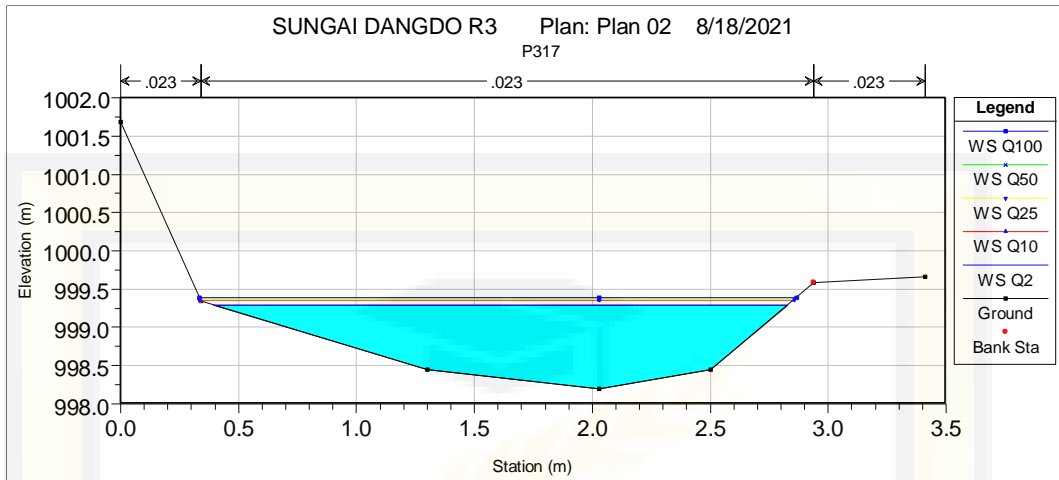
Gambar 4. 34. Profil Melintang STA 32



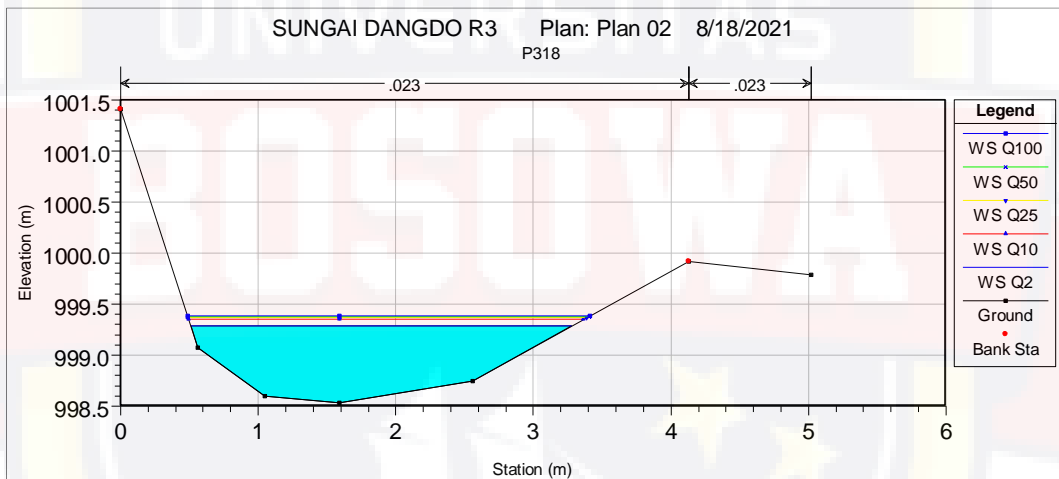
Gambar 4. 35. Profil Melintang STA 33



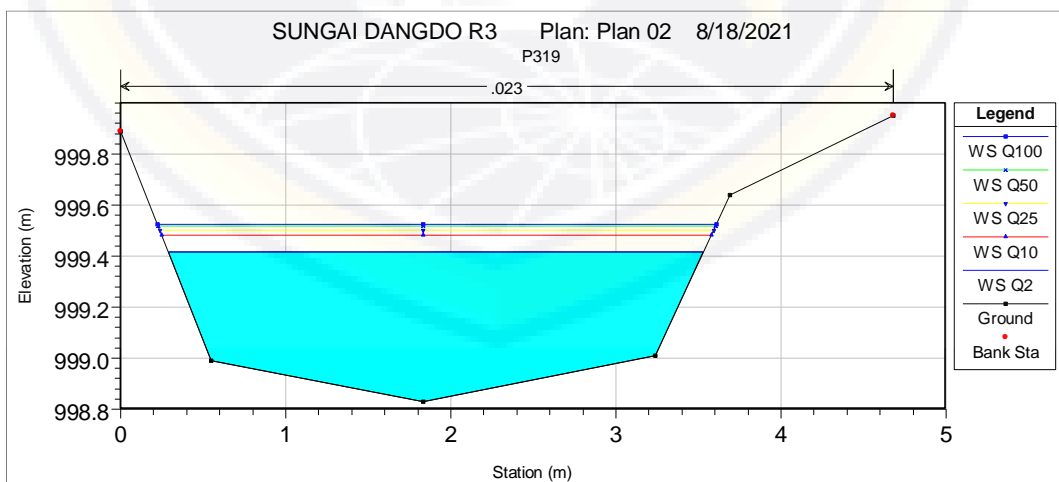
Gambar 4. 36. Profil Melintang STA 34



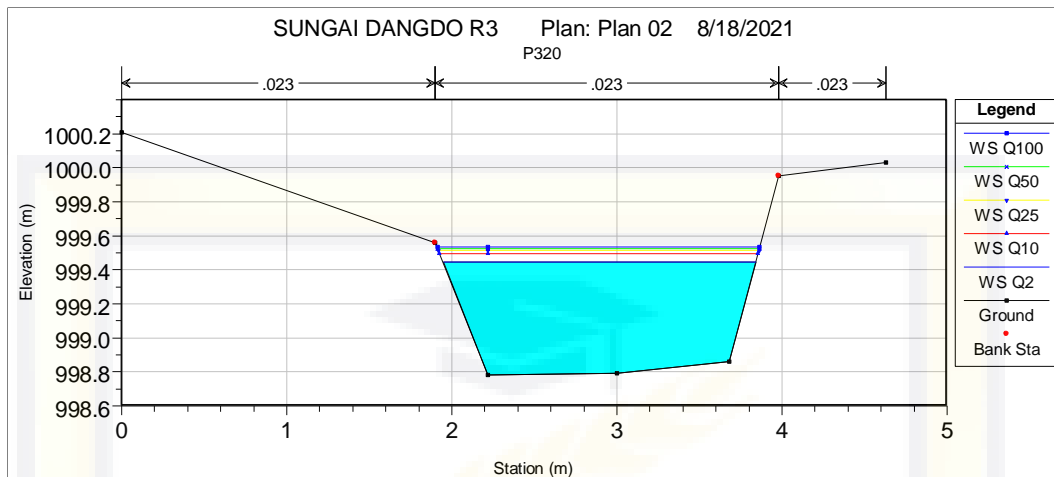
Gambar 4. 37. Profil Melintang STA 35



Gambar 4. 38. Profil Melintang STA 36



Gambar 4. 39. Profil Melintang STA 37



Gambar 4. 40. Profil Melintang STA 38

Dari hasil simulasi muka air banjir terhadap penampang sungai dangdo menggunakan Hec ras dapat dilihat bahwa terjadi luapan di segmen profil muka air banjir pada sta 1, sta 5, sta 6, sta 7, sta 14, sta 15, sta 16, sta 17, sta 18, sta 19, sta 22, sta 23, sta 24, dan sta 25 dimana sempadan kiri atau sempadan kanan sungai berada di bawah elevasi debit banjir rencana.

Tabel 4. 14. Hasil Analisa Perhitungan HEC-RAS periode ulang 2 tahun

Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	E.G. Elev	E.G. Slope
			(m <sup>3</sup> /s)	(m)	(m)	(m)	(m/m)
P320	38	Q2	7.53	998.78	999.45	999.62	0.008136
P319	37	Q2	7.53	998.83	999.42	999.48	0.001659
P318	36	Q2	7.53	998.53	999.28	999.4	0.004344
P317	35	Q2	7.53	998.2	999.29	999.35	0.00164
P316	34	Q2	7.53	998.1	999.1	999.26	0.004688
P315	33	Q2	7.53	998.01	998.92	999.12	0.005547
P314	32	Q2	7.53	996.32	997.91	997.94	0.000488
P313	31	Q2	7.53	996.53	997.74	997.88	0.004113
P312	30	Q2	7.53	996.43	997.34	997.47	0.005783
P311	29	Q2	7.53	996.17	997	997.14	0.006128
P310	28	Q2	7.53	995.86	995.99	996.26	0.007112
P309	27	Q2	7.53	995.28	996.12	996.13	0.000178

Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch	W.S.	E.G.	E.G.
			(m <sup>3</sup> /s)	El	Elev	Elev	Slope
			(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)
P308	26	Q2	7.53	994.97	995.89	996.08	0.005103
P307	25	Q2	7.53	994.33	995.84	995.99	0.003539
P306	24	Q2	7.53	994.21	995.58	995.75	0.002284
P305	23	Q2	7.53	993.64	995.54	995.68	0.005626
P304	22	Q2	7.53	993.04	994.26	994.43	0.005483
P303	21	Q2	7.53	992.69	993.6	993.67	0.002433
P302	20	Q2	7.53	992.46	993.57	993.63	0.001666
P301	19	Q2	7.53	992.43	993.59	993.6	0.000177
P300	18	Q2	7.53	992.24	993.43	993.57	0.003842
P299	17	Q2	7.53	991.8	993.27	993.32	0.001134
P298	16	Q2	7.53	992.1	993.1	993.26	0.003675
P297	15	Q2	7.53	991.99	993.06	993.13	0.001446
P296	14	Q2	7.53	991.74	992.87	993.02	0.004573
P295	13	Q2	7.53	991.66	992.63	992.8	0.006151
P294	12	Q2	7.53	990.76	991.49	991.55	0.001626
P293	11	Q2	7.53	990.42	991.4	991.48	0.002348
P292	10	Q2	7.53	990.5	991.35	991.42	0.002092
P291	9	Q2	7.53	990.66	991.29	991.39	0.003216
P290	8	Q2	7.53	990.31	991.1	991.26	0.007405
P289	7	Q2	7.53	988.46	990.19	990.22	0.000367
P288	6	Q2	7.53	988.46	990.19	990.21	0.00017
P287	5	Q2	7.53	988.2	990.19	990.2	0.000146
P286	4	Q2	7.53	988.58	989.69	990.15	0.00944
P285	3	Q2	7.53	987.3	988.24	988.64	0.00859
P284	2	Q2	7.53	987.06	988.22	988.28	0.001983
P283	1	Q2	7.53	986.7	987.78	988.12	0.008033

(sumber : hasil analisis)

Tabel 4. 15. Hasil Analisa Perhitungan HEC-RAS periode ulang 10 tahun

Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch	W.S.	E.G.	E.G.
			(m <sup>3</sup> /s)	El	Elev	Elev	Slope
			(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)
P320	38	Q10	9.34	998.78	999.5	999.69	0.008218
P319	37	Q10	9.34	998.83	999.48	999.55	0.001742
P318	36	Q10	9.34	998.53	999.35	999.47	0.004169
P317	35	Q10	9.34	998.2	999.35	999.43	0.001807
P316	34	Q10	9.34	998.1	999.15	999.33	0.004996
P315	33	Q10	9.34	998.01	998.98	999.2	0.005977
P314	32	Q10	9.34	996.32	997.97	998.01	0.000617

Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch	W.S.	E.G.	E.G.
			(m <sup>3</sup> /s)	El	Elev	Elev	Slope
			(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)
P313	31	Q10	9.34	996.53	997.78	997.94	0.00461
P312	30	Q10	9.34	996.43	997.38	997.53	0.006152
P311	29	Q10	9.34	996.17	997.04	997.2	0.00621
P310	28	Q10	9.34	995.86	996.13	996.36	0.00649
P309	27	Q10	9.34	995.28	996.21	996.23	0.000213
P308	26	Q10	9.34	994.97	995.96	996.17	0.005245
P307	25	Q10	9.34	994.33	995.89	996.06	0.003901
P306	24	Q10	9.34	994.21	995.59	995.85	0.003393
P305	23	Q10	9.34	993.64	995.57	995.73	0.00649
P304	22	Q10	9.34	993.04	994.31	994.5	0.005648
P303	21	Q10	9.34	992.69	993.66	993.75	0.002512
P302	20	Q10	9.34	992.46	993.63	993.7	0.001834
P301	19	Q10	9.34	992.43	993.66	993.67	0.000236
P300	18	Q10	9.34	992.24	993.48	993.64	0.004144
P299	17	Q10	9.34	991.8	993.34	993.4	0.001154
P298	16	Q10	9.34	992.1	993.15	993.34	0.003966
P297	15	Q10	9.34	991.99	993.13	993.21	0.001525
P296	14	Q10	9.34	991.74	992.94	993.11	0.004667
P295	13	Q10	9.34	991.66	992.69	992.88	0.006338
P294	12	Q10	9.34	990.76	991.56	991.64	0.001685
P293	11	Q10	9.34	990.42	991.47	991.56	0.002368
P292	10	Q10	9.34	990.5	991.42	991.5	0.002164
P291	9	Q10	9.34	990.66	991.35	991.47	0.00334
P290	8	Q10	9.34	990.31	991.15	991.34	0.007557
P289	7	Q10	9.34	988.46	990.4	990.42	0.000301
P288	6	Q10	9.34	988.46	990.4	990.42	0.000141
P287	5	Q10	9.34	988.2	990.4	990.41	0.000119
P286	4	Q10	9.34	988.58	989.84	990.35	0.009568
P285	3	Q10	9.34	987.3	988.37	988.82	0.00861
P284	2	Q10	9.34	987.06	988.36	988.41	0.001464
P283	1	Q10	9.34	986.7	987.91	988.28	0.007923

(sumber : hasil analisis)

Tabel 4. 16. Hasil Analisa Perhitungan HEC-RAS periode ulang 25 tahun

Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch	W.S.	E.G.	E.G.
			(m <sup>3</sup> /s)	El	Elev	Elev	Slope
			(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)
P320	38	Q25	9.93	998.78	999.52	999.72	0.007953
P319	37	Q25	9.93	998.83	999.5	999.58	0.00177

Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch	W.S.	E.G.	E.G.
			(m <sup>3</sup> /s)	El (m)	Elev (m)	Elev (m)	Slope (m/m)
P318	36	Q25	9.93	998.53	999.37	999.5	0.00421
P317	35	Q25	9.93	998.2	999.37	999.45	0.001881
P316	34	Q25	9.93	998.1	999.17	999.35	0.004927
P315	33	Q25	9.93	998.01	999	999.23	0.006265
P314	32	Q25	9.93	996.32	997.99	998.04	0.000658
P313	31	Q25	9.93	996.53	997.79	997.96	0.00476
P312	30	Q25	9.93	996.43	997.39	997.55	0.00626
P311	29	Q25	9.93	996.17	997.06	997.22	0.006276
P310	28	Q25	9.93	995.86	996.16	996.39	0.006484
P309	27	Q25	9.93	995.28	996.23	996.25	0.000224
P308	26	Q25	9.93	994.97	995.98	996.19	0.005256
P307	25	Q25	9.93	994.33	995.91	996.08	0.004005
P306	24	Q25	9.93	994.21	995.58	995.88	0.0039
P305	23	Q25	9.93	993.64	995.59	995.75	0.006362
P304	22	Q25	9.93	993.04	994.33	994.52	0.005689
P303	21	Q25	9.93	992.69	993.68	993.78	0.00254
P302	20	Q25	9.93	992.46	993.65	993.73	0.001885
P301	19	Q25	9.93	992.43	993.68	993.7	0.00025
P300	18	Q25	9.93	992.24	993.49	993.66	0.004287
P299	17	Q25	9.93	991.8	993.37	993.42	0.001157
P298	16	Q25	9.93	992.1	993.17	993.36	0.004054
P297	15	Q25	9.93	991.99	993.15	993.24	0.001547
P296	14	Q25	9.93	991.74	992.95	993.13	0.004725
P295	13	Q25	9.93	991.66	992.71	992.9	0.006384
P294	12	Q25	9.93	990.76	991.59	991.66	0.001701
P293	11	Q25	9.93	990.42	991.49	991.58	0.002371
P292	10	Q25	9.93	990.5	991.44	991.52	0.002179
P291	9	Q25	9.93	990.66	991.37	991.49	0.00336
P290	8	Q25	9.93	990.31	991.16	991.36	0.007663
P289	7	Q25	9.93	988.46	990.47	990.49	0.000274
P288	6	Q25	9.93	988.46	990.47	990.48	0.000135
P287	5	Q25	9.93	988.2	990.47	990.48	0.000113
P286	4	Q25	9.93	988.58	989.89	990.42	0.009519
P285	3	Q25	9.93	987.3	988.4	988.88	0.008709
P284	2	Q25	9.93	987.06	988.4	988.45	0.001345
P283	1	Q25	9.93	986.7	987.94	988.32	0.007919

(sumber : hasil analisis)

Tabel 4. 17. Hasil Analisa Perhitungan HEC-RAS periode ulang 50 tahun

Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch	W.S.	E.G.	E.G.
			(m <sup>3</sup> /s)	El	Elev	Elev	Slope
			(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)
P320	38	Q50	10.36	998.78	999.53	999.74	0.007981
P319	37	Q50	10.36	998.83	999.52	999.6	0.001788
P318	36	Q50	10.36	998.53	999.38	999.51	0.00421
P317	35	Q50	10.36	998.2	999.38	999.47	0.001924
P316	34	Q50	10.36	998.1	999.19	999.37	0.004974
P315	33	Q50	10.36	998.01	999.02	999.25	0.006203
P314	32	Q50	10.36	996.32	998.01	998.05	0.000688
P313	31	Q50	10.36	996.53	997.8	997.97	0.004861
P312	30	Q50	10.36	996.43	997.39	997.57	0.006572
P311	29	Q50	10.36	996.17	997.06	997.24	0.006663
P310	28	Q50	10.36	995.86	996.18	996.41	0.006501
P309	27	Q50	10.36	995.28	996.25	996.27	0.000232
P308	26	Q50	10.36	994.97	996	996.21	0.005295
P307	25	Q50	10.36	994.33	995.92	996.09	0.004051
P306	24	Q50	10.36	994.21	995.58	995.91	0.004319
P305	23	Q50	10.36	993.64	995.6	995.76	0.006334
P304	22	Q50	10.36	993.04	994.33	994.54	0.005991
P303	21	Q50	10.36	992.69	993.69	993.79	0.002562
P302	20	Q50	10.36	992.46	993.66	993.74	0.001924
P301	19	Q50	10.36	992.43	993.69	993.71	0.00026
P300	18	Q50	10.36	992.24	993.5	993.67	0.004347
P299	17	Q50	10.36	991.8	993.38	993.44	0.001152
P298	16	Q50	10.36	992.1	993.18	993.38	0.004125
P297	15	Q50	10.36	991.99	993.17	993.26	0.001561
P296	14	Q50	10.36	991.74	992.97	993.15	0.004807
P295	13	Q50	10.36	991.66	992.73	992.92	0.00638
P294	12	Q50	10.36	990.76	991.6	991.68	0.001712
P293	11	Q50	10.36	990.42	991.51	991.6	0.002372
P292	10	Q50	10.36	990.5	991.45	991.54	0.002188
P291	9	Q50	10.36	990.66	991.38	991.51	0.003374
P290	8	Q50	10.36	990.31	991.17	991.38	0.007738
P289	7	Q50	10.36	988.46	990.52	990.54	0.000257
P288	6	Q50	10.36	988.46	990.52	990.53	0.000131
P287	5	Q50	10.36	988.2	990.51	990.53	0.000109
P286	4	Q50	10.36	988.58	989.91	990.46	0.009637
P285	3	Q50	10.36	987.3	988.44	988.92	0.008607
P284	2	Q50	10.36	987.06	988.43	988.48	0.001264



P283	1	Q50	10.36	986.7	987.96	988.36	0.00795
------	---	-----	-------	-------	--------	--------	---------

(sumber : hasil analisis)

Tabel 4. 18. Hasil Analisa Perhitungan HEC-RAS periode ulang 100 tahun

Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch	W.S.	E.G.	E.G.
			(m <sup>3</sup> /s)	El (m)	Elev (m)	Elev (m)	Slope (m/m)
P320	38	Q100	10.59	998.78	999.53	999.74	0.008002
P319	37	Q100	10.59	998.83	999.53	999.61	0.001796
P318	36	Q100	10.59	998.53	999.39	999.52	0.004203
P317	35	Q100	10.59	998.2	999.39	999.47	0.001945
P316	34	Q100	10.59	998.1	999.19	999.37	0.005012
P315	33	Q100	10.59	998.01	999.02	999.26	0.006219
P314	32	Q100	10.59	996.32	998.01	998.06	0.000704
P313	31	Q100	10.59	996.53	997.81	997.98	0.004918
P312	30	Q100	10.59	996.43	997.4	997.57	0.006379
P311	29	Q100	10.59	996.17	997.07	997.24	0.006443
P310	28	Q100	10.59	995.86	996.19	996.42	0.006513
P309	27	Q100	10.59	995.28	996.26	996.28	0.000238
P308	26	Q100	10.59	994.97	996	996.22	0.005341
P307	25	Q100	10.59	994.33	995.93	996.1	0.004103
P306	24	Q100	10.59	994.21	995.57	995.92	0.004569
P305	23	Q100	10.59	993.64	995.61	995.77	0.006359
P304	22	Q100	10.59	993.04	994.34	994.54	0.005901
P303	21	Q100	10.59	992.69	993.7	993.8	0.002573
P302	20	Q100	10.59	992.46	993.67	993.75	0.001944
P301	19	Q100	10.59	992.43	993.7	993.72	0.000265
P300	18	Q100	10.59	992.24	993.5	993.68	0.004379
P299	17	Q100	10.59	991.8	993.39	993.45	0.001148
P298	16	Q100	10.59	992.1	993.19	993.39	0.004181
P297	15	Q100	10.59	991.99	993.18	993.27	0.001569
P296	14	Q100	10.59	991.74	992.97	993.16	0.004824
P295	13	Q100	10.59	991.66	992.73	992.92	0.006414
P294	12	Q100	10.59	990.76	991.61	991.69	0.001717
P293	11	Q100	10.59	990.42	991.52	991.61	0.00237
P292	10	Q100	10.59	990.5	991.46	991.55	0.002189
P291	9	Q100	10.59	990.66	991.39	991.52	0.003368
P290	8	Q100	10.59	990.31	991.18	991.39	0.007857
P289	7	Q100	10.59	988.46	990.54	990.56	0.000249
P288	6	Q100	10.59	988.46	990.54	990.55	0.000129
P287	5	Q100	10.59	988.2	990.54	990.55	0.000108
P286	4	Q100	10.59	988.58	989.93	990.49	0.00965



Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch	W.S.	E.G.	E.G.
			(m <sup>3</sup> /s)	El	Elev	Elev	Slope
				(m)	(m)	(m)	(m/m)
P285	3	Q100	10.59	987.3	988.45	988.94	0.008575
P284	2	Q100	10.59	987.06	988.44	988.5	0.001225
P283	1	Q100	10.59	986.7	987.97	988.37	0.0079

(sumber : hasil analisis)

Berikut adalah hasil analisis ketinggian banjir untuk masing-masing STA dengan kala ulang Q2, Q10, Q25, Q50 dan Q100 seperti pada tabel berikut :

Tabel 4. 19. Ketinggian banjir kala ulang 2 tahun

Debit Rencana 2 Tahun				
Sta.Topografi	River Sta	Elv.D.Sungai	Elev.Muka air	Tinggi Muka Air
		(m)	(m)	(m)
P320	38	998.78	999.45	0.67
P319	37	998.83	999.42	0.59
P318	36	998.53	999.28	0.75
P317	35	998.2	999.29	1.09
P316	34	998.1	999.1	1
P315	33	998.01	998.92	0.91
P314	32	996.32	997.91	1.59
P313	31	996.53	997.74	1.21
P312	30	996.43	997.34	0.91
P311	29	996.17	997	0.83
P310	28	995.86	995.99	0.13
P309	27	995.28	996.12	0.84
P308	26	994.97	995.89	0.92
P307	25	994.33	995.84	1.51
P306	24	994.21	995.58	1.37
P305	23	993.64	995.54	1.9
P304	22	993.04	994.26	1.22
P303	21	992.69	993.6	0.91
P302	20	992.46	993.57	1.11
P301	19	992.43	993.59	1.16
P300	18	992.24	993.43	1.19
P299	17	991.8	993.27	1.47
P298	16	992.1	993.1	1
P297	15	991.99	993.06	1.07
P296	14	991.74	992.87	1.13
P295	13	991.66	992.63	0.97

Debit Rencana 2 Tahun				
Sta.Topografi	River Sta	Elv.D.Sungai	Elev.Muka air	Tinggi Muka Air
		(m)	(m)	(m)
P294	12	990.76	991.49	0.73
P293	11	990.42	991.4	0.98
P292	10	990.5	991.35	0.85
P291	9	990.66	991.29	0.63
P290	8	990.31	991.1	0.79
P289	7	988.46	990.19	1.73
P288	6	988.46	990.19	1.73
P287	5	988.2	990.19	1.99
P286	4	988.58	989.69	1.11
P285	3	987.3	988.24	0.94
P284	2	987.06	988.22	1.16
P283	1	986.7	987.78	1.08

(sumber : hasil analisis)

Tabel 4. 20. Ketinggian banjir kala ulang 10 tahun

Debit Rencana 10 Tahun				
Sta.Topografi	River Sta	Elv.D.Sungai	Elev.Muka air	Tinggi Muka Air
		(m)	(m)	(m)
P320	38	998.78	999.5	0.72
P319	37	998.83	999.48	0.65
P318	36	998.53	999.35	0.82
P317	35	998.2	999.35	1.15
P316	34	998.1	999.15	1.05
P315	33	998.01	998.98	0.97
P314	32	996.32	997.97	1.65
P313	31	996.53	997.78	1.25
P312	30	996.43	997.38	0.95
P311	29	996.17	997.04	0.87
P310	28	995.86	996.13	0.27
P309	27	995.28	996.21	0.93
P308	26	994.97	995.96	0.99
P307	25	994.33	995.89	1.56
P306	24	994.21	995.59	1.38
P305	23	993.64	995.57	1.93
P304	22	993.04	994.31	1.27
P303	21	992.69	993.66	0.97
P302	20	992.46	993.63	1.17
P301	19	992.43	993.66	1.23
P300	18	992.24	993.48	1.24

Debit Rencana 10 Tahun				
Sta.Topografi	River Sta	Elv.D.Sungai	Elev.Muka air	Tinggi Muka Air
		(m)	(m)	(m)
P299	17	991.8	993.34	1.54
P298	16	992.1	993.15	1.05
P297	15	991.99	993.13	1.14
P296	14	991.74	992.94	1.2
P295	13	991.66	992.69	1.03
P294	12	990.76	991.56	0.8
P293	11	990.42	991.47	1.05
P292	10	990.5	991.42	0.92
P291	9	990.66	991.35	0.69
P290	8	990.31	991.15	0.84
P289	7	988.46	990.4	1.94
P288	6	988.46	990.4	1.94
P287	5	988.2	990.4	2.2
P286	4	988.58	989.84	1.26
P285	3	987.3	988.37	1.07
P284	2	987.06	988.36	1.3
P283	1	986.7	987.91	1.21

(sumber : hasil analisis)

Tabel 4. 21. Ketinggian banjir kala ulang 25 tahun

Debit Rencana 25 Tahun				
Sta.Topografi	River Sta	Elv.D.Sungai	Elev.Muka air	Tinggi Muka Air
		(m)	(m)	(m)
P320	38	998.78	999.52	0.74
P319	37	998.83	999.5	0.67
P318	36	998.53	999.37	0.84
P317	35	998.2	999.37	1.17
P316	34	998.1	999.17	1.07
P315	33	998.01	999	0.99
P314	32	996.32	997.99	1.67
P313	31	996.53	997.79	1.26
P312	30	996.43	997.39	0.96
P311	29	996.17	997.06	0.89
P310	28	995.86	996.16	0.3
P309	27	995.28	996.23	0.95
P308	26	994.97	995.98	1.01
P307	25	994.33	995.91	1.58
P306	24	994.21	995.58	1.37

Debit Rencana 25 Tahun				
Sta.Topografi	River Sta	Elv.D.Sungai	Elev.Muka air	Tinggi Muka Air
		(m)	(m)	(m)
P305	23	993.64	995.59	1.95
P304	22	993.04	994.33	1.29
P303	21	992.69	993.68	0.99
P302	20	992.46	993.65	1.19
P301	19	992.43	993.68	1.25
P300	18	992.24	993.49	1.25
P299	17	991.8	993.37	1.57
P298	16	992.1	993.17	1.07
P297	15	991.99	993.15	1.16
P296	14	991.74	992.95	1.21
P295	13	991.66	992.71	1.05
P294	12	990.76	991.59	0.83
P293	11	990.42	991.49	1.07
P292	10	990.5	991.44	0.94
P291	9	990.66	991.37	0.71
P290	8	990.31	991.16	0.85
P289	7	988.46	990.47	2.01
P288	6	988.46	990.47	2.01
P287	5	988.2	990.47	2.27
P286	4	988.58	989.89	1.31
P285	3	987.3	988.4	1.1
P284	2	987.06	988.4	1.34
P283	1	986.7	987.94	1.24

(sumber : hasil analisis)

Tabel 4. 22. Ketinggian banjir kala ulang 50 tahun

Debit Rencana 50 Tahun				
Sta.Topografi	River Sta	Elv.D.Sungai	Elev.Muka air	Tinggi Muka Air
		(m)	(m)	(m)
P320	38	998.78	999.53	0.75
P319	37	998.83	999.52	0.69
P318	36	998.53	999.38	0.85
P317	35	998.2	999.38	1.18
P316	34	998.1	999.19	1.09
P315	33	998.01	999.02	1.01
P314	32	996.32	998.01	1.69
P313	31	996.53	997.8	1.27
P312	30	996.43	997.39	0.96

Debit Rencana 50 Tahun				
Sta.Topografi	River Sta	Elv.D.Sungai	Elev.Muka air	Tinggi Muka Air
		(m)	(m)	(m)
P311	29	996.17	997.06	0.89
P310	28	995.86	996.18	0.32
P309	27	995.28	996.25	0.97
P308	26	994.97	996	1.03
P307	25	994.33	995.92	1.59
P306	24	994.21	995.58	1.37
P305	23	993.64	995.6	1.96
P304	22	993.04	994.33	1.29
P303	21	992.69	993.69	1
P302	20	992.46	993.66	1.2
P301	19	992.43	993.69	1.26
P300	18	992.24	993.5	1.26
P299	17	991.8	993.38	1.58
P298	16	992.1	993.18	1.08
P297	15	991.99	993.17	1.18
P296	14	991.74	992.97	1.23
P295	13	991.66	992.73	1.07
P294	12	990.76	991.6	0.84
P293	11	990.42	991.51	1.09
P292	10	990.5	991.45	0.95
P291	9	990.66	991.38	0.72
P290	8	990.31	991.17	0.86
P289	7	988.46	990.52	2.06
P288	6	988.46	990.52	2.06
P287	5	988.2	990.51	2.31
P286	4	988.58	989.91	1.33
P285	3	987.3	988.44	1.14
P284	2	987.06	988.43	1.37
P283	1	986.7	987.96	1.26

(sumber : hasil analisis)

Tabel 4. 23. Ketinggian banjir kala ulang 100 tahun

Debit Rencana 100 Tahun				
Sta.Topografi	River Sta	Elv.D.Sungai	Elev.Muka air	Tinggi Muka Air
		(m)	(m)	(m)
P320	38	998.78	999.53	0.75
P319	37	998.83	999.53	0.7
P318	36	998.53	999.39	0.86

Debit Rencana 100 Tahun				
Sta.Topografi	River Sta	Elv.D.Sungai	Elev.Muka air	Tinggi Muka Air
		(m)	(m)	(m)
P317	35	998.2	999.39	1.19
P316	34	998.1	999.19	1.09
P315	33	998.01	999.02	1.01
P314	32	996.32	998.01	1.69
P313	31	996.53	997.81	1.28
P312	30	996.43	997.4	0.97
P311	29	996.17	997.07	0.9
P310	28	995.86	996.19	0.33
P309	27	995.28	996.26	0.98
P308	26	994.97	996	1.03
P307	25	994.33	995.93	1.6
P306	24	994.21	995.57	1.36
P305	23	993.64	995.61	1.97
P304	22	993.04	994.34	1.3
P303	21	992.69	993.7	1.01
P302	20	992.46	993.67	1.21
P301	19	992.43	993.7	1.27
P300	18	992.24	993.5	1.26
P299	17	991.8	993.39	1.59
P298	16	992.1	993.19	1.09
P297	15	991.99	993.18	1.19
P296	14	991.74	992.97	1.23
P295	13	991.66	992.73	1.07
P294	12	990.76	991.61	0.85
P293	11	990.42	991.52	1.1
P292	10	990.5	991.46	0.96
P291	9	990.66	991.39	0.73
P290	8	990.31	991.18	0.87
P289	7	988.46	990.54	2.08
P288	6	988.46	990.54	2.08
P287	5	988.2	990.54	2.34
P286	4	988.58	989.93	1.35
P285	3	987.3	988.45	1.15
P284	2	987.06	988.44	1.38
P283	1	986.7	987.97	1.27

(sumber : hasil analisis)

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1. Kesimpulan**

Dari hasil analisis dan pembahasan data Hidrologi Sungai Dangdo, maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Hasil perhitungan debit banjir dengan metode Rasional Periode Ulang Q2 Tahun = 7,53 m<sup>3</sup>/detik, Periode Ulang Q10Tahun = 9,34 m<sup>3</sup>/detik, Periode Ulang Q25 Tahun = 9,93 m<sup>3</sup>/detik, Periode Ulang Q50 Tahun = 10,36 m<sup>3</sup>/detik, Periode Ulang Q100 Tahun = 10,59 m<sup>3</sup>/detik.
2. Dari hasil simulasi profil muka air banjir terhadap penampang Sungai Dangdo dengan kala ulang 2 tahun, 10 tahun, 25 tahun, 50 tahun dan 100 tahun menggunakan Program HEC-RAS diperoleh suatu hasil bahwa terjadi luapan banjir pada penampang sungai pada Sta.1, sta. 5, Sta. 6, Sta. 7, Sta.14, Sta.15, Sta.16, Sta.17, Sta.18, Sta.19, Sta.22, Sta. 23, 24 dan Sta. 25.
3. Tinggi muka air banjir sungai dangdo untuk kala ulang 2 tahun tinggi muka air maksimum adalah 1,99 m. Untuk kala ulang 10 tahun tinggi muka air maksimum adalah 2,2 m. Untuk kala ulang 25 tahun tinggi muka air maksimum adalah 2,27 m. Untuk kala ulang 50 tahun tinggi muka air maksimum adalah 2,31 m pada. untuk kala ulang 100 tahun tinggi muka air maksimum adalah 2,34 m.

#### **5.2. Saran**

1. Studi hidrologi yang dilakukan harus lebih detail yang berkaitan dengan jumlah stasiun hujan, dan data hujan yang terbaru akan menghasilkan hasil studi yang lebih baik.
2. Perlu dilakukan penelitian dengan menggunakan aplikasi selain Hec-Ras sebagai pembanding.
3. Diperlukan sosialisasi ke masyarakat tentang dampak yang diakibatkan oleh luapan Sungai Dangdo sehingga masyarakat dan

Pemda dapat bersinergi dalam menjaga dan memelihara infrastruktur yang dibangun.

4. Untuk Mencegah Terjadinya Luapan banjir, maka sebaiknya dibuatkan dinding penahan atau tanggul di sepanjang pinggiran sungai.





## DAFTAR PUSTAKA

- Asdak, (2004). *Hidrologi dan Pengolahan Daerah Aliran Sungai*, Gadjah Mada University Press, Jogjakarta.
- Bambang Triatmodjo, 2008. *Hidrologi Terapan*, Yogyakarta : Beta Offset.
- Bonnier, 1980. *Probability Distribution and Probability Analysis*, Bandung : DPMA.
- Chow, V. T. 1985, *Hidrolika Saluran Terbuka (Open Channel Hydraulics)*. Jakarta : Erlangga.
- Hadisusanto, Nugroho. 2011. *Aplikasi Hidrologi*. Malang : Jogja Media Utama.
- HEC, 2002, *HEC RAS Application Guide, US Army Corps of Engineer*, Davis, California
- Kereh, I. E., Binilang, A., & Sumarauw, J. S. (2018). *Analisis Debit Banjir dan Tinggi Muka Air Sungai Palaus di Kelurahan Lowu 1 Kabupaten Minahasa Tenggara. JURNAL SIPIL STATIK*, 6(4).
- SNI. 2415:2016. *Tata Cara Perhitungan Debit Banjir Rencana*.
- Soemarto, C.D., 1987, *Hidrologi Teknik*, Surabaya : Usaha Nasional.
- Soewarno, 1995, *Hidrologi Operasional Jilid 1*, Bandung : Citra Aditya.
- Segel Hendrycus Ginting. 2004. *Perhitungan Muka Air dengan HEC-RAS. Materi Pelatihan untuk Mahasiswa Pasca Sarjana, MPSDA-ITB (interen)*.
- Sosrodarsono, Suyono.1980. *Hidrologi: Untuk Pengairan*. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Sri, Harto. 1993. *Analisis hidrologi*. Jakarta : PT Gramedia Pustaka Utama
- Suyono Sosrodarsono, Kensaku Takeda. 1987. *Hidrologi untuk pengairan*. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Suripin, 2003. *Sistem Drainase Kota Yang Berkelanjutan*. Yogyakarta: Penerbit Andi.

Sutopo, 1995. *Evaluasi dan analisis curah hujan sebagai factor penyebab banjir Jakarta*. Jurnal Sains & Teknologi Modifikasi Cuaca, 3(2), 91-97

Robert, J. Kodoatie. 2013. *Rekayasa dan Manajemen Banjir Kota*. Yogyakarta : Penerbit Andi.



## LAMPIRAN 1

Data curah hujan stasiun Salubarani

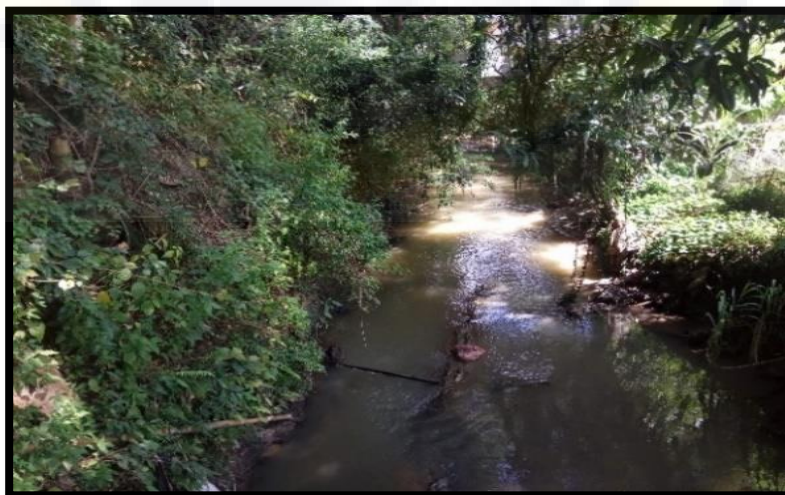
Data curah hujan stasiun Nanggala



## LAMPIRAN 2

Foto-foto dokumentasi Sungai Dangdo :

(a). Penampang sungai dangdo mengalami sedimentasi





(b). Tebing sungai dangdo tergerus



(c). alur sungai dangdo dekat area persawahan dan kebun

