

SKRIPSI

PENGARUH DEBIT BANJIR TERHADAP SEDIMENTASI DI SUNGAI
JENEBERANG BAGIAN HILIR



ANDI ARIF HAKIM
105 81 2300 14

FAJAR PURNAMA
105 81 2277 14

17/06/2021
1 sfp
Sumbangan alumni
R/0028/SIP/21/10
HAK
P/

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR
2020

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR

FAKULTAS TEKNIK

GEDUNG MENARA IQRA LT. 3

Jl. Sultan Alauddin No. 259 Telp. (0411) 866 972 Fax (0411) 865 588 Makassar 90221

Website : www.unismuh.ac.id, e-mail : unismuh@gmail.com

Website : <http://teknik.unismuh.makassar.ac.id>

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

HALAMAN PERSETUJUAN

Tugas akhir ini diajukan untuk memenuhi syarat ujian guna memperoleh gelar Sarjana Teknik (ST) Program Studi Teknik Pengairan Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.

Judul Skripsi : ***Pengaruh Debit Banjir Terhadap Sedimentasi di Sungai Jeneberang Bagian Hilir***

Nama : ANDI ARIF HAKIM
FAJAR PURNAMA

No. Stambuk : 105 81 2300 14
105 81 2277 14

Makassar, 28 November 2020

Telah Diperiksa dan Disetujui
Oleh Dosen Pembimbing

Dosen Pembimbing I

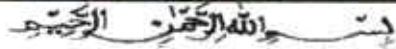
Dosen Pembimbing II

Dr. Ir. Nenny T Karim, ST., MT., IPM

Muh. Syafaat S Kuba, ST., MT

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Pengairan


Andi Makbul Syamsuri, ST., MT., IPM
NBM : 1183 084



PENGESAHAN

Skripsi atas nama Andi Arif Hakim dengan nomor induk Mahasiswa 105 81 2300 14 dan Fajar Purnama dengan nomor induk Mahasiswa 105 81 2277 14, dinyatakan diterima dan disahkan oleh Panitia Ujian Tugas Akhir/Skripsi sesuai dengan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar Nomor : 0011/SK-Y/22201/091004/2020, sebagai salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Pengairan Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar pada hari Sabtu tanggal 12 Desember 2020.

Makassar, 27 Rabiul Akhir 1442 H
12 Desember 2020 M

Panitia Ujian :

1. Pengawas Umum

a. Rektor Universitas Muhammadiyah Makassar

Prof. Dr. H. Ambo Asse, M.Ag

b. Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

Prof. Dr. Ir. H. Muhammad Arsyad Thaha, MT

2. Penguji :

a. Ketua : Dr. Eng. Ir. H. Farouk Maricar, MT

b. Sekretaris : Farida Gaffar, ST., MM.

3. Anggota: 1. Dr. Ir. Hj. Fenty Daud, ST., MT., IPM

2. Dr. Muh. Yunus Ali, ST., MT., IPM

3. Andi Makbul Syamsuri, ST., MT., IPM

Mengetahui :

Pembimbing I

Dr. Ir. Nenny T Karim, ST., MT., IPM

Pembimbing II

Muh. Syafaat S Kuba, ST., MT

Dekan

Ir. Hamzah Al Imran, ST., MT., IPM

NBM : 855 500

PENGARUH DEBIT BANJIR TERHADAP SEDIMENTASI DI SUNGAI JENEBERANG BAGIAN HILIR

Andi Arif Hakim¹⁾ Fajar Purnama²⁾

¹⁾ Program Studi Teknik Pengairan Universitas Muhammadiyah Makassar,

Andiarifhakim5@gmail.com

²⁾ Program Studi Teknik Pengairan Universitas Muhammadiyah Makassar,

Fajarpurnama681@gmail.com

Abstrak

Pengaruh debit banjir terhadap sedimentasi di sungai jeneberang bagian hilir di bombing oleh Dr. Nenny T karim, ST., MT., IPM. dan Muh. Syafaat S Kuba, ST., MT. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui besar debit banjir Sungai Jeneberang bagian hilir dan untuk mengetahui bagaimana pengaruh banjir terhadap sedimentasi Sungai Jeneberang bagian hilir. Metode yang digunakan dalam analisa debit banjir rencana yaitu Hidrograf Satuan Sintetik Snyder dan untuk perhitungan perkiraan sedimentasi berdasarkan debit banjir menggunakan perhitungan Konsentrasi Sedimen ($Cs1$). Dari hasil analisa didapat bahwa berdasarkan metode yang digunakan debit rencana 25 tahun yaitu $Q_{25} = 1879.0686 \text{ m}^3/\text{dt}$ dan perkiraan sedimentasi berdasarkan debit banjir adalah 468,0229 ton/tahun.

Kata Kunci : Debit banjir, sedimentasi

The effect of flood discharge on sedimentation in the downstream Jeneberang river was bombed by Dr. Nenny T. Karim, ST., MT., IPM. and Muft. Intercession S Cuba, ST., MT. This study aims to determine the amount of flood discharge in the downstream Jeneberang River and to determine how the effect of flooding on sedimentation of the downstream Jeneberang River. The method used in the analysis of the planned flood discharge is the Snyder Synthetic Hydrograph and for the calculation of sedimentation estimates based on the flood discharge using the calculation of sediment concentration ($Cs1$). From the analysis, it is found that based on the method used, the 25-year plan discharge is $Q_{25} = 1879.0686 \text{ m}^3 / \text{s}$ and the sedimentation estimate based on the flood discharge is 468.0229 tons / year.

Keywords : Flood discharge, sedimentation

KATA PENGANTAR



Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, karena rahmat dan hidayah-Nyalah sehingga dapat menyusun proposal tugas akhir ini, dan dapat kami selesaikan dengan baik.

Proposal tugas akhir ini disusun sebagai salah satu persyaratan akademik yang harus ditempuh dalam rangka menyelesaikan program studi pada Jurusan Sipil Pengairan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar. Adapun judul tugas akhir kami adalah **“Pengaruh Debit Banjir Terhadap Sedimentasi Di Sungai Jeneberang Bagian Hilir”**.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa didalam penulisan proposal tugas akhir ini masih terdapat kekurangan – kekurangan, hal ini disebabkan karena penulis sebagai manusia biasa tidak lepas dari kesalahan dan kekurangan baik itu ditinjau dari segi teknis penulisan maupun dari perhitungan – perhitungan. Oleh karena itu, penulis menerima dengan sangat ikhlas dengan senang hati segala koreksi serta perbaikan guna penyempurnaan tulisan ini agar kelak dapat bermanfaat.

Proposal tugas akhir ini dapat terwujud berkat adanya bantuan, arahan dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan segala ketulusan dan kerendahan hari, kami mengucapkan terimakasih dan penghargaan yang setinggi – tingginya kepada:

1. Ayahanda dan Ibunda yang tercinta, penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar – besarnya atas segala limpahan kasih sayang, do'a serta

pengorbanannya terutama dalam bentuk materi untuk menyelesaikan kuliah kami.

2. Bapak Ir. Hamzah Ali Imran, S.T., M.T. IPM. sebagai Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
3. Bapak Ir. Andi Makbul Syamsul, S.T., M.T., IPM. sebagai Ketua Prodi Teknik Pengairan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
4. Ibu Dr. Ir. Nenny T Karim, ST.MT.,IPM selaku Pembimbing I dan Bapak Muh. Syafaat S Kuba, ST., MT. selaku Pembimbing II, yang banyak meluangkan waktu dalam membimbing kami.
5. Saudara – saudaraku serta rekan – rekan mahasiswa Fakultas Teknik terkhusus angkatan VEKTOR 2014 yang dengan persaudaraannya banyak membantu dalam menyelesaikan proposal tugas akhir ini.
6. Bapak dan Ibu dosen serta para staf pegawai di Fakultas Teknik atas segala waktunya telah mendidik dan melayani penulis selama mengikuti proses belajar mengajar di Universitas Muhammadiyah Makassar.

Semoga semua pihak tersebut di atas mendapat pahala yang berlipat ganda di sisi Allah SWT dan proposal tugas akhir yang sederhana ini dapat bermanfaat bagi penulis, rekan – rekan, masyarakat serta bangsa dan Negara. Amin.

“Billahi Fii Sabill Haq Fastabiqul Khaerat”

Makassar, 2020

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
BAB I PENDAHULUAN
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	2
C. Tujuan Penelitian	3
D. Manfaat Penelitian	3
E. Batasan Masalah	3
F. Sistematika penulisan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA
A. Gambaran Umum Sungai Jeneberang	5
1. Keadaan Geografis	6
2. Keadaan Topografi	7
3. Keadaan Klimatologi	7
4. Keadaan Hidrologi	7
5. Keadaan Geologi	8
B. Pengertian Banjir	10
C. Analisa Debit Banjir Rancangan	14
1. Metode Hidrograf Satuan Sintetik Nakayatsu	14
2. Metode Hidrograf Satuan Sintetik Snyder	16

D. Analisis Hidrolika Model HEC-RAS	19
1. profil Muka Pada Aliran	19
2. Konsep Perhitungan Profol Muka Air Dalam HEC-RAS	20
E. Sedimen	23
1. Pengertian Sedimen	23
2. Proses Sedimentasi	24
F. Sumber Asal dan Mekanisme Pengangkutan Sedimen	28
G. Faktor-faktor yang menentukan Transportasi Sedimen	32
1. Sifat-sifat Aliran (flow characteristic)	32
2. Sifat-sifat Sedimen (sediment characteristic)	32
3. Pengaruh timbal balik (interaksi)	34
H. Pengukuran Sedimen.....	34
1. Sedimen Melayang (<i>Suspended load</i>)	35
2. Sedimen Dasar (<i>bed load</i>)	41
BAB III METODE PENELITIAN.....	
A. Lokasi dan Waktu Penelitian	43
B. Pendekatan dan Jenis Penelitian	43
C. Sumber Data	44
D. Tahap Penelitian	44
E. Metode Analisa Data	45
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	
A. Analisis Curah hujan	46
1. Analisis Curah Hujan Wilayah	46
2. Analisis Curah Hujan Rancangan	49
B. Analisis Debit Banjir Rencana	52
1. Perhitungan Distribusi Hujan Efektif Jam-Jaman	52

2. Analisis Debit Banjir Rancana	53
C. Analisis Kapasitas Penampang Sungai Dengan HEC-RAS	58
D. Analisis Debit Banjir Terhadap Sedimentasi	62
BAB V PENUTUP	76
DAFTAR PUSTAKA	88



DAFTAR TABEL

Nomor	Halaman
1. Batas Daerah Aliran Sungai Jeneberang	6
2. Curah Hujan Tahunan Rata-Rata pada Stasiun Bili-bili dam Site	8
3. Klasifikasi sedimen Menurut Skala Wenworth-Udden dan Skala AFNOR	24
4. Proses Sedimen Dasar	31
5. Jenis Porositas	33
6. Analisis Luas Poligon	48
7. Rekapitulasi Perhitungan Curah Hujan Wilayah Maksimum Harian	50
8. Urutan Data Curah Hujan Harian Maksimum Tahunan	52
9. Perhitungan Curah Hujan Rancangan Metode Log Pearson Type III	53
10. Hasil Perhitungan Curah Hujan Rencana Metode Log Pearson Type III	54
11. Perhitungan Hidrograf Satuan Simetrik (HSS) Snyder	59
12. Rekapitulasi Hasil Perhitungan Debit Banjir Metode Hidrograf Snyder	62
13. Rekapitulasi Debit Banjir Dengan Beberapa Metode Pada DAS Jeberang	63
14. Rekapitulasi Perhitungan Kapasitas Aliran Terhadap Debit Banjir	78
15. Konsentrasi Sedimen	81
16. Rekapitulasi Nilai d_{50}	82

DAFTAR GAMBAR

1. Peta DAS Jeneberang	5
2. Kelerengan Kabupaten Gowa Provinsi Sulawesi Selatan	10
3. Gambar Lengkung Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu	16
4. Gambar Penampang Melintang Sungai	21
5. Bentuk Umum Hidrograf Satuan Sintetik(HSS) Snyder	22
6. Masukan Data Cross Section Sungai (HEC-RAS)	22
7. Sebaran sedimen tahun 2012	25
8. a. Proses terbentuknya meander b. Sungai mati	27
9. Skema angkutan sedimen (smule, E.A. 1994)	30
10. Tampang panjang saluran dengan dasar granuler	30
11. Angkutan sedimen pada tampang panjang dengan dasar granuler	30
9. Sketsa pengukuran sedimen cara integrasi kedalam EDI	38
10. Pengambilan sampel sedimen dengan cara EWI	38
15. Keluaran Data Cross Section Sungai	41
16. Lokasi Penelitian Sungai Jeneberang	42
17. Bagan Alur Penelitian	45
18. Poligon Thiessen DAS Jeneberang	46
19. Grafik Lengkung Naik dan Turun HSS Snyder DAS Jeneberang	58
20. Grafik Hidrograf Satuan Sintetik Snyder Periode Ulang 2 tahun – 200 thn	61
21. Potongan Memanjang STA 0+000 sampai STA 16+309 untuk Q2-Q200	63

21. Potongan Melintang, STA 0 + 000 untuk Q2 – Q200 Tahun	63
22. Potongan Melintang, STA 1 + 017 untuk Q2 – Q200 Tahun	64
23. Potongan Melintang, STA 2 + 551 untuk Q2 – Q200 Tahun	64
24. Potongan Melintang, STA 4 + 107 untuk Q2 – Q200 Tahun	65
25. Potongan Melintang, STA 5 + 625 untuk Q2 – Q200 Tahun	65
26. Potongan Melintang, STA 7 + 339 untuk Q2 – Q200 Tahun	66
27. Potongan Melintang, STA 8 + 784 untuk Q2 – Q200 Tahun	66
28. Potongan Melintang, STA 9 + 777 untuk Q2 – Q200 Tahun	67
29. Potongan Melintang, STA 10 + 780 untuk Q2 – Q200 Tahun	68
30. Potongan Melintang, STA 11 + 280 untuk Q2 – Q200 Tahun	68
31. Potongan Melintang, STA 10 + 081 untuk Q2 – Q200 Tahun	69
32. Potongan Melintang, STA 10 + 280 untuk Q2 – Q200 Tahun	69
33. Potongan Melintang, STA 10 + 280 untuk Q2 – Q200 Tahun	70
34. Potongan Melintang, STA 11 + 780 untuk Q2 – Q200 Tahun	71
35. Potongan Melintang, STA 12 + 861 untuk Q2 – Q200 Tahun	71
36. Potongan Melintang, STA 13 + 759 untuk Q2 – Q200 Tahun	72
37. Potongan Melintang, STA 14 + 783 untuk Q2 – Q200 Tahun	72
38. Potongan Melintang, STA 15 + 513 untuk Q2 – Q200 Tahun	73
39. Potongan Melintang, STA 16 + 309 untuk Q2 – Q200 Tahun	73

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Sungai Jeneberang adalah sungai yang terletak di wilayah Provinsi Sulawesi Selatan, Indonesia. Sungai Jeneberang memiliki panjang antara 75-80 Km mengalir dari timur ke barat dari Gunung Bawakaraeng dan Gunung Lompobattang menuju ke Selat Makassar. mempunyai daerah aliran sungai (DAS) seluas 860 km² Sedangkan luas wilayah sungai mencapai 9.331 km² dengan potensi air permukaan 13.229 juta³ tahun dan potensi air tanah 1.504 juta³/tahun. Daerah Aliran Sungai Jeneberang melintasi 8 kabupaten dan 1 kota yang tersebar di Provinsi Sulawesi Selatan. Secara geografis Daerah Pengaliran Sungai (DPS) Jeneberang terletak pada koordinat 05o 10' 00" LS - 05o 26' 00" LS dan 119o 23' 50" BT - 119o 56' 10" BT. Luas wilayah pengaliran sungai Jeneberang sebesar 727 km²

Sungai Jeneberang Saat ini sangat perlu mendapatkan perhatian khusus pasca longsornya kaldera Gunung Bawakaraeng di Tahun 2004 Tepatnya pada salah satu dinding kaldera Gunung Bawakaraeng yang terletak sekitar 75 km dari Kota Makassar. Dinding kaldera gunung runtuh yang diikuti oleh aliran bahan rombakan dan bersama dengan air hujan membentuk banjir bandang, dimana mengakibatkan peningkatan sedimentasi sepanjang aliran sungai jeneberang.

Selain lonsor, curah hujan tinggi juga menjadi salah satu factor terjadinya banjir pada sungai jeneberang. Pada tahun 2019 kemarin Dirjen Sumber Daya

Air Kementerian PUPR, mengungkap penyebab insiden sungai Jeneberang meluap yang berdampak naiknya Tinggi Muka Air (TMA) Bendungan Bili-Bili pada 22 Januari 2019. Dikarenakan hujan deras mengguyur di enam kabupaten mengakibatkan pemukiman warga terendam banjir di antaranya kabupaten gowa dan Makassar. Banjir tersebut di akibatkan debit air di Bendungan Bili-bili, Kabupaten Gowa, meningkat hingga 101,87 meter karena intensitas hujan yang tinggi, yang mencapai debit air di sungai Jeneberang meningkat hingga 2.240 m³/detik. (news.rakyatku.com).

Akibat permasalahan longoran kaldera gunung bawakaraeng dan curah hujan tinggi Kabupaten Gowa ini memiliki dampak serius, dikarenakan banjir yang membawa sedimen mengakibatkan terjadi pendangkalan di hilir sungai jeneberang sehingga sungai meluap dan menggenangi pemukiman dan lahan pertanian masyarakat sekitar.

Berdasarkan latar belakang tersebut dan kondisi lokasi dimana kami melakukan peninjauan, tertarik untuk mengambil tema judul "PENGARUH DEBIT BANJIR TERHADAP SEDIMENTASI DI SUNGAI JENEBERANG BAGIAN HILIR"

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah diatas, maka rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Berapa besar debit banjir sungai Jeneberang bagian hilir?
2. Bagaimana pengaruh banjir terhadap sedimentasi sungai Jeneberang bagian hilir ?

C. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian yang kami lakukan yaitu:

1. Untuk mengetahui besar debit banjir sungai Jeneberang bagian hilir.
2. Untuk mengetahui bagaimana pengaruh banjir terhadap sedimentasi sungai Jeneberang bagian hilir.

D. Manfaat Penelitian

Beberapa hal yang akan diberikan dari hasil penelitian ini adalah :

1. Sebagai bahan referensi bagi para penelitian yang akan melakukan kegiatan penelitian serupa.
2. Sebagai bahan pertimbangan dalam mengatasi sedimentasi sungai Jeneberang yang dapat berdampak buruk pada daerah sekitar.

E. Batasan Masalah

Berdasarkan pada permasalahan yang ada, maka secara detail penelitian ini dibatasi pada hal – hal sebagai berikut.

1. Penelitian ini dibatasi hanya untuk menghitung debit banjir maksimum Sungai Jeneberang bagian hilir.
2. Menganalisis debit rancangan menggunakan metode Hidrograf Satuan Sintetik Snyder.
3. Analisis konsentrasi sedimen dibatasi hanya membahas sedimen dengan metode dengan persamaan Shields (1936)

E. Sistematika penulisan

Guna memperjelas dan mempermudah bagi pembaca dalam memahami atau mengkaji kandungan tulisan ini, perlu disusun sistematika penulisan. Adapun

sistematika penulisan pada penelitian ini :

Bab I. Pendahuluan Bab ini merupakan gambaran umum secara sistematis sekaligus pengantar untuk memasuki pembahasan selanjutnya. Seperti meliputi latar belakang masalah, maksud dan tujuan penelitian, batasan masalah serta sistematika penulisan.

Bab II. Tinjauan Pustaka Bab ini menguraikan secara umum mengenai segala hal yang menjadi landasan teori dalam memahami sungai, sedimentasi, hal-hal yang mempengaruhi angkutan sedimen.

Bab III. Metodologi Penelitian Pada bab ini diuraikan tentang tempat dan lokasi penelitian, metode pengumpulan data serta pengukuran dipapangan serta data-data yang diperlukan, dan metode analisis data.

Bab IV. Hasil Dan Pembahasan Bab ini merupakan pembahas secara rinci mengenai hasil-hasil yang diperoleh dalam penelitian.

Bab V. Kesimpulan Dan Saran Bab ini merupakan penutup dan tulisan ini yaitu berupa kesimpulan yang diperoleh dari hasil penelitian, serta saran-saran dari penulis supaya tentunya diharapkan agar penelitian ini berguna dalam penanganan sedimen sungai jeneberang dan dapat di jadikan acuan untuk penelitian selanjutnya yang berkaitan dengan penelitian ini.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Gambaran Umum Sungai Jeneberang

Sungai Jeneberang merupakan sungai besar yang terletak pada bagian barat wilayah administrasi Kotamadya Makassar (Ujung Pandang), ibukota dari Provinsi Sulawesi Selatan. Sungai ini berasal dan mengalir dari bagian timur Gunung Bawakaraeng (2,833 mdpl) dan Gunung Lompobattang (2,876 mdpl) yang kemudian menuji hilirnya di Selat Makassar. Pada Daerah Aliran Sungai Jeneberang, terdapat dua daerah penampungan air (reservoir) utama yaitu di Kota Bili-bili dan Jenelata.

Daerah aliran sungai Jeneberang secara geografis terletak pada $119^{\circ}23'50''$ - $119^{\circ}56'10''$ Bujur Timur dan $05^{\circ}10'00''$ - $05^{\circ}26'00''$ Lintang Selatan. DAS (Daerah Aliran Sungai) Jeneberang merupakan Daerah Aliran Sungai di Provinsi Sulawesi Selatan dengan luas 727 km^2 dan panjang sungai $78,75 \text{ km}$. Daerah Aliran Sungai Jeneberang dialiri oleh satu sungai pendakungannya (anak sungai) yaitu Sungai Jenelata (220 km^2).



Gambar 1. Peta DAS Jeneberang

(Sumber: Hasil Digitasi ARC GIS versi 10.1. Berdasarkan Data Balai Besar Wilayah Sungai Pompengan Jeneberang)

Selain Kota Makassar dan Kota Malino, Kota Bili-bili, dan Kota Sungguminasa Daerah Aliran Sungai (DAS) sungai jeneberang juga mencakup beberapa Kabupaten Kota seperti pada table dibawah ini:

Tabel 1. Batas Daerah Aliran Sungai Jeneberang

No	Batas Derah Aliran	Batas DAS
1	Bagian Utara	DAS Tallo, DAS Maros
2	Bagian Timur	DAS Bua, DAS Tangka
3	Bagian Selatan	DAS Tamanroya, DAS Jeneponto, DAS Pappa
4	Bagian Barat	DAS Limbung, DAS Bontoramba

(Sumber: Analisis Peta)

1. Keadaan Geografis

Secara geografis DPS Jeneberang terletak pada koordinat antara $05^{\circ} 10' 00'' - 05^{\circ} 26' 00''$ Lintang Selatan dan $119^{\circ} 23' 50'' - 119^{\circ} 56' 10''$ Bujur Timur. Daerah Pengaliran Sungai Jeneberang terletak di dua wilayah administrasi kota dan kabupaten yaitu kota Makassar dan Kabupaten Gowa.

2. Keadaan Totografi

Daerah Pengaliran Sungai Jeneberang mempunyai ketinggian antara +0 m sampai dengan +2.876 m dari permukaan air laut dengan bentuk wilayah datar, bergelombang, sampai berbukit.

Sungai Jeneberang mempunyai daerah tangkapan air seluas 727 km² yang dimulai dari gunung Lompobattang (elevasi 2.876 m), dengan panjang sungai utamanya adalah 78,75 km. Area dataran rendahnya tersebar pada daerah hilir (Kota Makassar) sampai pada kawasan Sungguminasa (Kabupaten Gowa). Aliran utama sungai Jeneberang saat ini berupa aliran alamiah dengan beberapa bagian sungai yang mempunyai perlindungan banjir pada sisinya, utamanya pada daerah kawasan padat penduduk disekitar sungai tersebut, misalnya pada kawasan jalan tirta jeneberang, Sungguminasa, Kabupaten Gowa.

3. Keadaan Klimatologi

Kondisi iklim pada DAS Jeneberang secara keseluruhan berada dibawah iklim tropis yang menunjukkan temperatur udara yang sangat tinggi dengan variasi yang kecil sepanjang satu tahun dan perbedaan yang sangat kecil pula antara musim kemarau dan musim hujan dalam satu tahun.

4. Keadaan Hidrologi

Kondisi curah hujan pada daerah downstream Sungai Jeneberang dapat dilihat dari pencatatan curah hujan pada stasiun bil-bili Dam Site sungai jeneberang, sebagaimana ditunjukkan pada tabel berikut:

Tabel 2. Curah Hujan Tahunan Rata-Rata pada Stasiun Bili-bili dan Site

Tahun	Curah Hujan Rata-rata
2000	445,53
2001	544,18
2002	523,13
2003	497,24
2004	295,44
2005	456,83
2006	765,87
2007	347,49
2008	485,65
2009	350,70
2010	446,46
2011	338,94
2012	429,91
2013	486,86
R Max	436,98

Sumber: Balai Besar Wilayah Sungai Pompengan-Jeneberang

5. Keadaan Geologi

Kondisi geologi yang dominan antara lain sebagai berikut.

a. Endapan Kwartar (endapan aluvial)

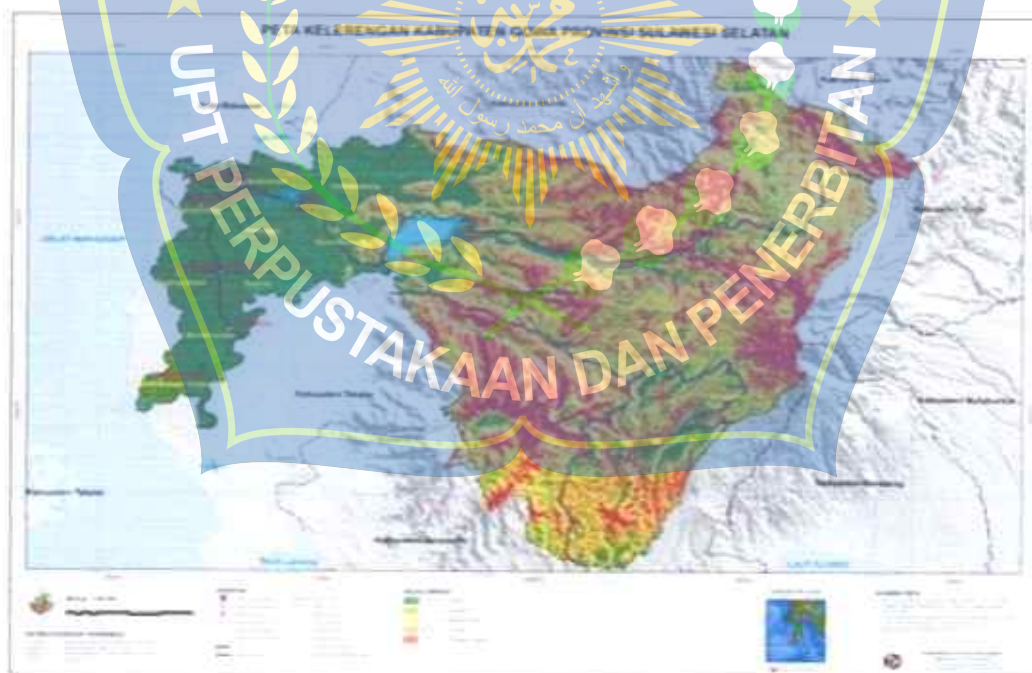
Unsur utama endapan kwarter di wilayah studi adalah endapan banjir dataran sungai Jeneberang. Endapan ini terbentuk pada zaman kwarter akhir (300000-500000 tahun sebelumnya). Endapan ini memiliki karakteristik tersendiri yaitu bisa berubah-ubah dari lempung ke pasir, dari kerikil menjadi bongkahan batu besar. Karena bidang sungai sering berubah-ubah dan berkelok-kelok, maka endapan bantaran tersebar luas dari utara sampai selatan. Endapan kwarter yang lain adalah pasir dan kerikil dipinggir dan pasir di dasar sungai, lumpur di rawa-rawa dll. Akan tetapi endapan pada jenis ini jumlahnya sedikit.

b. Formasi Camba

Formasi camba merupakan endapan batuan yang terdiri atas batu pasir dan tufan yang tertimbun dengan tufa, batuan lanau dan batuan vulkanis. Batuan ini tersimpan dengan melapisi formasi tonasa secara tidak selaras dilaut dangkal sejak zaman pertengahan sampai akhir miosen.

c. Keadaan Sosial

Saat ini Sungai Jeneberang berfungsi sebagai sungai alamiah yang menerima buangan air dari saluran drainase dan irigasi pada wilayah Kota Makassar dan Kabupaten Gowa. Disamping itu juga terdapat bendung yang terletak di bilibili (Kabupaten Gowa) yang berfungsi sebagai sumber air pada saluran irigasi persawahan pada wilayah Kabupaten Gowa dan sekitarnya, serta digunakan sebagai pembangkit listrik tenaga air (PLTA).



Gambar 2. Kelerengn Kabupaten Gowa Provinsi Sulawesi Selatan

Sumber: Balai Pengindraan Jauh (Lapan) Parepare

B. Pengertian Banjir

Banjir merupakan proses meluapnya air sungai ke daratan sehingga dapat menimbulkan kerugian harta benda penduduk serta dapat menimbulkan korban jiwa. Banjir dapat merusak bangunan, sarana dan prasarana, lingkungan hidup serta merusak tata kehidupan masyarakat, maka sudah semestinya dari berbagai pihak perlu memperhatikan hal-hal yang dapat mengakibatkan banjir dan sedini mungkin diantisipasi, untuk memperkecil kerugian yang ditimbulkan. (Kodoatie R. J. dan Sugiyanto).

Bencana banjir dapat terjadi karena faktor alamiah maupun pengaruh perlakuan masyarakat terhadap alam dan lingkungannya. Pada diagram mekanisme terjadinya banjir dan bencana, terlihat bahwa faktor alamiah yang utama adalah curah hujan. Faktor alami lainnya adalah erosi dan sedimentasi kapasitas sungai, kapasitas drainase yang tidak memadai, pengaruh air pasang, perubahan kondisi daerah pengaliran sungai (DPS), dll. Sedangkan faktor non-alamiah penyebab banjir adalah adanya pembangunan kompleks perumahan atau pembukaan suatu kawasan untuk lahan usaha yang bertujuan baik sekalipun, tanpa didasari dengan pengaturan yang benar akan menimbulkan aliran permukaan yang besar atau erosi yang menyebabkan pendangkalan aliran sungai. Akibatnya, debit pengaliran sungai yang terjadi akan lebih besar dari pada kapasitas pengaliran air sungai sehingga terjadilah banjir.

penyebab terjadinya banjir dapat diklasifikasikan dalam 2 kategori, yaitu banjir yang disebabkan oleh sebab-sebab alami dan banjir yang diakibatkan oleh tindakan manusia (Nasruddin Ardiana).

a. Penyebab Banjir Secara Alami

- Curah Hujan

Indonesia mempunyai iklim tropis sehingga sepanjang tahun mempunyai dua musim yaitu musim hujan umumnya terjadi antara bulan Oktober sampai bulan Maret dan musim kemarau terjadi antara bulan April sampai bulan September. Pada musim penghujan, curah hujan yang tinggi akan mengakibatkan banjir di sungai dan bilamana melebihi tebing sungai maka akan timbul banjir atau genangan.

- Pengaruh Fisiografi

Fisiografi atau geografi fisik sungai seperti bentuk, fungsi dan kemiringan daerah pengaliran sungai (DPS), kemiringan sungai, geometrik hidrolis (bentuk penampang seperti lebar, kedalaman, potongan memanjang, material dasar sungai), lokasi sungai dll, merupakan hal-hal yang mempengaruhi terjadinya banjir.

- Erosi dan Sedimentasi

Erosi dan sedimentasi mengakibatkan pendangkalan sungai termasuk faktor yang penting pada kejadian banjir. Pendangkalan sungai berarti terjadinya pengecilan tampang sungai, hingga sungai tidak mampu mengalirkan air yang melewatinya dan akhirnya meluap (banjir). Pendangkalan sungai dapat diakibatkan oleh proses pengendapan (sedimentasi) terus-menerus (terutama dibagian hilir sungai). Proses sedimentasi di bagian hilir ini dapat disebabkan karena erosi yang intensif di bagian hulu. Masalah pendangkalan sungai ini sudah sangat serius dan ditemukan di hampir seluruh daerah hilir/muara di

Indonesia.

- Kapasitas Sungai

Pengurangan kapasitas aliran banjir pada sungai dapat disebabkan oleh pengendapan berasal dari erosi DPS dan erosi tanggul sungai yang berlebihan dan sedimentasi di sungai itu karena tidak adanya vegetasi penutup dan adanya penggunaan lahan yang tidak tepat.

- Kapasitas Drainase yang tidak memadai

Hampir semua kota-kota di Indonesia mempunyai drainase daerah genangan yang tidak memadai, sehingga kota-kota tersebut sering menjadi langganan banjir di musim hujan.

- Pengaruh air pasang

Air pasang laut memperlambat aliran sungai ke laut. Pada waktu banjir bersamaan dengan air pasang yang tinggi maka tinggi genangan atau banjir menjadi besar karena terjadi aliran balik (backwater).

b. Penyebab Banjir Akibat Tindakan Manusia

- Perubahan Kondisi DPS

Perubahan DPS seperti pengundulan hutan, usaha pertanian yang kurang tepat, perluasan kota dan perubahan tata guna lainnya dapat memperburuk masalah banjir karena meningkatnya aliran banjir. Dari persamaan-persamaan yang ada, perubahan tata guna lahan memberikan kontribusi yang besar terhadap naiknya kuantitas dan kualitas banjir.

- Kawasan kumuh

Perumahan kumuh yang terdapat di sepanjang sungai, dapat merupakan

penghambat aliran. Masalah kawasan kumuh dikenal sebagai faktor penting terhadap masalah banjir daerah perkotaan.

- Sampah

Disiplin masyarakat untuk membuang sampah pada tempat yang ditentukan tidak baik, umumnya mereka langsung membuang sampah ke sungai. Di kota-kota besar hal ini sangat mudah dijumpai. Pembuangan sampah di alur sungai dapat meninggikan muka air banjir karena menghalangi aliran.

- Drainase Lahan

Drainase perkotaan dan pengembangan pertanian pada daerah bantuan banjir akan mengurangi kemampuan lahan dalam menampung debit air yang tinggi.

- Bendung dan bangunan air

Bendung dan bangunan air seperti pilar jembatan dapat meningkatkan elevasi muka air banjir karena efek aliran balik (backwater).

- Kerusakan bangunan pengendali banjir

Pemeliharaan yang kurang memadai dari bangunan pengendali banjir sehingga menimbulkan kerusakan dan akhirnya tidak berfungsi dapat meningkatkan kuantitas banjir.

- Perencanaan sistem pengendalian banjir tidak tepat

Beberapa sistem pengendalian banjir memang dapat mengurangi kerusakan akibat banjir kecil sampai sedang, tetapi mungkin dapat menambah kerusakan selama banjir-banjir yang besar.

C. Analisis Debit Banjir Rancangan

Debit banjir rencana adalah debit maksimum di sungai atau saluran alamiah dengan periode ulang yang sudah ditentukan yang dapat dialirkan tanpa membahayakan stabilitas bangunan-bangunan yang ada di badan sungai. Perhitungan debit banjir rencana dalam pekerjaan ini dimaksudkan untuk menghitung debit banjir rencana pada lokasi rencana penetapan sempadan sungai. Adapun metode yang digunakan dalam perhitungan debit banjir rencana adalah sebagai berikut:

1. Metode Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu

Nakayasu (1950) dari Jepang telah membuat rumus hidrograf satuan sintetik dari hasil penyelidikannya. Rumus tersebut adalah sebagai berikut:

$$Q_p = \frac{C \times A \times R_0}{3,6 \times (0,3T_p + T_{g3})} \quad (1)$$

Keterangan:

Q_p = debit puncak banjir (m³/det)

R_0 = hujan satuan (mm)

T_p = tenggang waktu (time lag) dari permulaan hujan sampai puncak banjir (jam)

T_p = $t_g + 0,8 t_r$

T_g = waktu konsentrasi (jam), tenggang waktu dari titik berat hujan sampai titik berat hidrograf (*time lag*), dalam hal ini, jika:

$$L < 15 \text{ km} \quad t_g = 0,21 \cdot L^{0,7}$$

$$L > 15 \text{ km} \quad t_g = 0,4 + 0,058 \cdot L$$

$$\begin{aligned}
 t_r &= \text{tenggang waktu hidrograf (time base of hidrograf)} \\
 &= 0,5 \text{ sampai } 1 \text{ } t_g \\
 T_{0,3} &= \alpha \cdot t_g \\
 \alpha &= \frac{0,47 \times (A \cdot L)^{0,25}}{t_g}
 \end{aligned}$$

untuk :

- 1) Daerah pengaliran biasa $\alpha = 2$
- 2) Bagian naik hidrograf yang lambat dan bagian menurun yang cepat $\alpha = 1,5$
- 3) Bagian naik hidrograf yang cepat dan bagian menurun yang lambat $\alpha = 3$

Bagian lengkung naik (rising limb) hidrograf satuan memiliki rumus :

$$Q_a = Q_p \times \left(\frac{t}{T_p} \right)^{2,4} \quad (2)$$

Keterangan Q_a = limpasan sebelum mencapai debit puncak (m^3/det)

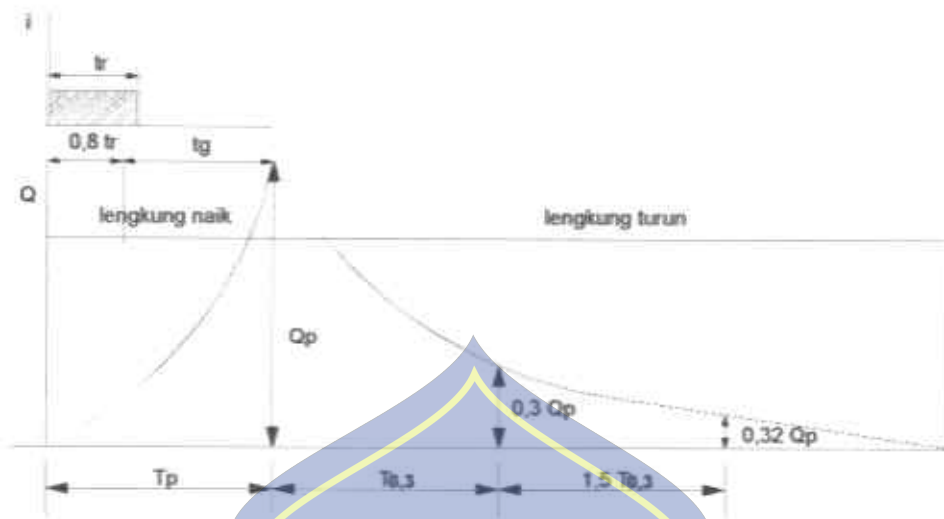
t = waktu (jam)

Bagian lengkung turun (decreasing limb) hidrograf satuan

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

$$Q_{d2} = Q_p \times 0,3 \frac{t - T_p + 1,5T_p}{1,5T_p} \quad (4)$$

$$Q_{d3} = Q_p \times 0,3 \frac{t - T_p + 1,5T_p}{2T_p} \quad (5)$$



Gambar 3. Gambar Lengkung Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu
(Sumber: Triatmodjo 2011)

2. Metode Hidrograf Satuan Sintetik Snyder

Dalam permulaan tahun 1938, F.F. Snyder dari Amerika Serikat telah mengembangkan rumus empiris dengan koefisien-koefisien empiris yang menghubungkan unsur-unsur hidrograf satuan dengan karakteristik daerah pengaliran (Triatmodjo B. 2008).

Unsur-unsur hidrograf tersebut dihubungkan dengan:

A = Luas daerah pengaliran (km^2)

L = Panjang aliran utama (km)

LC = Jarak antara titik berat daerah pengaliran dengan pelepasan (outlet) yang diukur sepanjang aliran utama

Dengan unsur-unsur tersebut Snyder membuat rumus-rumus sebagai berikut:

$$t_p = C_t \times (L \times L_c)^{0.3} \quad (6)$$

$$t_e = \frac{t_p}{5.5} \quad (7)$$

$$q_p = 0.278 \times \left(\frac{C_p}{T_p} \right) \quad (8)$$

Dimana:

t_p = Waktu mulai titik berat hujan sampai debit puncak dalam jam

t_e = Lama curah hujan efektif

t_r = Lama standar curah hujan efektif

q_p = Debit maksimum total

Koefisien-koefisien C_t dan C_p harus ditentukan secara empiris, karena besarnya berubah-ubah antara daerah yang satu dengan daerah yang lain. Besarnya $C_t = 0.9 - 3$ sedangkan $C_p = 0.5 - 1.4$.

Lamanya hujan efektif $t_e = \frac{t_p}{5.5}$ dimana nilai t_r diasumsikan. Jika $t_e > t_r$ (asumsi), dilakukan koreksi terhadap t_p .

$$t_p' = t_p + 0.25 (t_r - t_e) \quad (9)$$

Jika $t_e < t_r$ (asumsi), maka:

$$T_p = t_p' + (0.5 \times t_r) \quad (10)$$

Menentukan grafik hubungan antara Q_p dan t (UH) berdasarkan persamaan

Alexseyev sebagai berikut:

$$Q_t = Y \cdot Q_p \quad (11)$$

Dimana:

$$Y = 10^{-a} \left(\frac{1-X}{X} \right)^2$$

$$X = \frac{t}{T_p}$$

$$a = 1,32 \lambda^2 + 0,15 \lambda + 0,045$$

$$\lambda = \frac{(Q_p \cdot T_p \cdot 3600)}{W}$$

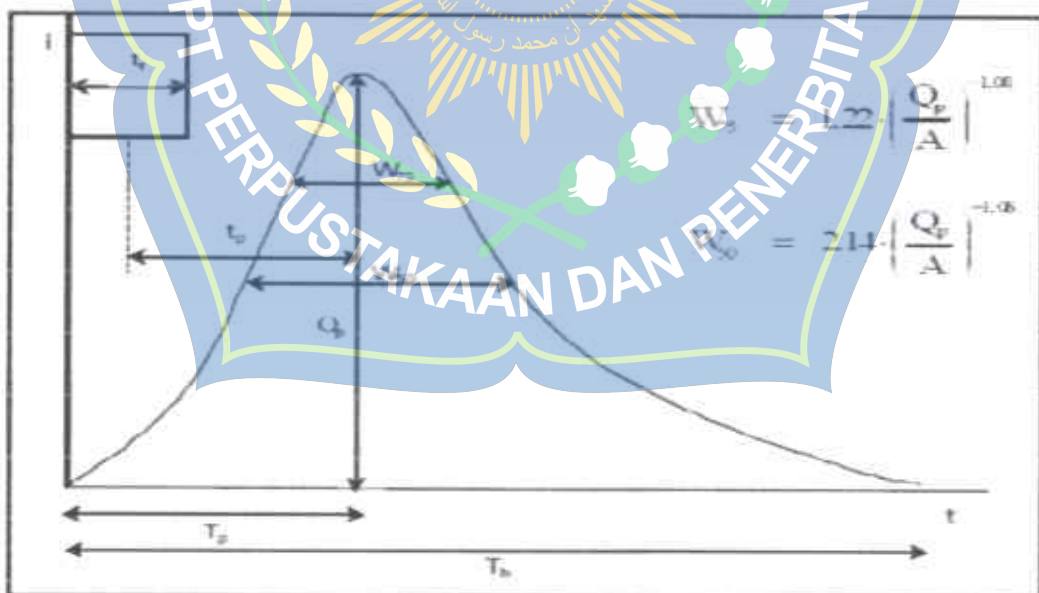
Dimana:

Q_t = Debit dengan periode hidrograf

Y = Perbandingan debit periode hidrograf dengan debit puncak

X = Perbandingan waktu periode hidrograf dengan waktu puncak mencapai puncak banjir

Setelah λ dan a dihitung, maka nilai y untuk masing-masing x dapat dihitung dengan membuat tabel, dari nilai-nilai tersebut diperoleh $t = x \cdot T_p$ dan $Q = y \cdot Q_p$, selanjutnya dibuat grafik hidrograf satuan (Triatmodjo B, 2008).



Gambar 4. Bentuk Umum Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) Snyder
(Sumber: Chow, et al, 1988)

D. Analisis Hidrolika Model HEC-RAS

Analisis hidrolika bertujuan untuk mengetahui kemampuan penampang dalam menampung debit rencana dan berapa besar kapasitas sungai. Saluran terbuka merupakan saluran air dimana air mengalir dengan muka air yang bebas. Pada semua titik di sepanjang saluran, tekanan air di permukaan air adalah sama (tekanan atmosfer).

1. Profil Muka Air Pada Aliran

Dalam bagian ini HEC-RAS memodelkan suatu sungai dengan aliran steady berubah lambat laun. Sistem ini dapat mensimulasikan aliran pada seluruh jaringan saluran maupun pada saluran tunggal tanpa percabangan, baik itu aliran kritis, subkritis, superkritis ataupun campuran sehingga didapat profil muka air yang diinginkan. Konsep dasar dari perhitungan adalah menggunakan persamaan energi dan persamaan momentum. Kehilangan energi juga di perhitungkan dalam simulasi ini dengan menggunakan prinsip gesekan pada saluran, belokan serta perubahan penampang, baik akibat adanya jembatan, gorong-gorong atau bendung pada saluran atau sungai yang ditinjau.

Pada sistem pemodelan ini, HEC-RAS mensimulasikan aliran unsteady pada jaringan saluran terbuka. Awalnya aliran unsteady hanya di desain untuk memodelkan aliran subkritis, tetapi versi terbaru dari HEC-RAS yaitu versi 5.0.3 dapat juga untuk memodelkan aliran superkritis, kritis, subkritis ataupun campuran, serta loncatan hidrolis. Selain itu penghitungan kehilangan energi pada gesekan saluran, belokan serta perubahan penampang juga diperhitungkan.

2. Konsep Perhitungan Profil Muka Air Dalam HEC-RAS

Dalam HEC-RAS penampang sungai atau saluran ditentukan terlebih dahulu, kemudian luas penampang akan dihitung. Untuk mendukung fungsi saluran sebagai penghantar aliran maka penampang saluran di bagi atas beberapa bagian. Pendekatan yang dilakukan HEC-RAS adalah membagi area penampang berdasarkan dari nilai n (koefisien kekasaran manning) sebagai dasar bagi pembagian penampang.

Setiap aliran yang terjadi pada bagian dihitung dengan menggunakan persamaan Manning

$$Q = K \cdot S_f^{1/2} \quad (12)$$

$$K = \frac{1,486}{n} A \cdot R^{2/3} \quad (13)$$

Dimana:

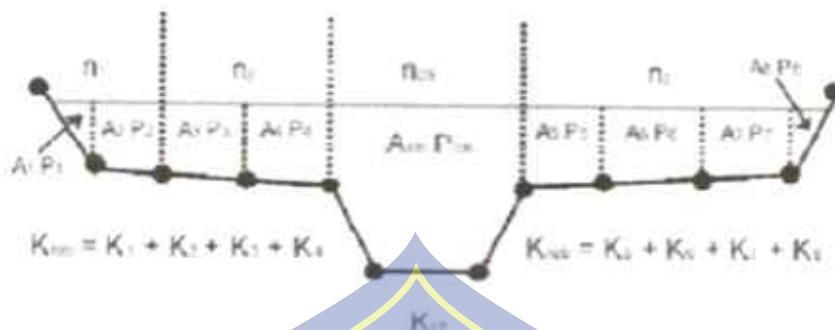
K = nilai pengantar aliran pada unit

n = koefisien kekasaran manning

A = luas bagian penampang

R = jari-jari hidrolis

Perhitungan nilai K dapat dihitung berdasarkan kekasaran manning yang dimiliki oleh bagian penampang tersebut seperti terlihat pada Gambar 10.



Gambar 5: Gambar Penampang Melintang Sungai

Setelah penampang ditentukan maka HEC-RAS akan menghitung profilmuka air. Konsep penghitungan profil permukaan air berdasarkan persamaan energi yaitu:

$$Y_2 + Z_2 + \frac{\alpha_2 \times v_2^2}{2g} = y_1 + z_1 + \frac{\alpha_1 \times v_1^2}{2g} + h_e \quad (14)$$

Dimana: Y_1, Y_2 : kedalaman aliran pada tampang melintang (m)

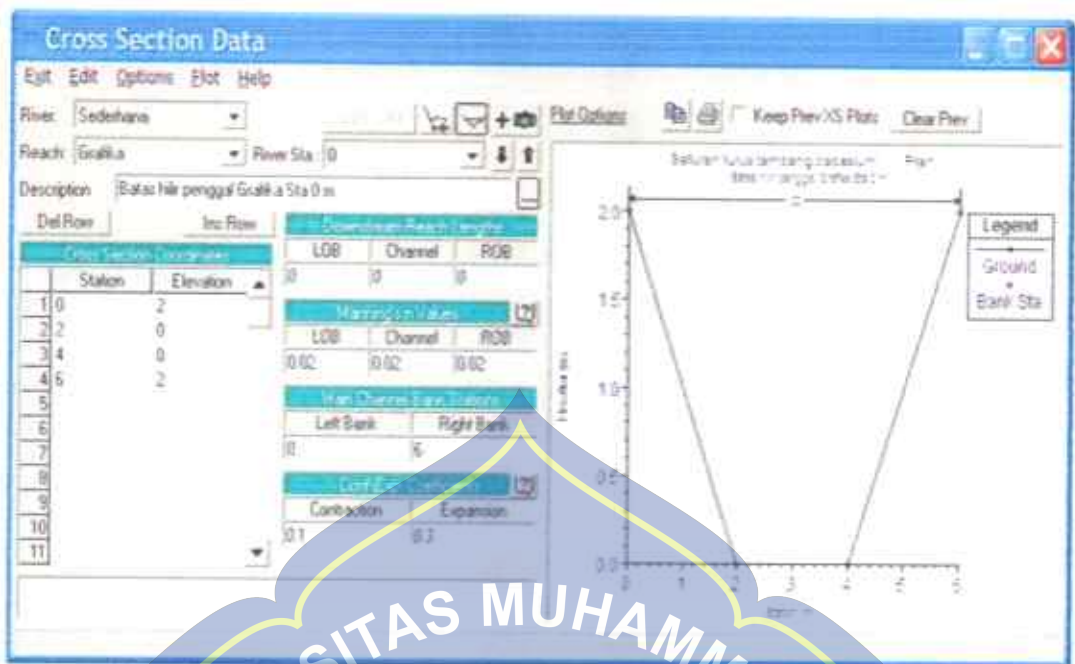
Z_1, Z_2 : elevasi dasar sungai atau saluran (m)

V_1, V_2 : kecepatan rata-rata (jumlah debit total) (m/det)

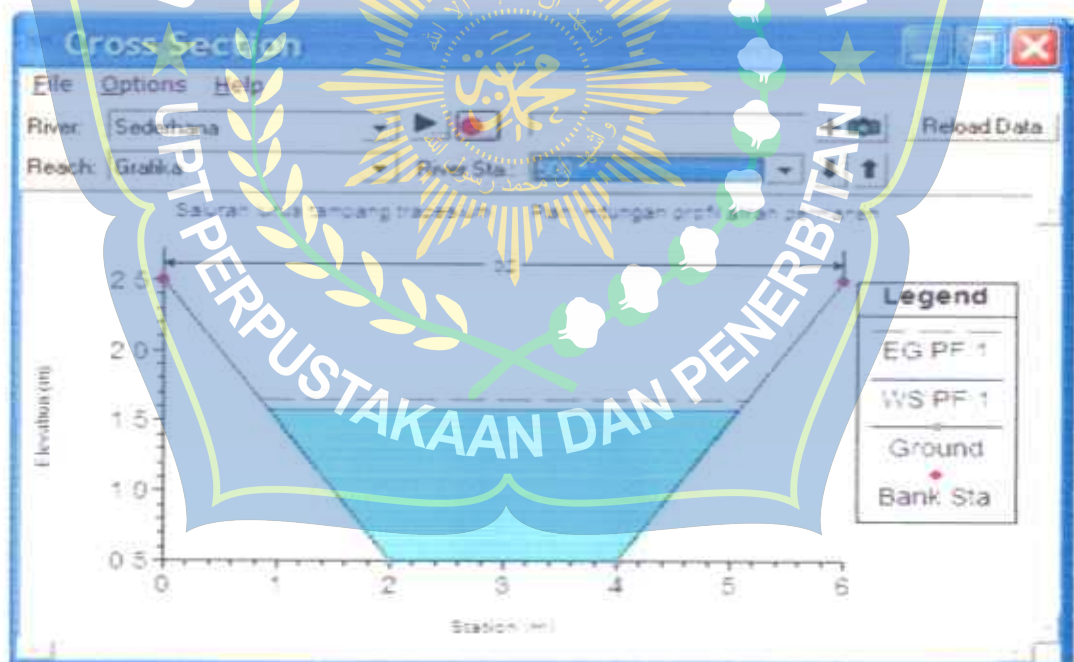
α_1, α_2 : koefisien coriolis (koefisien tinggi kecepatan)

g : percepatan gravitasi (m/dt²)

h_e : kehilangan energi (m)



Gambar 6. Masukan Data Cross Section Sungai (HEC-RAS 5.0.3)



Gambar 7. Keluaran Data Cross Section Sungai (HEC-RAS 5.0.3)

E. Sedimen

1. Pengertian Sedimen

Sedimen secara umum merupakan tanah atau bagian-bagian tanah yang terangkut oleh air dari suatu tempat yang mengalami erosi pada suatu daerah aliran sungai (DAS) dan masuk kedalam suatu badan air. Sedimen adalah hasil erosi, baik berupa erosi permukaan, erosi parit, atau jenis erosi tanah lainnya. Sedimen umumnya mengendap di bagian bawah kaki bukit, di daerah genangan banjir, di saluran air, sungai, dan waduk (Asdak, Chay, 2004).

Beberapa ahli memberikan pengertian yang berbeda tentang sedimen. Menurut (Anwas, 1994), Sedimentasi adalah peristiwa pengendapan material batuan yang telah diangkut oleh tenaga air atau angin. Pada saat pengikisan terjadi, air membawa batuan mengalir ke sungai, danau, dan akhirnya sampai di laut. Pada saat kekuatan pengangkutannya berkurang atau habis, batuan diendapkan di daerah aliran air.

Berdasarkan pada jenis sedimen dan ukuran partikel-partikel, Ukuran sedimen dicirikan atau dikarakterisasi menurut sifat-sifat alami, antara lain: ukuran butir (*grain size*), densitas, kecepatan jatuh, komposisi, porositas dan bentuk. Dalam studi angkutan sedimen, ukuran butir merupakan karakter sedimen yang sangat penting karena dipakai untuk merepresentasikan resistensi terhadap agen pengangkut (Poerbondono dan Djunasjah, 2005). Berdasarkan ukuran partikel sedimen, para ahli geologi mengklasifikasikan sedimen dengan menggunakan dua jenis skala yaitu Wentworth-Udden dan skala AFNOR seperti yang terlihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Klasifikasi sedimen Menurut Skala Wenworth-Udden dan Skala AFNOR

Skala Wenworth		Skala AFNOR	
Jenis Sedimen	Ukuran, mm (ϕ)	Jenis Sedimen	Ukuran, mm (ϕ)
Bongkah	>256 (<-8)	Batu	>20 (<-13)
Berangkal	256 - 64 (-8 - -6)	Kerikil	20 - 2 (-13 - -3)
Kerakal	64 - 4 (-6 - -2)	Pasir Kasar	2 - 0,8 (-3 - 1)
Granul	4 - 2 (-2 - -1)	Pasir Sedang	0,8 - 0,315 (1 - 5)
Pasir Sangat Kasar	2 - 1 (-1 - 0)	Pasir Halus	0,315 - 0,125 (5 - 9)
Pasir Kasar	1 - 0,5 - 0,25 (1 - 2)	Pasir Sangat Halus	0,125 - 0,05 (9 - 13)
Pasir Sedang	0,5 - 0,25 (1 - 2)	Debu	<0,05 (>13)
Pasir Halus	0,25 - 0,125 (2 - 3)		
Pasir Sangat Halus	0,125 - 0,062 (3 - 4)		
Debu	0,062 - 0,004 (4 - 8)		
Liat/Lumpur	<0,004 (>8)		

(Sumber: KKP, Kementerian Kelautan dan Perikanan)

2. Proses Sedimentasi

Proses Sedimentasi sendiri merupakan suatu proses pengendapan material transport oleh media air, angin, es, dan gletser di suatu cekungan. Proses terjadinya sedimentasi yaitu pengendapan sedimen hasil erosi yang terbawa oleh aliran air pada suatu tempat yang kecepatan alirannya melambat (Arsyad S., 2000). Proses sedimentasi pada suatu sungai meliputi proses erosi, transportasi, pengendapan dan pemadatan dari sedimentasi itu sendiri (Sudira, 2013). Proses sedimentasi meliputi proses erosi, angkutan (transportasi), pengendapan (deposition), dan pemadatan (compaction) dari sedimen itu sendiri. Di mana proses ini berjalan sangat kompleks, di mulai dari jatuhnya hujan yang menghasilkan energi kinetik yang merupakan permulaan dari proses erosi. Begitu tanah terjadi partikel halus lalu menggelinding bersama aliran, sebagian tertinggal di atas tanah sedangkan bagian lainnya masuk ke sungai terbawa aliran menjadi angkutan sedimen (soewamo dalam Rizal, 2014)



Gambar 8. Sebaran sedimen tahun 2012
(Sumber: Balai Pengukuran Jauh (Loran) Porosari)

Proses sedimentasi dapat dibedakan menjadi dua bagian yaitu :

- a. Proses sedimentasi secara geologis, sedimentasi secara geologis merupakan proses erosi tanah yang berjalan secara normal; artinya proses pengendapan yang berlangsung masih dalam batas-batas yang diperkenankan atau dalam keseimbangan alam dari proses degradasi dan akuradasi pada permukaan kulit bumi akibat pelapukan.
- b. Proses sedimentasi yang dipercepat, sedimentasi yang dipercepat merupakan proses terjadinya sedimentasi yang menyimpang dari proses secara geologi dan dapat mengganggu keseimbangan alam atau kelestarian lingkungan hidup. Kejadian tersebut biasanya disebabkan oleh kegiatan manusia dalam mengolah tanah. Cara mengolah tanah yang salah dapat menyebabkan erosi tanah dan sedimentasi yang tinggi.

Sedimentasi menjadi penyebab utama berkurangnya produktivitas lahan pertanian, dan berkurangnya kapasitas saluran atau sungai akibat pengendapan material hasil erosi. Pengendapan yang terjadi secara terus menerus dapat mengakibatkan terbentuknya bentukan-bentukan alam sebagai berikut :

2) Kipas Alufial atau allufial fan dapat terbentuk karena sungai terjadi penurunan kuat arus sebagai akibat perubahan kemiringan yang mana sungai bermula dari pegunungan yang tiba-tiba mencapai suatu daratan rendah yang mempunyai perbedaan yang mencolok sehingga material yang dibawa akan langsung terendap serta membentuk kerucut.

3) Meander yaitu sebuah aliran sungai yang berkelok-kelok. Kejadian seperti ini sering kita jumpai pada daerah hilir suatu sungai yaitu di daerah aliran sungai yang terdapat batuan yang homogen serta kurang lahan terhadap erosi. Lengkungan meander terdiri atas 2 sisi yaitu sisi dalam dan sisi luar. Arus sungai atau aliran air lebih deras dibagian sisi luar lengkungan yang tererosi. Hasil dari erosi tersebut diendapkan dibagian sisi dalam lengkungan meander.

Proses tersebut mengakibatkan meander bisa membentuk setengah berikutnya yaitu batas daratan yang sempit yang memisahkan kelokan yang satu dengan yang lainnya akhirnya terpotong aliran baru dan dapat membentuk danau tapal kuda atau disebut dengan oxbow lake. lingkaran bahkan membentuk lingkaran penuh. Tahap dari perkembangan meander.

Gambaran tahap dari perkembangan meander dapat dilihat pada gambar berikut



Gambar 9. a. Proses terbentuknya meander b. Sungai mati

(Sumber: Google Earth)

- 4) Dataran banjir adalah daerah yang sering di genangi air ketika terjadi hujan yang mengakibatkan air sungai meluap.
- 5) Delta adalah endapan sungai pada ujung muara. Didaerah muara sungai sering terjadi pengendapan yang sebagian besar materialnya diangkut oleh sungai tersebut. Delta mempunyai ukuran dan bentuk yang tidak sama.

Faktor yang membuat perbedaan tersebut yaitu jenis batuan, keadaan musim dan kecepatan aliran sungai.

F. Sumber Asal dan Mekanisme Pengangkutan Sedimen

Seperti telah kita ketahui bahwa sedimen merupakan material yang terbawa oleh pengaliran air permukaan bumi akibat dari erosi, kemudian hasil dari erosi tersebut mengendap pada suatu tempat dimana arus pengaliran air sudah tak berpengaruh lagi. Dan proses kejadian erosi dapat diketahui bahwa erosi terjadi pada daerah-daerah yang kondisi tanahnya kritis dan dengan bantuan air hujan akan mengakibatkan lapisan tanah tersebut akan menjadi lepasan terpisas (Rizal, 2014)

1. Sumber Asal Sedimen

Menurut asalnya, bahan-bahan dalam angkutan sedimen dapat dibedakan menjadi dua macam, yaitu:

a. *bed material transport*

dimana sumber asal materialnya yaitu dari dasar. Angkutan ini ditentukan oleh keadaan dasar aliran. Angkutan *bed material* dapat berpisah angkutan dasar maupun angkutan melayang tergantung dari jenis, ukuran dan keadaan materialnya.

b. *wash load*

Merupakan bahan angkutan yang berasal dari sumber-sumber diluar tubuh sungai yang tidak ada hubungannya dengan kondisi lokal. Bahan angkutan ini berasal dari hasil erosi di daerah aliran sungainya (DAS). Muatan bilas terdiri dari partikel halus, yaitu lempung (silt) dan debu (dust) yang terbawa aliran

sungai. Lempung dan debu ini hasil dari pelapukan batuan dan tanah daerah aliran sungai. Muatan bilas dapat mempengaruhi viskositas air sungai. Akan tetapi pengaruhnya terhadap perilaku dasar sungai umumnya relatif kecil.

2. Mekanisme pengangkutannya dikelompokkan menjadi beberapa bagian sebagai berikut:

a. Wash Load Movement

Butir-butir tanah yang sangat halus berupa lumpur yang bergerak bersamasama dalam aliran air, konsentrasi sedimen merata di semua bagian pengaliran. Bahan wash load berasal dari pelapukan lapisan permukaan tanah yang menjadi lepas berupa debu-debu halus selama musim kering. Debu halus ini selanjutnya dibawa masuk ke saluran atau sungai baik oleh angin maupun oleh air hujan yang turun pertama pada musim hujan, sehingga jumlah sedimen pada awal musim hujan lebih banyak dibandingkan dengan keadaan yang lain.

b. Suspended Load Movement

Butir-butir tanah bergerak melayang dalam aliran air. Gerakan butir-butir tanah ini terus menerus dikompresir oleh gerak turbulensi aliran sehingga butir-butir tanah bergerak melayang di atas saluran. Bahan suspended load terjadi dari pasir halus yang bergerak akibat pengaruh turbulensi aliran, debit, dan kecepatan aliran. Semakin besar debit, maka semakin besar pula angkutan suspended load.

c. Saltation Load Movement

Pergerakan butir-butir tanah yang bergerak dalam aliran air antara pergerakan suspended load dan bed load. Butir-butir tanah bergerak secara terus menerus

meloncat-loncat (skip) dan melambung (bounce) sepanjang saluran tanpa menyentuh dasar saluran. Bahan-bahan saltation load terdiri dari pasir halus sampai dengan pasir kasar.

d. Bed Load Movement

Merupakan angkutan butir-butir tanah berupa pasir kasar (coarse sand) yang bergerak secara menggelinding (rolling), mendorong dan menggeser (pushing and sliding) terus menerus pada dasar aliran yang pergerakannya dipengaruhi oleh adanya gaya seret (drag force) aliran yang bekerja di atas butir-butir tanah yang bergerak.

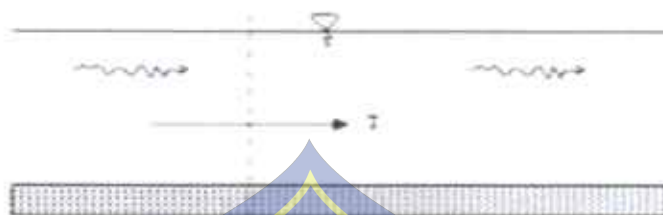
Secara sistematis mekanisme dan pengelompokan angkutan sedimen yang didasarkan atas pergerakan dan sumbernya dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 10. Skema angkutan sedimen.
(Sumber: smule, E.A., 1994)

Menurut Karim (2017). Transportasi sedimen adalah perpindahan tempat bahan sedimen (non kohesif) oleh air yang sedang mengalir dan gerak umum sedimen searah aliran air. Banyaknya transportasi sedimen dapat ditentukan dari

perpindahan tempat neto sedimen yang melalui suatu tampang lintang selama periode waktu yang cukup. Lihat gambar 3. T dinyatakan dalam (berat, massa, volume) tiap satuan waktu.



Gambar 11. Tampang panjang saluran dengan dasar granuler.

(Sumber:)

Untuk mengetahui apakah dalam keadaan tertentu akan terjadi kesetimbangan (kesetimbangan), erosi, atau pengendapan (deposition), maka dapat ditentukan kualitas sedimen yang terangkut dalam proses tersebut.



Gambar 12. Angkutan sedimen pada tampang panjang dengan dasar granuler.

(Sumber:)

Tabel 4 Proses sedimen dasar

Perbandingan T	Proses yang terjadi	
	Sedimen	Dasar
$T_1 = T_2$	Seimbang	Stabil
$T_1 < T_2$	Erosi	Degradasi
$T_1 > T_2$	Pengendapan	Agradasi

(Sumber:)

Soewarno (Rizal, 2014) menyebutkan bahwa angkutan sedimen dapat bergerak, bergeser, disepanjang dasar sungai atau bergerak melayang pada aliran sungai, tergantung pada:

- a) Komposisi (ukuran, berat jenis, dan lain-lain).
- b) Kondisi aliran meliputi kecepatan aliran, kedalaman aliran dan sebagainya.

G. Faktor-faktor yang menentukan Transportasi Sedimen

Adapun factor-faktor yang menentukan terjadinya transportasi sedimen (Mardjikoen, 1988).

1. Sifat-sifat Aliran (flow characteristic)

- a. Aliran kritis, jika bilangan Froude sama dengan satu ($Fr=1$)
- b. Aliran subkritis, jika bilangan Froude lebih kecil dari satu ($Fr < 1$)
- c. Aliran superkritis, jika bilangan Froude lebih besar dari satu ($Fr > 1$)

Adapun persamaan untuk menghitung bilangan Froude yaitu:

$$Fr = \frac{V}{\sqrt{g \cdot h}} \quad (15)$$

Fr = bilangan Froude

V = kecepatan aliran (m/det)

G = percepatan gravitasi (9,81 m/det²)

H = kedalaman aliran (m)

2. Sifat-sifat Sedimen (sediment characteristic)

a. Ukuran (size)

Beberapa ahli hidraulika menggunakan klasifikasi ukuran butiran menurut AGU (American Geophysical Union) sebagaimana yang ditunjukkan Ponce (1989) tabel dibawah ini baik menurut Einstein maupun American Geophysyeal Union (AGU).

Tabel 5. Jenis porositas

No.	Bahan	$\hat{\sigma}$ (%)	No.	Bahan	$\hat{\sigma}$ (%)
1	Tanah	50-60	6	Pasir halus-sedang	30-35
2	Lemping	45-55	7	Kerikil	30-40
3	Lumpur	40-50	8	Kerikil dan pasir	20-35
4	Pasir sedang-kasar	35-40	9	Batu pasir	10-20
5	Pasir seragam	30-40	10	Batu kapur (<i>shale</i>)	1-10

(Sumber :)

b. Bentuk (shape)

Untuk butiran berbentuk bola, nilai shape factor ini akan sama dengan satu ($S_f = 1$), sedangkan untuk butiran dengan bentuk selain bola nilai shape factor lebih kecil dari satu.

Faktor bentuk dinyatakan dalam

$$SF = \frac{c}{(a.b)^{0.5}} \quad (16)$$

SF = faktor bentuk dari Corey (tak berdimensi)

a = penampang terpanjang dari partikel (mm)

b = penampang dari partikel (mm)

c = penampang terpendek dari partikel (mm)

c. Rapat massa

Kecepatan endap (w) sangat penting dalam masalah suspensi dan sedimentasi, Rapat massa butiran sedimen umumnya tidak hanya berbeda karena kuarsa paling banyak terdapat dalam sedimen alam rata-rata di anggap:

$$q_c = 2650 \text{ kg/m}^3 \left(s = \frac{q_c}{q_w} = 2,65 \right) \quad (17)$$

d. Kecepatan endapan

kecepatan arus kritis untuk menggerakkan butiran di dasar serta perkembangan konfigurasi dasar sungai sering dihubungkan dengan kecepatan endap. Kecepatan endap ditentukan oleh persamaan keseimbangan antara antara berat butir dalam air dan hambatan selama butir mengendap. Kecepatan endap dinyatakan dengan :

$$w = \frac{4}{3} \left(\frac{g d^2 (q_c - q_w)}{C_D} \right)^{\frac{1}{2}} \quad (18)$$

dimana :

- w = kecepatan endap (m/s)
- g = percepatan gravitasi (9,81 m/det²)
- d = diameter partikel (mm)
- C_D = koefisien larutan drag coefficient (tidak bersedimen)
- Q_c = berat volume partikel (g/cm³)
- Q_w = berat volume air (g/cm³)

3. Pengaruh timbal balik (interaksi)

Faktor terjadinya pengangkutan sedimen karena adanya timbal balik yang terjadi antara aliran air dan sedimen. Dimana dalam aliran air terdapat sedimen

yang di transport, begitupun sebaliknya transport sedimen terjadi akibat adanya pengaruh dari aliran air.

H. Pengukuran Sedimen

Maksud pengukuran angkutan sedimen adalah menentukan konsentrasi sedimen, ukuran butir sedimen dan produksi sedimen dari suatu DPS dilokasi pos duga air

1. Sedimen Melayang (*suspended load*)

Tujuan pengukuran angkutan sedimen melayang adalah menentukan konsentrasi sedimen, ukuran butir sedimen dan produksi sedimen melayang dari suatu DPS dilokasi pos duga air. Konsentrasi sedimen dapat dinyatakan dalam berbagai cara, antara lain:

- a. Dinyatakan dengan perbandingan antara berat sedimen kering yang terkandung pada satu unit volume sedimen bersama-sama airnya dari suatu sampel, biasanya dinyatakan dalam satuan mg/l , g/m^3 , kg/m^3 , dan ton/m^3 .
- b. Dinyatakan dengan perbandingan volume partikel sedimen yang terkandung pada satu unit volume sampel air, biasanya dinyatakan dalam satuan %.
- c. Konsentrasi sedimen dapat juga dinyatakan dalam parsper million (ppm), apabila konsentrasinya rendah, dihitung dengan cara membagi berat sedimen kering dengan berat sampelnya dengan mengalihkan hasil bagi tersebut 106.

Dalam pengambilan sampel sedimen melayang digunakan metode, yaitu:

1) Metode integrasi

Pada umumnya cara ini digunakan untuk pengukuran konsentrasi

sedimen melayang pada sungai lebar atau pada sungai yang mempunyai penyebaran konsentrasi sedimen bervariasi. Pada suatu penampang melintang ditentukan beberapa vertikal pengukuran yang dibuat sedemikian rupa sehingga kecepatan aliran dan konsentrasi sedimen pada setiap vertikal yang berdekatan masing-masing mempunyai perbedaan yang kecil, pekerjaan ini membutuhkan banyak pengalaman dilapangan, agar hasilnya baik. Minimal diperlukan 3 buah vertikal. Jumlah titik pengukuran bervariasi tergantung dari kedalaman aliran dan ukuran butiran sedimen melayang, metode ini dapat dibedakan menjadi dua.

- a) Banyak titik (*multipoint method*)
 - b) Sederhana (*simplifield method*)
- 2) Metode integrasi kedalaman

Pada cara ini sampel sedimen diukur dengan cara menggerakkan alat ukur sedimen naik atau turun pada suatu vertikal dengan kecepatan gerak sama. Pengukuran ini dapat dilakukan pada seluruh kedalaman atau pada vertikal kedalaman dibagi menjadi beberapa interval kedalaman. Pengukuran ini dapat dilakukan dengan dua cara.

- a) EDI (*equi-discharge-increment*)

Pada suatu penampang melintang dibagi menjadi beberapa sub penampang, dimana setiap sub penampang harus mempunyai debit yang sama. Kemudian pengukuran sedimen dengan cara ini dilaksanakan pada bagian tengah setiap sub penampang tersebut. Misalnya pada setiap bagian

penampang itu menampung 25% dari debit, maka pengukuran sedimennya harus dilaksanakan pada vertikal yang mempunyai debit kumulatif 12,5 62,5 87,5%. Pengukuran tersebut dilaksanakan dengan menentukan jumlah vertikal antara 3-10 bagian penampang, dengan debit sama. Untuk tiga penampang pengukuran dilakukan pada vertikal 1/6, 3/6, 5/6 bagian debit.

Pada pengukuran sedimen dengan cara ini dibutuhkan team pengukuran yang telah mempunyai pengalaman sifat dari aliran sungai. Apabila dari setiap vertikal itu volume sampel sedimennya hamper sama maka volume dari setiap botol sampel dapat dicampur menjadi satu botol dan nilai konsentrasi merupakan konsentrasi rata-rata pada penampang yang dimaksud. Konsentrasi sedimen dari suatu penampang sungai merupakan perbandingan antara debit sedimen dan debit aliran sungai. Nilai ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$Q_s = C \cdot Q \quad (19)$$

Ketengan :

Q_s = Debit sedimen ($m^3/detik$)

C = Konsentrasi sedimen (mg/l)

Q = Debit aliran ($m^3/detik$)

Untuk pengukuran sedimen cara EDI, persamaan (14) dapat diubah menjadi:

$$Q_s = \sum^n \bar{C}_i \cdot q_i \Delta x_i \quad (20)$$

Apabila $Q = \sum^n q_i \Delta x_i$,

Maka konsentrasi rata-ratanya adalah :

$$C = \frac{\sum_1^n c_i \cdot q_i \Delta x_i}{\sum_1^n q_i \Delta x_i} \quad (21)$$

Keterangan :

C = Konsentrasi rata-rata sedimen pada suatu penampang sungai (mg/l)

C_i = Konsentrasi sedimen pada sub penampang ke I (mg/l) Δ

X_i = lebar sub penampang sungai ke I (m)

Q_i = Debit perlebar sub penampang (m³/det)

N = jumlah vertikal pengukuran

Karena pada cara EDI nilai $q_2, q_2, q_n = Q/n$ maka persamaan 17 dapat diubah menjadi :



$$C = \frac{\sum_{i=1}^n Q_i C_i}{Q}$$

$$A = \frac{\sum_{i=1}^n C_i}{Q}$$

Gambar 13. Sketsa pengukuran sedimen cara integrasi kedalama EDI (Sumber.)

b) EWI (*equal-width-incement*)

Dalam metode ini penampang sungai dibagi atas beberapa bagian dimana setiap bagian mempunyai jarak yang sama satu sama lainnya seperti terlihat dalam gambar. Dibawah ini.



Gambar.14. Pengambilan sampel sedimen dengan cara EWI

Jumlah vertikal ditetapkan berdasarkan kondisi aliran dan sedimen serta tingkat ketelitian yang diinginkan.

Misalnya: lebar sungai adalah 53 m, jumlah vertikal ditetapkan 10 buah. Maka jarak vertikal diambil setiap 5 m. Dengan demikian maka lokasi pengukuran adalah pada rai yang terletak pada meteran

1.5, 7.5, 12.5, 17.5, 22.5, 27.5, 32.5, 37.5, 42.5, 47.5

Dalam gambar ini terlihat bahwa:

$$W_1 \neq W_2 \neq W_3 \neq \dots \neq W_n$$

$$Q_1 = Q_2 = Q_3 = \dots = Q_n$$

$$V_1 \gg V_2 \gg V_3 \gg \dots \gg V_n$$

Dimana :

Q : debit per segmen

V : volume sampel sedimen (misalnya berkisar antara 350-400 ml)

Pengambilan sampel sedimen melintang dengan cara equal- width- increment (EWI) ini dilaksanakan dengan cara sebagai berikut. Pada suatu penampang melintang dibagi sejumlah jalur vertikal pengukuran dengan jarak

setiap vertikal dibuat sama. Pengukuran angkutan sedimen melayang pada setiap jalur vertikal dilakukan dengan cara integrasi kedalaman serta menggerakkan alat ukurnya turun ataupun naik dengan kecepatan yang sama untuk semua jalur vertikal. Cara EWI paling sering digunakan pada sungai dangkal atau pada sungai dasarnya pasir dimana penyebaran aliran pada suatu penampang melintang berubah-ubah. Jumlah vertikal pada cara EWI tergantung pada kondisi aliran dan sedimen pada saat melakukan pengukuran, serta tingkat ketelitian yang diinginkan. Untuk menentukan jumlah vertikal yang diperlukan pada setiap penampang melintang sungai dibutuhkan banyak pengalaman, untuk sungai yang lebar dan dangkal 20 vertikal sudah cukup dan minimal 3 vertikal tergantung ketelitian yang digunakan.

Pada cara EWI kecepatan gerak naik atau turun alat ukur sedimen ditentukan oleh vertikal pada sub penampang yang mempunyai debit aliran pada satuan lebar yang besar. Kecepatan gerak tersebut harus tidak lebih dari 0.40 kecepatan aliran rata-rata.

Konsentrasi rata-ratanya dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$C = \frac{\sum_1^n w_i}{\sum_1^n U_i} \quad (22)$$

Keterangan :

C = Konsentrasi rata-rata (mg/l)

n = Jumlah vertikal dari $I= 1-n$

w_i = Berat sampel pada vertikal ke I (gr)

U_i = Volume sampel pada vertikal ke I (litr)

Penerapan cara EWI mempunyai beberapa keuntungan antara lain :

- 1) Tidak selalu diperlukan pengukuran debit aliran sesaat sebelum pengukuran sedimen ini dilakukan.
- 2) Waktu biaya analisa laboratorium akan lebih hemat dari cara yang lain.
3. Metode pengukuran konsentrasi sedimen "ditempat"

Metode pengukuran konsentrasi sedimen dapat dilakukan secara langsung (*in situ*), misalnya dengan "nuclear gauge" atau dengan photo electric turbidity meter.

Berdasarkan data sekunder yang diperoleh, pengambilan sampel sedimen dilapangan dilakukan dengan menggunakan metode EDI. Dimana sampel tersebut diuji dilaboratorium.

2. Pengukuran Sedimen Dasar (*bed load*)

Metode pengukuran muatan sedimen dasar dapat dilakukan dengan beberapa cara antara lain :

a. Pengukuran Langsung

Dilakukan dengan cara mengambil sampel di sungai secara langsung dengan menggunakan alat ukur muatan sedimen dasar yang terbagi atas:

- 1) Tipe basket
- 2) Tipe perbedaan tekanan
- 3) Tipe PAN
- 4) Tipe pit atau slot

b. Pengukuran tidak langsung

Dilakukan dengan cara pemetaan endapan secara berkala (repetitive survey).

Pemetaan dapat dilakukan dengan teknik perahu bergerak dan (insitu echo sounding).

c. Perkiraan dengan menggunakan rumus empiris

Adapun persamaan yang digunakan untuk memperkirakan muatan sedimen dasar telah dikembangkan melalui penyelidikan dilaboratorium berskala kecil.

Persamaan tersebut :

- Perhitungan sedimen dasar dengan persamaan Shields

Shields (1936) dalam penelitiannya mengenai pergerakan awal dari sedimen dengan mengukur kondisi aliran dengan sedimen transport yang lebih besar dari nol dan kemudian memberikan hubungan terhadap penentuan kondisialiran yang berhubungan pada gerak yang baru mulai.

- persamaan Shields

$$\frac{q^{b,\Delta}}{q^i} = \frac{t_p - t}{(p_s - p_w) \cdot g \cdot \omega_{50}}$$

$$\Delta = \frac{(p_s - p_w)}{p_w}$$

$$t_p = p_w \cdot g \cdot h \cdot l$$

$$R_e = \frac{U \cdot d_{50}}{v}$$

$$U_* = \sqrt{g \cdot R \cdot I}$$

$$v = v_1 + \frac{(T - T_1)}{(T_2 - T_1)} \times (v_2 - v_1)$$

$$Q_b = W \times q_b$$

• **Persamaan Meyer Peter Muller**

$$\frac{Q_s}{Q} \left(\frac{k_s}{k_r} \right)^{\frac{2}{3}} \cdot R.L = 0,047 \left(\frac{y_s - y_w}{y_w} \right) \cdot d_{50} + 0,25 \left(\frac{1}{g} \right)^{\frac{1}{3}} \cdot (Tb)^{2/3}$$



BAB III

METODE PENELITIAN

A. Lokasi dan Waktu Penelitian

Lokasi penelitian ini dilakukan di bagian Hilir Sungai Jeneberang Bontojai Kecamatan Parangloe Kabupaten gowa, sekitar 10.800 m dari Bendungan Bilibili. Waktu penelitian berlangsung pada bulan Agustus sampai selesai, dengan melakukan survei data sekunder di Balai Besar Wilayah Sungai Pompengan Jeneberang yang terletak di Kota Makassar Sulawesi Selatan.



Gambar 17. Lokasi Penelitian Sungai Jeneberang

(Sumber: Google Earth)

B. Pendekatan dan Jenis Penelitian

Dalam penelitian ini, peneliti menggunakan metode penelitian deskriptif dengan pendekatan kuantitatif dengan cara mengumpulkan data-data dari Instansi yang berkaitan dan hasil penelitian sebelumnya. Dalam menghitung pengaruh debit banjir terhadap sedimentasi kami menggunakan 2 metode yaitu: metode

Rasional dan metode HSS Snyder.

C. Sumber Data

Berdasarkan sumber data dari instansi yang terkait:

1. Balai Besar Wilayah Sungai Pompengan Jeneberang Direktorat Jendral Sumber Daya Air.
2. Dinas Pengelolaan Sumber Daya Air Provinsi Sulawesi Selatan.
3. Literatur (Pustaka).

D. Tahap Penelitian

Tahapan dalam penelitian ini diantaranya adalah analisa dari data primer, data sekunder serta literatur.

1. Data Primer

Data Primer adalah data yang diperoleh dari pengamatan di lapangan.

2. Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang di ambil oleh peneliti secara tidak langsung dari objeknya berupa data tertulis. Data sekunder diperoleh dari instansi terkait. Data sekunder yang diperlukan diantaranya Data debit banjir dan Data sedimen.

3. Literatur (Pustaka)

Data literatur adalah data yang diperoleh dari sumber informasi. Data literatur diperoleh dari buku naskah (teks book), Peraturan Pemerintah, 37 bahan ajar (kuliah) dari dosen serta literatur yang diperoleh dari sumber internet dan juga jurnal yang berkaitan.

E. Metode Analisis Data

Melakukan analisa hidrologi untuk mendapatkan nilai curah hujan rata-rata menggunakan cara rata-rata aljabar, dan cara Poligon Thiessen. Sedangkan untuk perhitungan frekuensi hujan menggunakan, Metode Normal, Metode Log Normal, Metode Gumbel dan Metode Log Pearson Tipe III. Kemudian untuk perhitungan debit banjir rancangan berbagai periode ulang menggunakan Metode Hidrograf Satuan Metode Hidrograf Satuan Sintetik Snyder.

1. Analisis Hidrolika

Menghitung kapasitas penampang aliran sungai yang mampu menampung debit banjir berbagai periode ulang.

2. Perhitungan Diameter Sedimen

Menghitung diameter sedimen dengan persamaan Shields (1936) dalam penelitiannya mengenai pergerakan awal dari sedimen dengan mengukur kondisi aliran dengan sedimen transport yang lebih besar dari 90 dan kemudian memberikan hubungan terhadap penentuan kondisi aliran yang berhubungan pada gerak yang baru mulai. Persamaan Shields dapat ditulis sebagai berikut :

$$\frac{qb \cdot \Delta}{Q \cdot 1} = 10 \frac{Tp - Tc}{(Ps - Pw) \cdot g d_{50}}$$

$$\Delta = \frac{(Ps - Pw)}{Pw}$$

$$Tp = Pw \cdot g \cdot h \cdot l$$

$$Re = \frac{U \cdot d_{50}}{\nu}$$

$$U_* = \sqrt{g \cdot R \cdot I}$$

$$V = V_1 + \frac{(T - T_1)}{(T_2 - T_1)} \times (V_2 - V_1)$$

$$Q_b = W \times q_b$$



3. Pelaksanaan Penelitian

Bagan Alur Penelitian



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Analisis Curah Hujan

1. Analisis Curah Hujan Wilayah

Dalam menentukan debit banjir rencana dibutuhkan suatu harga intensitas curah hujan. Intensitas curah hujan umumnya berhubungan dengan kejadian dan lamanya hujan turun, yang disebut Duration Frequency. Oleh karena itu diperlukan data curah hujan bulanan dan harian maksimum.



Gambar 19. Poligon Thiessen DAS Jeneberang
(Sumber: Google Earth)

Tabel 6 . Analisis Luasan Poligon

Stasiun	Luas (Km ²)	Koef. Thiessen
Malino	270	0.4
Allukeke	185	0.3
Malakaji	175	0.3
Total	630.00	1.0

(Sumber : Analisis Peta)

Berikut adalah tabel hasil perhitungan Curah Hujan Wilayah dengan menggunakan metode Aljabar dan Polygon Thiessen yaitu :

Metode Rata-rata Aljabar

$$R = \frac{R_1 + R_2 + R_3}{3}$$

$$R = \frac{101 + 62 + 10}{3}$$

$$R = 58 \text{ mm}$$

Metode Poligon Thiessen

Contoh perhitungan

$$R = A_1R_1 + A_2R_2 + A_3R_3$$

$$R = (0.4 \times 101) + (0.3 \times 62) + (0.3 \times 10)$$

$$R = 66.3 \text{ mm}$$

(24)



Tabel 7. Rekapitulasi Perhitungan Curah Hujan Wilayah Maksimum Harian Tahunan Stasiun (1998 – 2017)

Tahun	Kondisi / Tanggal		Stasiun			Rata – rata		Max
			Malino	Allukeke	Malakaji	Aljabar	Thiessen	
1998	1	30 Desember	101	62	10	57,7	66,3	66,3
	2	30 Desember	101	62	10	57,7	66,3	
	3	29 Maret	0	4	36	13,3	10,3	
1999	1	01 Januari	185	62	0	82,3	101,6	101,6
	2	26 Januari	79	169	0	82,7	85,7	
	3	27 Januari	13	18	98	43,0	36,0	
2000	1	04 Februari	118	32	0	50,0	62,5	78,2
	2	03 Nopember	0	195	80	91,7	78,2	
	3	26 Oktober	0	0	120	40,0	30,4	
2001	1	10 Januari	193	100	0	97,7	116,5	116,5
	2	11 Nopember	80	150	86	105,3	102,3	
	3	07 Januari	60	70	96	75,3	72,1	
2002	1	14 Januari	125	0	30	51,7	63,8	63,8
	2	02 Januari	4	116	0	40,0	36,2	
	3	29 Mei	0	25	98	41,0	32,3	
2003	1	24 Desember	163	0	24	62,3	79,4	79,4
	2	16 Januari	2	86	2	30,0	26,9	
	3	21 Nopember	21	0	31	17,3	17,3	
2004	1	10 Februari	137	50	0	62,3	76,4	76,4
	2	09 Maret	79	93	15	62,3	66,9	
	3	25 Nopember	18	0	30	16,0	15,7	
2005	1	03 Maret	82	0	35	59,0	45,7	45,7
	2	20 Desember	10	108	14	34,0	40,1	
	3	30 Maret	3	1	56	20,0	15,8	
2006	1	25 Januari	220	11	48	93,0	114,3	114,3
	2	16 Januari	46	142	36	74,7	72,0	
	3	25 Januari	220	11	48	93,0	114,3	
2007	1	01 Februari	135	72	31	79,3	89,9	89,9
	2	20 Desember	17	120	15	50,7	47,1	
	3	10 April	20	10	37	22,3	21,3	
2008	1	03 Februari	75	100	53	76,0	76,8	168,5
	2	14 Desember	142	175	208	175,0	168,5	
	3	12 Maret	142	260	37	146,3	150,4	
2009	1	29 Januari	93	93	22	69,3	75,0	75,0
	2	17 Januari	49	99	14	54,0	55,0	

Tabel 8: Urutan Data Curah Hujan Harian Maksimum Tahunan (1998 - 2017)

No	Tahun	Rmax (mm)	No	Tahun	Rmax (mm)
1	2012	40.9	11	2000	78.2
2	2016	44.6	12	2011	79.2
3	2005	45.7	13	2003	79.4
4	2010	50.2	14	2007	89.9
5	2002	63.8	15	2015	100
6	1998	66.3	16	1999	101.6
7	2017	66.9	17	2006	114.3
8	2009	75	18	2001	116.5
9	2014	75.3	19	2013	137.4
10	2004	76.4	20	2008	168.5

2. Analisis Curah Hujan Rancangan

Analisa curah hujan rancangan dilakukan dengan menggunakan analisa frekuensi metode distribusi Log Pearson Tipe III untuk berbagai periode ulang yaitu 2,5,10,25,50, 100, dan 200 Tahun.

Pada distibusi Log Pearson Tipe III tidak mempunyai sifat khas yang dapat dipergunakan untuk memperkirakan jenis distribusi ini. Pada umumnya sebaran data statistik memenuhi kriteria pada metode ini. Perhitungan distribusi Log Pearson Tipe III ditulis pada tabel berikut :

Tabel 9. Perhitungan Curah Hujan Rancangan Metode Log Pearson Type III

No	Tahun	Curah Hujan Xi (mm)	$(X_i - \bar{X}_r)$	$(X_i - \bar{X}_r)^2$	$(X_i - \bar{X}_r)^3$	$(X_i - \bar{X}_r)^4$
1	1998	40,90	-42,61	1815,61	-77363,23	3296447,30
2	1999	44,60	-38,91	1513,99	-58909,28	2292159,97
3	2000	45,70	-37,81	1429,60	-54053,03	2043745,01
4	2001	50,20	-33,31	1109,56	-36959,31	1231114,74
5	2002	63,80	-19,71	388,48	-7657,02	150919,90
6	2003	66,30	-17,21	296,18	-5097,33	87725,02
7	2004	66,90	-16,61	275,89	-4582,57	76116,45
8	2005	75,00	-8,51	72,42	-616,30	5244,67
9	2006	72,50	-8,21	67,40	-552,89	4545,21
10	2007	76,40	-7,10	50,41	-357,91	2541,17
11	2008	78,20	-5,40	29,16	-148,88	789,05
12	2009	79,20	-4,30	18,49	-79,51	341,88
13	2010	79,40	-4,10	16,81	-68,91	282,58
14	2011	89,90	6,40	40,96	262,14	1677,72
15	2012	100,00	16,50	272,25	1452,13	74120,06
16	2013	101,60	18,10	327,61	5929,74	107328,31
17	2014	114,30	30,81	948,64	29218,11	899917,85
18	2015	116,50	33,00	1089,00	35937,00	1185921,00
19	2016	137,40	53,90	2905,21	156590,82	8440245,14
20	2017	168,50	85,00	7225,00	614125,00	52200625,00
	Jumlah	1670,10		19891,60	600108,26	72101806,13
	Rata-rata (\bar{X}_r)	83,51	1			

Curah hujan rencana yang digunakan untuk analisis Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) adalah periode ulang 2 - 100 tahun dengan perhitungan sebagai berikut.

Untuk Periode Ulang (T) 2 tahun

$$= X_{t_2} = X_r + (G \times S) \quad (25)$$

$$= 83,51 + (-0,170 \times 32,35)$$

$$= 78,0105 \text{ mm}$$

Untuk perhitungan selanjutnya dapat di lihat pada tabel 10 Berikut:

Tabel 10: Hasil Perhitungan Curah Hujan Rencana Metode Log Pearson

Tipe III

Periode Ulang (t)	X_r	G	S	X_t (mm)
2	83,51	-0,170	32,35	78,0105
5	83,51	0,753	32,35	107,8696
10	83,51	1,340	32,35	126,8590
25	83,51	2,028	32,35	149,1158
50	83,51	2,559	32,35	166,2937
100	83,51	3,048	32,35	182,1128
200	83,51	3,523	32,35	197,4791

B. Analisis Debit Banjir Rencana

Debit banjir rencana adalah debit maksimum di sungai atau saluran alamiah dengan periode ulang yang sudah ditentukan yang dapat dialirkan tanpa membahayakan stabilitas bangunan-bangunan yang ada di badan sungai.

Perhitungan debit banjir rencana dalam pekerjaan ini dimaksudkan untuk menghitung debit banjir rencana pada lokasi rencana penetapan sempadan sungai.

1) Perhitungan Distribusi Hujan Efektif Jam-jaman

Perhitungan hidrograf banjir dengan memakai sistem unit hidrograf diperlukan pembagian hujan yang mungkin terjadi dalam selang waktu. Daerah pengaliran di Indonesia biasanya diambil selang waktu 5 sampai dengan 7 jam. Sebagai pendekatan untuk pengaliran DAS Jeneberang diambil hujan harian selama 5 jam. Pengambilan curah hujan tiap jamnya dihitung dengan metode mononobe.

Tabel 11. Hasil Perhitungan Distribusi Hujan Efektif Jam-jaman

Waktu (Jam)	Rasio (%)	Curah Hujan Rencana (mm)						
		02 tahun	05 tahun	10 tahun	25 tahun	50 tahun	100 tahun	200 tahun
1	58.4804	39.6901	54.8818	64.5432	75.8670	84.6068	92.6552	100.4732
2	15.2003	10.3163	14.2649	16.7761	19.7194	21.9911	24.0830	26.1151
3	10.6626	7.2366	10.0065	11.7681	13.8327	15.4262	16.8937	18.3191
4	8.4885	5.7611	7.9662	9.3685	11.0122	12.2808	13.4490	14.5838
5	7.1682	4.8650	6.7271	7.9118	9.2994	10.3707	11.3572	12.3155
Hujan Efektif		67.8691	93.8466	110.3673	129.7307	144.6755	158.4381	171.8068
Koefisien Pengaliran		0.87	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87
Probabilitas		78.0105	107.8696	126.8590	149.1158	166.2937	182.1128	197.4791

Waktu	Ratio	Curah Hujan Rencana (mm)						
		02 tahun	05 tahun	10 tahun	25 tahun	50 tahun	100 tahun	200 tahun
(Jam)	(%)							
Hujan Maksimum								

2) Analisis Debit Banjir Rancana

a) Metode Hidrograf Satuan Sintetik Snyder

Dalam perhitungan Hidrograf Satuan Sintetik Snyder memiliki beberapa parameter dasar perhitungannya. Seperti yang telah dikemukakan oleh F.F.Snyder dari Amerika Serikat bahwa ada tiga parameter dalam penentuan hidrograf yaitu: lebar dasar hidrograf, debit puncak, dan kelamaan DAS (basin lag) yang cukup memadai untuk mendefinisikan hidrograf satuan.

Adapun parameter-parameter yang dibutuhkan dalam analisis

Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) Snyder adalah sebagai berikut:

Luas DAS (A) = 630 km²

Panjang Sungai (L) = 54,2 km

Jarak titik berat DAS dengan outlet = 32,49 km

Tinggi hujan (h) = 1,00 mm

Koefisien dari slope basinnya (0,9-3,0) (ct) = 0,9

Koefisien karakteristik (0,5-1,4) (cp) = 0,5

Lamanya hujan efektif 1 jam (tr) = 1,00 jam

Dari parameter-parameter di atas, selanjutnya adalah menghitung hidrograf satuan dengan beberapa factor sebagai berikut:

1) Waktu dari titik berat DAS ke puncak hidrograf

$$T_p = C_t \times (L \times L_c)^{0,3}$$

$$T_p = 0,9 \times (54,2 \times 32,49)^{0,3}$$

$$T_p = 8,47 \text{ jam}$$

2) Debit Maksimum hidrograf persatuan luas (q_p)

$$q_p = 0,278 \times \left(\frac{C_p}{T_p}\right)$$

$$q_p = 0,278 \times \left(\frac{0,50}{8,47}\right)$$

$$q_p = 0,02 \text{ m}^3/\text{dtk}/\text{km}^2$$

3) Lamanya curah hujan efektif (t_e)

$$t_e = \frac{t_p}{5,5}$$

$$t_e = \frac{8,47}{5,5}$$

$$t_e = 1,54 \text{ jam}$$

Untuk $L > 25 \text{ km}$

$$t_p' = t_p - 0,25 (t_r - t_e)$$

$$= 8,47 - 0,25 (1,00 - 1,54)$$

$$= 8,34 \text{ jam}$$

4) Waktu mencapai puncak (T_p)

$$T_p = t_p' + (0,5 \times t_r)$$

$$= 8,34 + (0,5 \times 1,00)$$

$$= 8,84 \text{ jam}$$

5) Debit puncak (Q_p)

$$Q_p = q_p \times A$$

$$= 0,02 \times 630$$

$$= 10,34 \text{ jam}$$

6) Lengkung Alexeyef

$$W = 1000 \times h \times A$$

$$= 1000 \times 1,00 \times 727$$

$$= 630,00 \text{ jam}$$

$$\lambda = \frac{(Q_p \cdot T_p \cdot 3600)}{W}$$

$$= \frac{(10,34 \cdot 8,84 \cdot 3600)}{630,00}$$

$$= 0,52$$

$$a = 1,32 \lambda^2 + 0,15 \lambda + 0,045$$

$$= 1,32 (0,52)^2 + 0,15 (0,52) + 0,045$$

$$= 0,48$$

$$X = \frac{t}{T_p}$$

$$= \frac{5}{8,84}$$

$$= 0,5658$$

$$Y = 10^{-a \left(\frac{1-X}{X} \right)^2}$$

$$= 10^{-0,48 \left(\frac{1-0,57}{0,57} \right)^2}$$

$$= 10^{-0,16}$$

$$= 0,6904$$

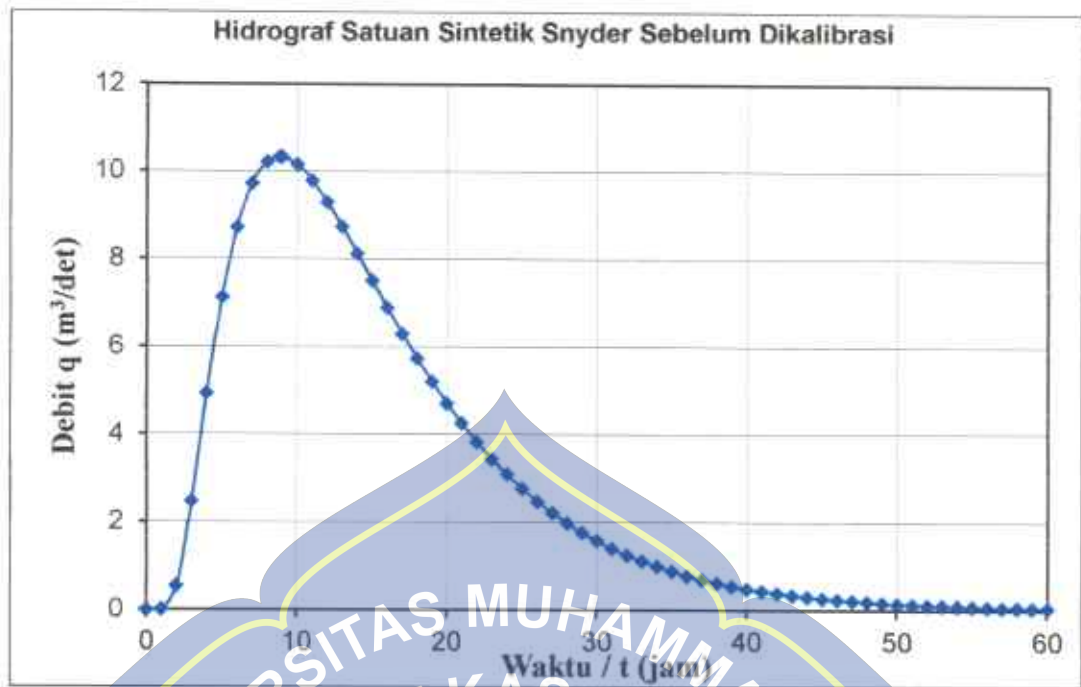
Tabel II: Perhitungan Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) Snyder

t (Jam)	X	Y	Q	t (Jam)	X	Y	Q
			(m ³ /dtk)				(m ³ /dtk)
0	0.0000	0.0000	0.0000	21	2.3765	0.4121	4.2596
1	0.1132	0.0004	0.0046	22	2.4897	0.3712	3.8367
2	0.2263	0.0528	0.5461	23	2.6028	0.3337	3.4494
3	0.3395	0.2396	2.4765	24	2.7160	0.2995	3.0962
4	0.4527	0.4791	4.9522	25	2.8292	0.2685	2.7752
5	0.5658	0.6904	7.1369	26	2.9423	0.2403	2.4843
6	0.6790	0.8447	8.7318	27	3.0555	0.2149	2.2214
7	0.7922	0.9412	9.7287	28	3.1687	0.1920	1.9844
8	0.9053	0.9891	10.2237	29	3.2818	0.1713	1.7711
8.84	1.0000	1.0000	10.3368	30	3.3950	0.1528	1.5794
9	1.0185	0.9996	10.3330	31	3.5082	0.1362	1.4074
10	1.1317	0.9831	10.1623	32	3.6213	0.1213	1.2534
11	1.2448	0.9479	9.7979	33	3.7345	0.1079	1.1155
12	1.3580	0.9004	9.3071	34	3.8477	0.0960	0.9923
13	1.4712	0.8455	8.7401	35	3.9608	0.0853	0.8822
14	1.5843	0.7860	8.1342	36	4.0740	0.0758	0.7840
15	1.6975	0.7271	7.5160	37	4.1871	0.0674	0.6964
16	1.8107	0.6679	6.9043	38	4.3003	0.0598	0.6184
17	1.9238	0.6106	6.3119	39	4.4135	0.0531	0.5489
18	2.0370	0.5560	5.7472	40	4.5266	0.0471	0.4870
19	2.1502	0.5045	5.2153	41	4.6398	0.0418	0.4320
20	2.2633	0.4565	4.7191	42	4.7530	0.0371	0.3831

t (Jam)	X	Y	Q
			(m ³ /dtk)
43	4.8661	0.0329	0.3397
44	4.9793	0.0291	0.3011
45	5.0925	0.0258	0.2668
46	5.2056	0.0229	0.2364

47	5.3188	0.0203	0.2094
48	5.4320	0.0179	0.1854
49	5.5451	0.0159	0.1642
50	5.6583	0.0141	0.1453
51	5.7715	0.0124	0.1287
52	5.8846	0.0110	0.1139
53	5.9978	0.0097	0.1008
54	6.1110	0.0086	0.0892
55	6.2241	0.0076	0.0789
56	6.3373	0.0067	0.0698
57	6.4505	0.0060	0.0617
58	6.5636	0.0053	0.0546
59	6.6768	0.0047	0.0483
60	6.7900	0.0041	0.0427





Gambar 20. Grafik Lengkung Naik dan Turun HSS Snyder DAS Jeneberang

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Untuk mengetahui debit banjir rencana berdasarkan perhitungan Hidrograf Satuan Sintetik Snyder, dilakukan dengan memperhitungkan hujan rencana pada periode tertentu. Adapun Rekapitulasi hasil perhitungan ditunjukkan pada Tabel 15 berikut.

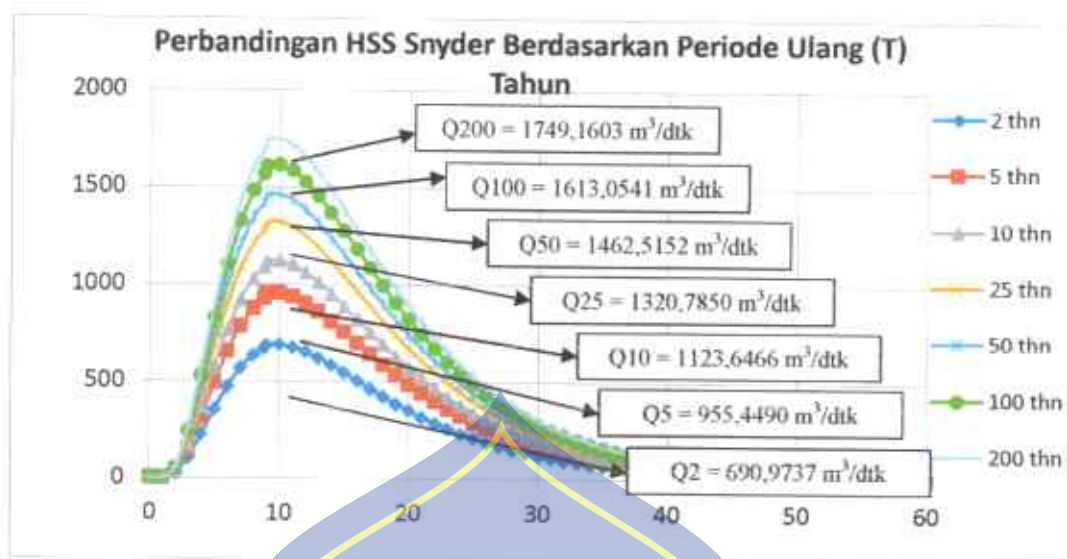
Tabel 12. Rekapitulasi Hasil Perhitungan Debit Banjir Metode Hidrograf Satuan Sintetik Snyder Periode Ulang 2, 5, 10, 25, 50, 100, dan 200 Tahun DAS Jeneberang

T (jam)	Q total						
	2 thn	5 thn	10 thn	25 thn	50 thn	100 thn	200 thn
0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
1	0.1807	0.2499	0.2939	0.3454	0.3852	0.4219	0.4574
2	21.7220	30.0362	35.3238	41.5212	46.3044	50.7092	54.9879
3	103.9594	143.7507	169.0566	198.7168	221.6086	242.6897	263.1674
4	226.0787	312.6120	367.6444	432.1458	481.9283	527.7729	572.3053
5	355.4424	491.4906	578.0128	679.4224	757.6859	829.7679	899.7820
6	472.9531	653.9794	769.1061	904.0421	1007.6012	1104.0925	1197.2535
7	568.4386	786.0127	924.3827	1086.5612	1209.0785	1327.0002	1438.9697
8	634.5409	877.4161	1031.8768	1212.9146	1337.3352	1481.3136	1606.3038
8.84	671.1700	928.0653	1091.4422	1282.9305	1423.0765	1566.8230	1699.0283
9	689.2687	953.0914	1120.8739	1317.5258	1459.9485	1609.0737	1744.8440
10	690.9737	955.4490	1123.6466	1320.7850	1462.5152	1613.0541	1749.1603
11	677.7844	937.2115	1102.1985	1295.5739	1433.8696	1582.2642	1715.7724
12	653.8365	904.0973	1063.2549	1249.7978	1382.6989	1526.3586	1655.1495
13	622.6321	860.9491	1012.5109	1190.1511	1316.1851	1453.5129	1576.1573
14	586.2526	810.6451	953.3514	1120.6123	1238.8184	1368.5863	1484.0647
15	546.7616	756.0387	889.1320	1045.1259	1155.0264	1276.3960	1384.0956
16	506.0653	699.7655	822.9525	967.3355	1068.8006	1181.3918	1281.0752
17	465.5188	643.6995	757.0166	889.8315	982.9756	1086.7374	1178.4340
18	426.0581	589.1350	692.8465	814.4030	899.5070	994.6177	1078.5415
19	388.3050	536.9316	631.4532	742.2387	819.6916	906.4845	982.9718

T (jam)	Q total						
	2 thn	5 thn	10 thn	25 thn	50 thn	100 thn	200 thn
20	352.6488	487.6278	573.4699	674.0824	744.3393	823.2464	892.7102
21	319.3086	441.5263	519.2528	610.3532	673.9031	745.4148	808.3114
22	288.3806	398.7605	468.9584	551.2349	608.5795	673.2146	730.0190
23	259.8739	359.3426	422.6014	496.7448	548.3819	606.6667	657.8559
24	233.7368	323.2014	380.0978	446.7842	493.1975	545.6505	591.6914
25	209.8770	290.2090	341.2975	401.1765	442.8281	489.9506	531.2916
26	188.1760	260.2017	306.0077	359.6953	397.0214	439.2902	476.3566
27	168.4998	232.9944	274.0108	322.0847	355.4930	393.3570	426.5476
28	150.7073	208.3916	245.0770	288.0745	317.9434	351.8209	381.5069
29	134.6551	186.1933	218.9732	257.3910	284.0691	314.3476	340.8716
30	120.2020	166.2102	195.4699	229.7642	253.5712	280.6074	304.2844
31	107.2115	148.2475	174.3450	204.9330	226.1612	250.2815	271.3997
32	95.5535	132.1274	155.3871	182.6491	201.5641	223.0664	241.8883
33	85.1057	117.6806	138.3971	162.6782	179.5212	198.6764	215.4403
34	75.7538	104.7491	123.1892	144.8021	159.7911	176.8446	191.7664
35	67.3918	93.1865	109.5911	128.8183	142.1502	157.3238	170.5985
36	59.9222	82.8579	97.4442	114.5404	126.3925	139.8864	151.6897
37	53.2557	73.6396	86.6032	101.7973	112.3292	124.3235	134.8136
38	47.3104	65.4188	76.9352	90.4331	99.7879	110.4445	119.7636
39	42.0123	58.0928	68.3195	80.3058	88.6118	98.0762	106.3517
40	37.2939	51.5684	60.6465	71.2866	78.6588	87.0612	94.4072
41	33.0942	45.7612	53.8171	63.2590	69.8003	77.2572	83.7761
42	29.3583	40.5954	47.7418	56.1179	61.9201	68.5359	74.3188

T (jam)	Q total						
	2 thn	5 thn	10 thn	25 thn	50 thn	100 thn	200 thn
43	26.0366	36.0023	42.3401	49.7685	54.9137	60.7815	65.9101
44	23.0845	31.9202	37.5394	44.1256	48.6870	53.8899	58.4370
45	20.4619	28.2939	33.2747	39.1126	43.1555	47.7677	51.7982
46	18.1331	25.0737	29.4876	34.6611	38.2436	42.3311	45.9029
47	16.0658	22.2151	26.1258	30.7095	33.8833	37.5050	40.6696
48	14.2312	19.6784	23.1425	27.2028	30.0140	33.2223	36.0256
49	12.6038	17.4280	20.4960	24.0919	26.5815	29.4231	31.9057
50	11.1604	15.4321	18.1488	21.3330	23.5373	26.0536	28.2520
51	9.8807	13.6626	16.0677	18.8867	20.8382	23.0661	25.0124
52	8.7463	12.0940	14.2230	16.7184	18.4457	20.4179	22.1407
53	7.7410	10.7039	12.5882	14.7967	16.3254	18.0710	19.5958
54	6.8502	9.4722	11.1397	13.0941	14.4468	15.9916	17.3410
55	6.0612	8.3812	9.8566	11.5859	12.7827	14.1496	15.3436
56	5.3624	7.4148	8.7201	10.2501	11.3089	12.5182	13.5745
57	4.7435	6.5591	7.7138	9.0672	10.0038	11.0736	12.0080
58	4.1956	5.8015	6.8229	8.0199	8.8483	9.7946	10.6210
59	3.7106	5.1309	6.0341	7.0928	7.8254	8.6623	9.3932
60	3.2814	4.5373	5.3361	6.2723	6.9201	7.6602	8.3066





Gambar 21. Grafik Hidrograf Satuan Sintetik Snyder Periode Ulang 2 tahun - 200 tahun DAS Jeneberang

Tabel 13. Rekapitulasi Debit Banjir Dengan Beberapa Metode Pada DAS Jeneberang

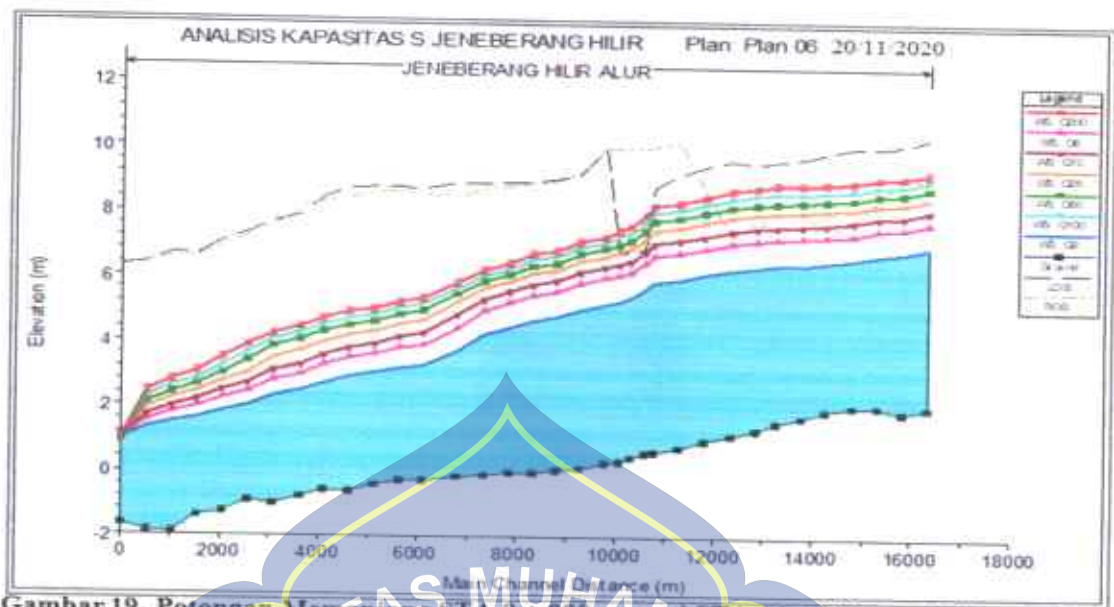
No	Kala Ulang (Tahun)	Metode
		HSS Snyder (m ³ /dtk)
1	2	690.9737
2	5	955.4490
3	10	1123.6466
4	25	1320.7850
5	50	1462.5152
6	100	1613.0541
7	200	1749.1603

C. Analisis Kapasitas Penampang Sungai Menggunakan HEC-RAS

Berikut adalah hasil analisis kapasitas pengaliran terhadap debit banjir tiap kala periode ulang, berdasarkan data perhitungan debit metode HSS Nakayasu dan data pengukuran sungai yang bersumber dari BBWS Pompengan Jeneberang di penampang alur Sungai Jeneberang bagian hilir.

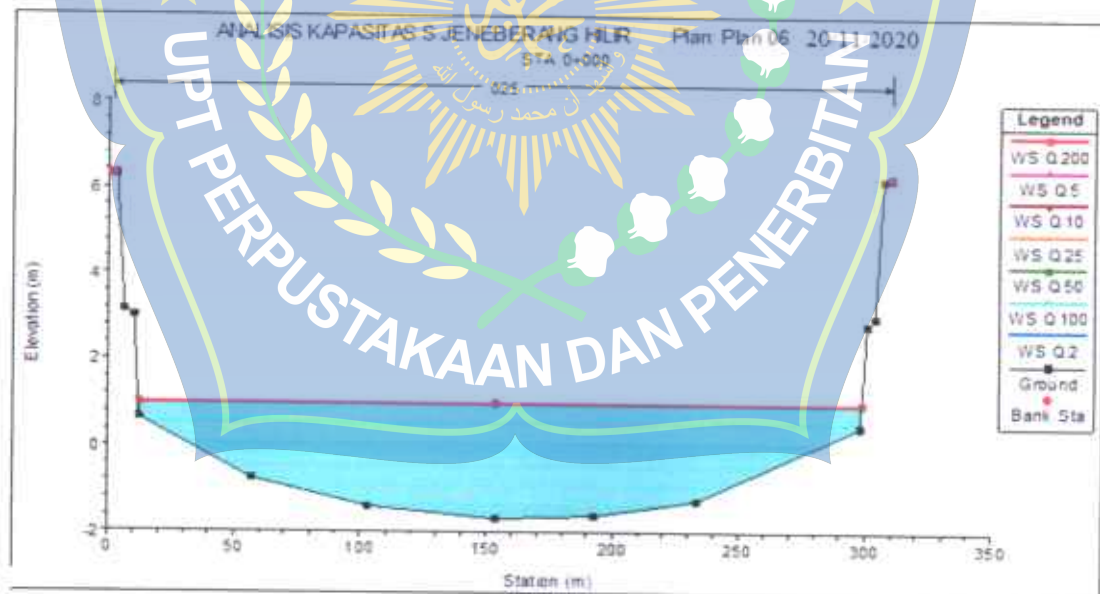


Gambar 21. Geometri Sungai Jeneberang

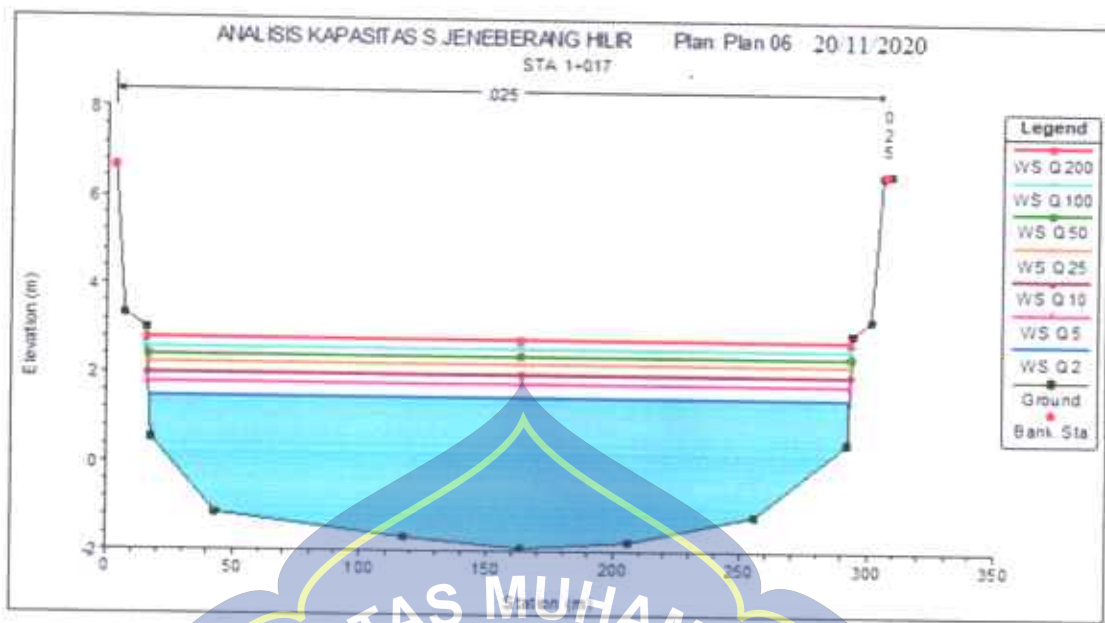


Gambar 19. Potongan Memanjang STA 0 + 000 sampai STA 16 + 309 untuk Q2 – Q200 Tahun

1. Analisis Kapasitas Aliran Untuk Penampang Sungai yang Bertanggul



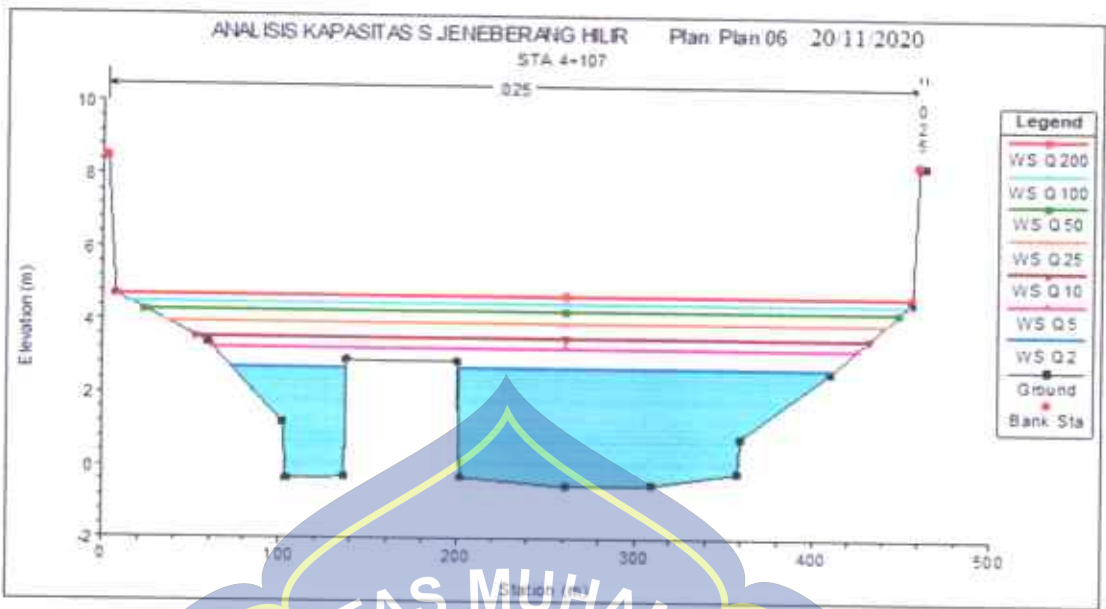
Gambar 23. Potongan Melintang, STA 0 + 000 untuk Q2 – Q200 Tahun



Gambar 24. Potongan Melintang, STA 1 + 017 untuk Q2 – Q200 Tahun



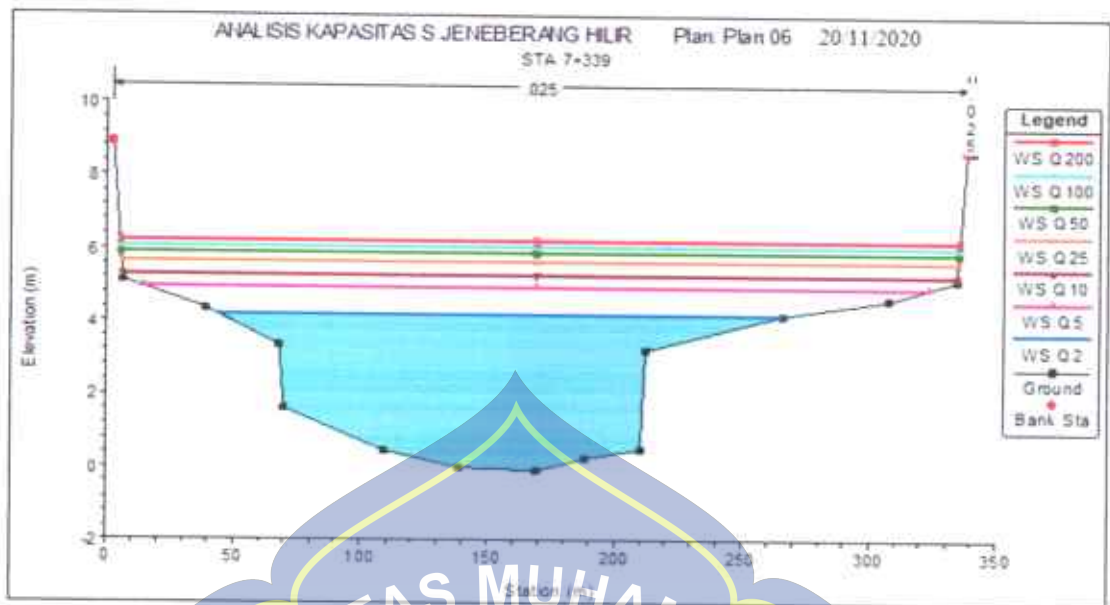
Gambar 25. Potongan Melintang, STA 2 + 551 untuk Q2 – Q200 Tahun



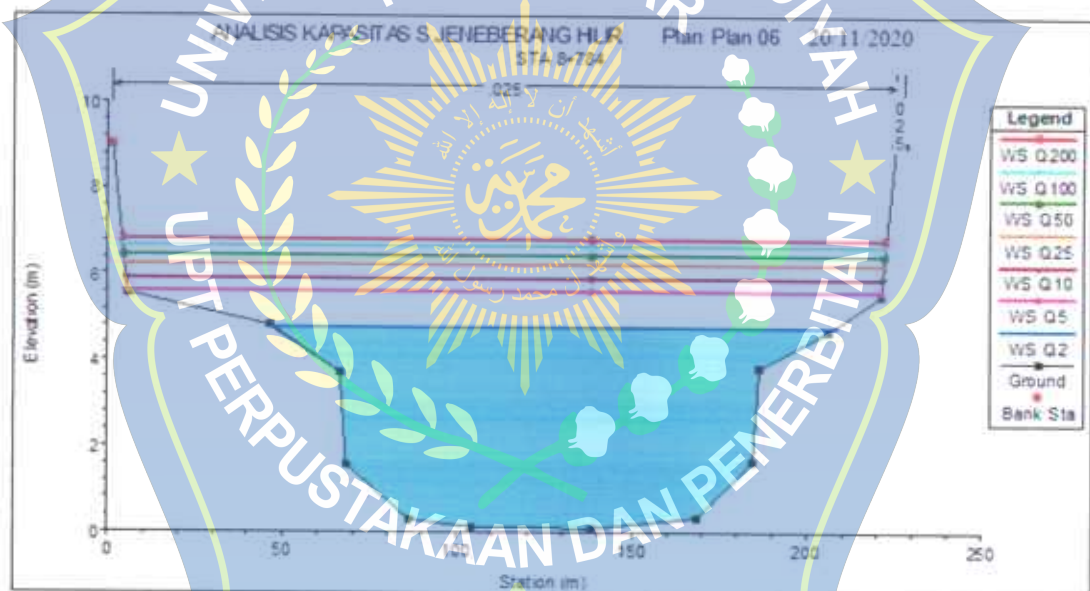
Gambar 26. Potongan Melintang, STA 4+ 107 untuk Q2 – Q200 Tahun



Gambar 27. Potongan Melintang, STA 5 + 625 untuk Q2 – Q200 Tahun



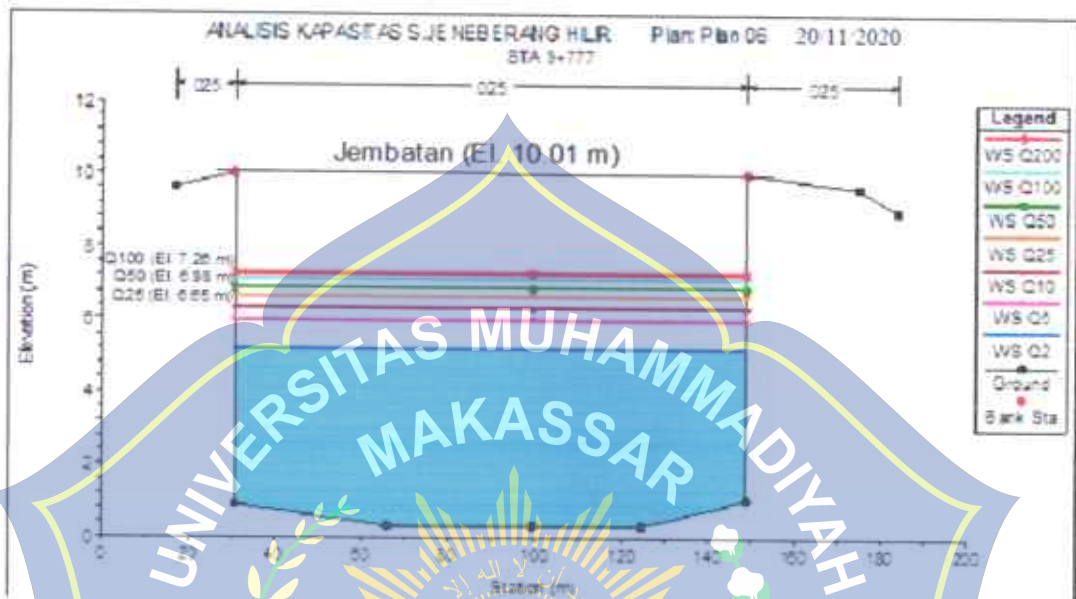
Gambar 28. Potongan Melintang STA 7 + 339 untuk Q2 – Q200 Tahun



Gambar 29. Potongan Melintang, STA 8 + 784 untuk Q2 – Q200 Tahun

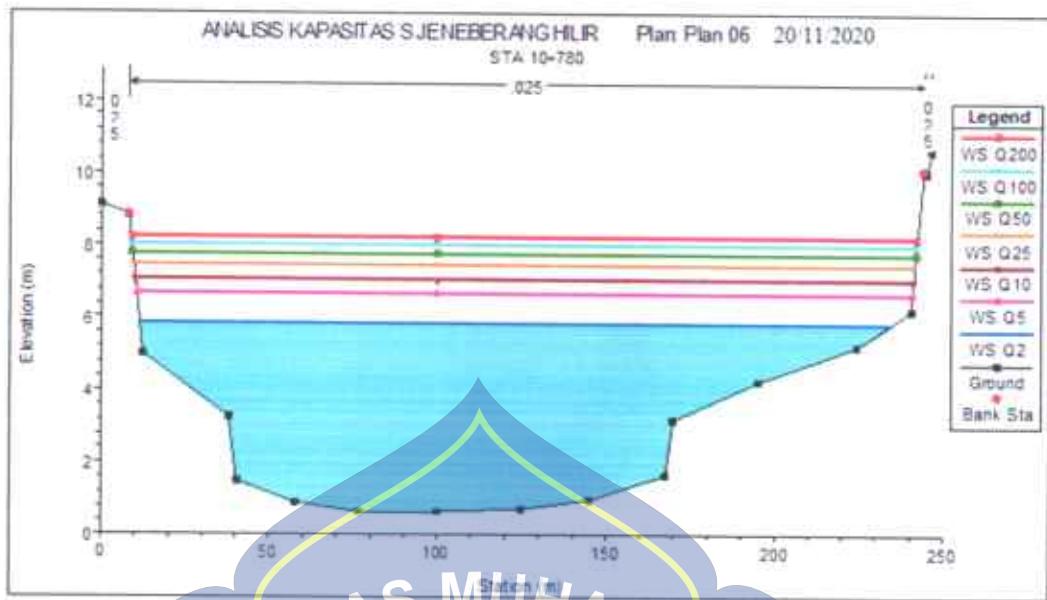
Dari gambar 23 sampai gambar 29 potongan melintang penampang Sta.0+000 sampai Sta. 8+784 (hilir jembatan poros Takalar), kondisi sungai bertanggul pada kiri dan kanan sungai, dapat dilihat bahwa kapasitas sungai dapat

menampung debit banjir Q25 Tahun, dengan ketinggian muka air banjir tidak melewati puncak tanggul, sehingga luapan hanya menggenangi daerah bantaran.

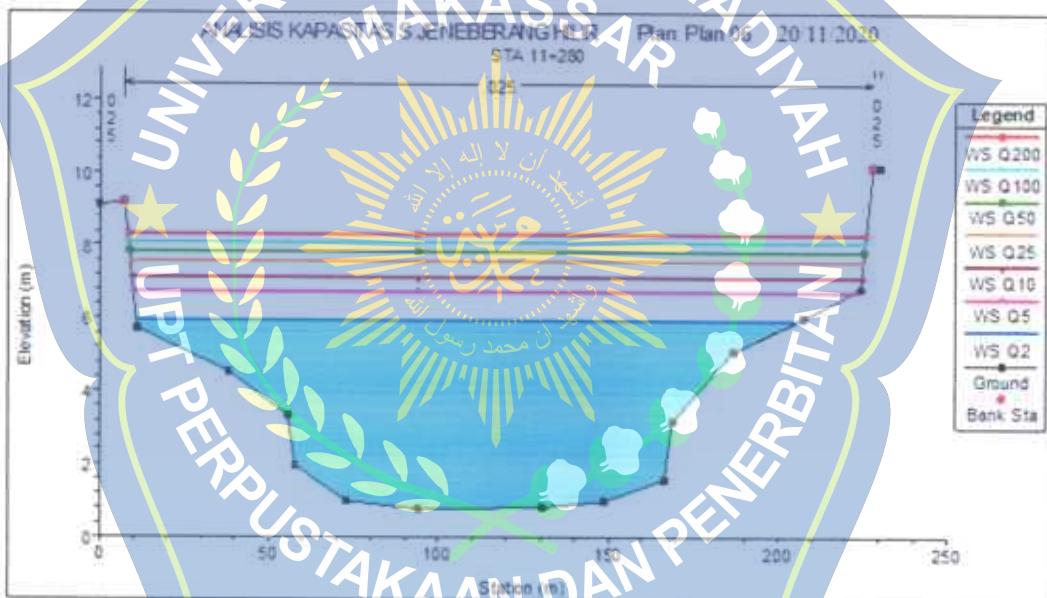


Gambar 30. Potongan Melintang, STA 9 + 777 untuk Q2 – Q200 Tahun

Dari gambar 30 potongan melintang penampang Sta 9+777 (jembatan poros Takalar) kondisi sungai bertanggul pada kiri dan kanan sungai, dapat dilihat bahwa kapasitas sungai dapat menampung debit banjir Q25 Tahun, dengan ketinggian muka air banjir tidak melewati puncak tanggul, sehingga luapan hanya menggenangi daerah bantaran.



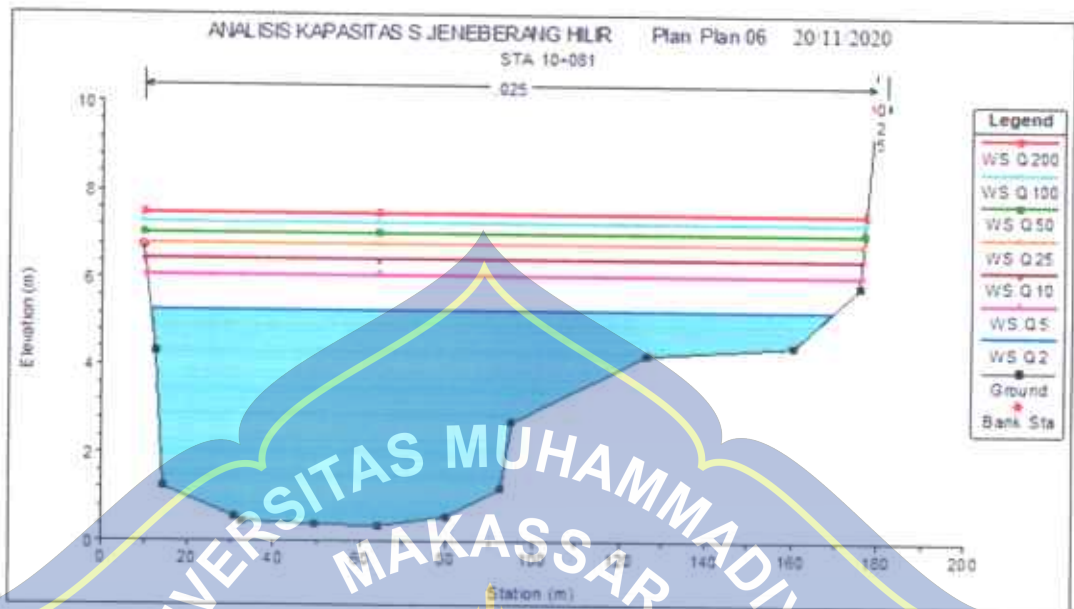
Gambar 31. Potongan Melintang, STA 10 + 780 untuk Q2 – Q200 Tahun



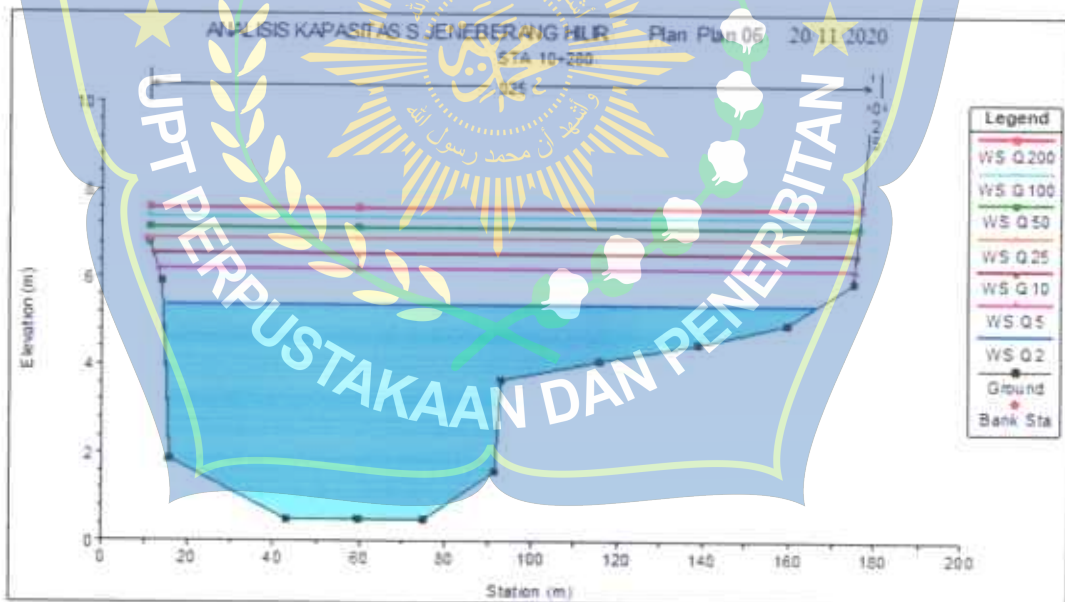
Gambar 32. Potongan Melintang, STA 11 + 280 untuk Q2 – Q200 Tahun

2. Analisis Kapasitas Aliran Untuk Penampang Sungai yang Tidak Bertanggul

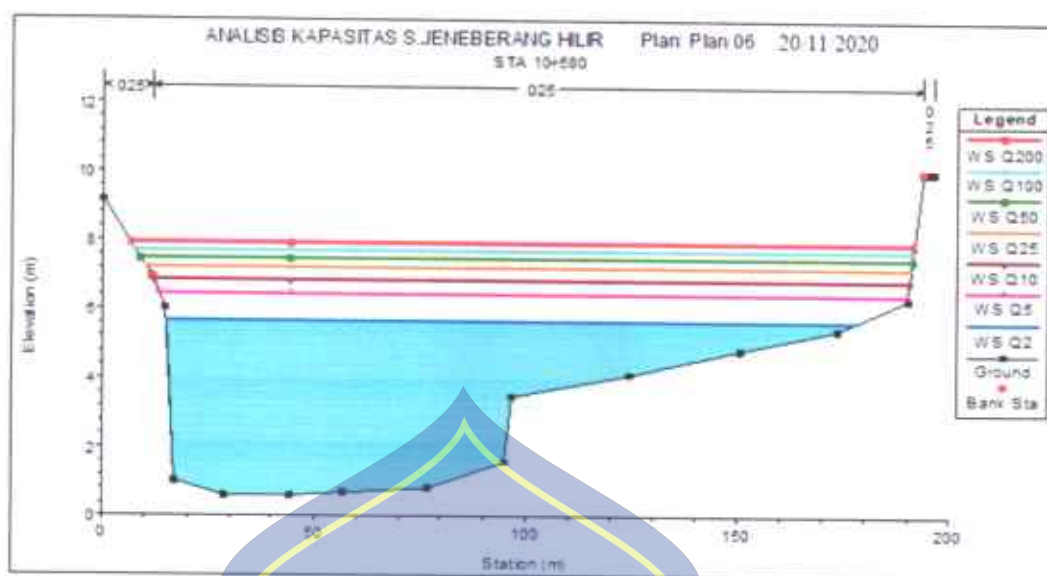
a. Tidak bertanggul pada tebing kiri sungai



Gambar 33. Potongan Melintang, STA 10 + 081 untuk Q2 – Q200 Tahun



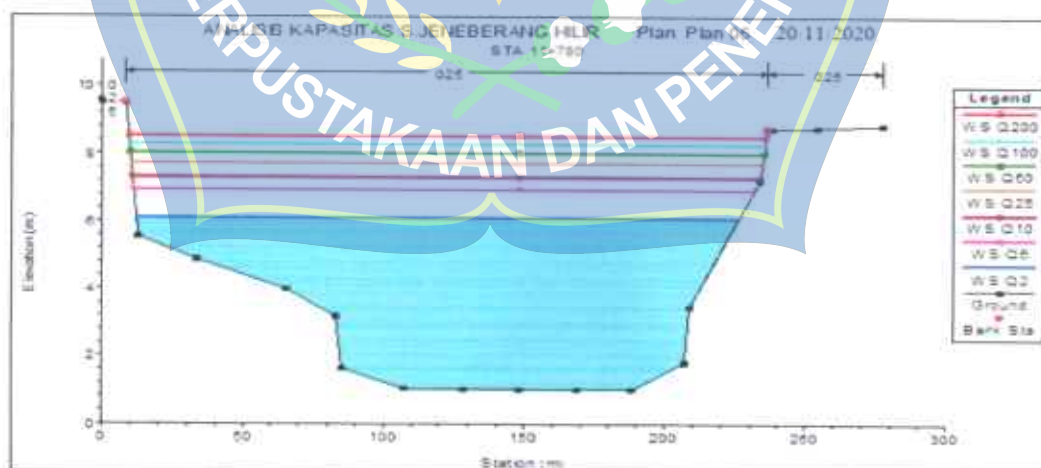
Gambar 34. Potongan Melintang, STA 10 + 280 untuk Q2 – Q200 Tahun



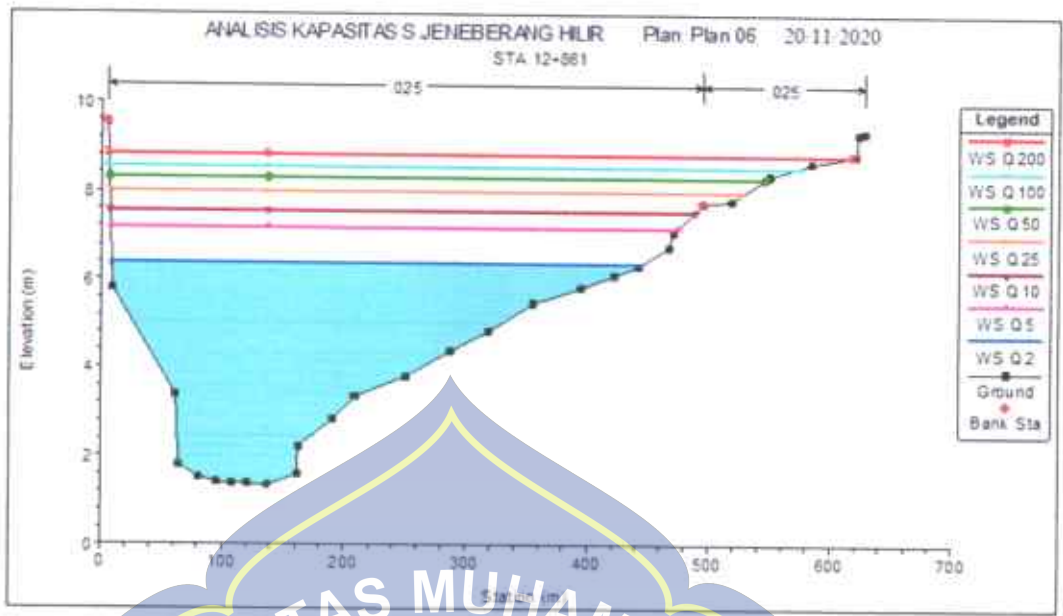
Gambar 35. Potongan Melintang, STA 10 + 280 untuk Q2 – Q200 Tahun

Dari gambar 33 sampai gambar 35 potongan melintang penampang Sta.10+081 sampai Sta 10+580 (hulu jembatan poros Takalar), sungai bagian kiri tidak bertanggul dan mengalami luapan untuk Q25 sampai Q200 Tahun. Sedangkan bagian kanan sungai bertanggul mampu menampung debit banjir Q25 sampai Q200 Tahun.

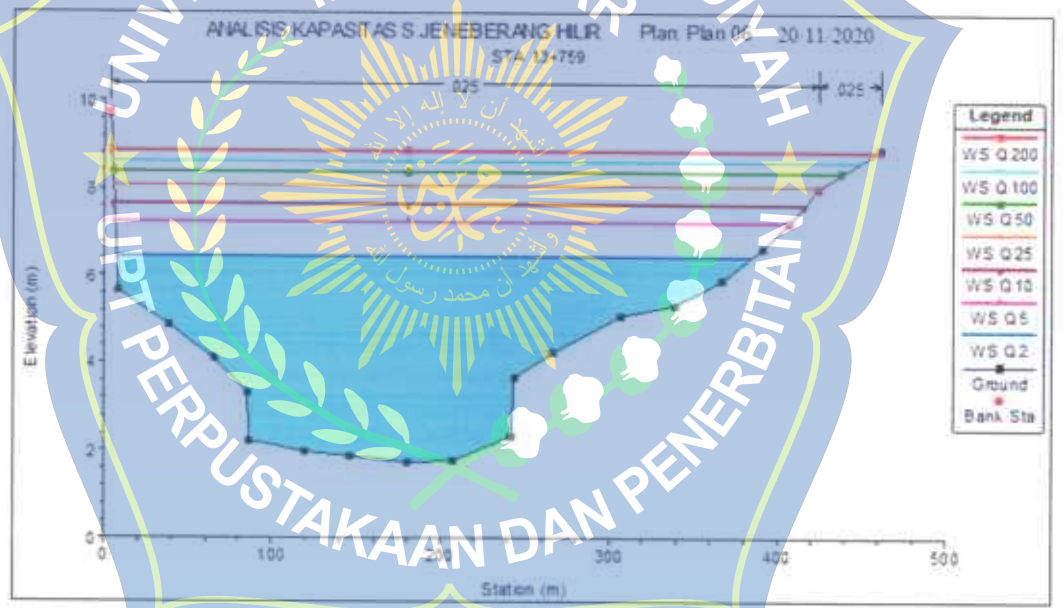
b. Tidak bertanggul pada tebing kanan sungai



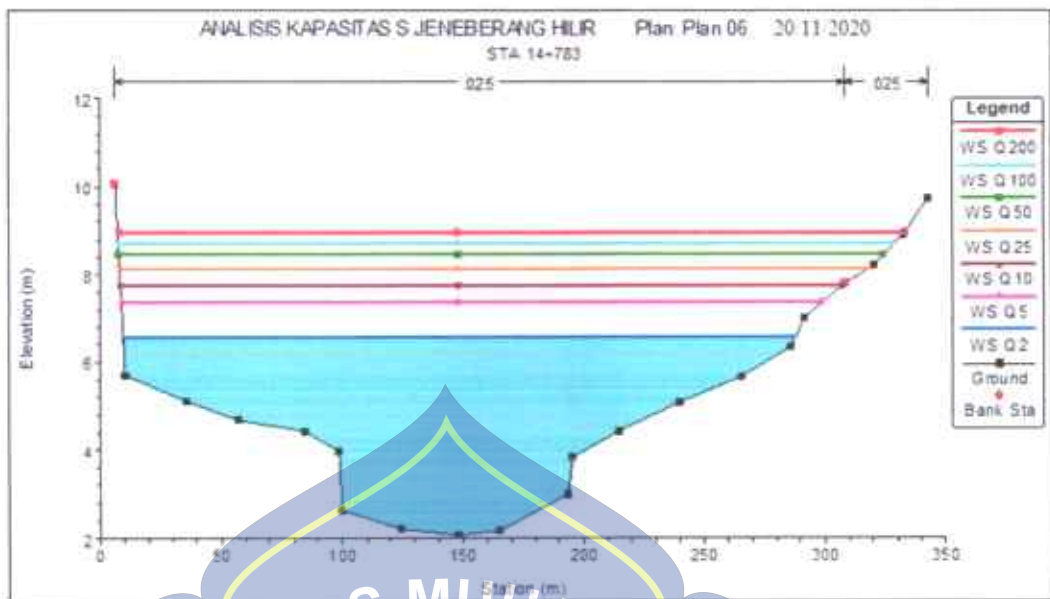
Gambar 36. Potongan Melintang, STA 11 + 780 untuk Q2 – Q200 Tahun



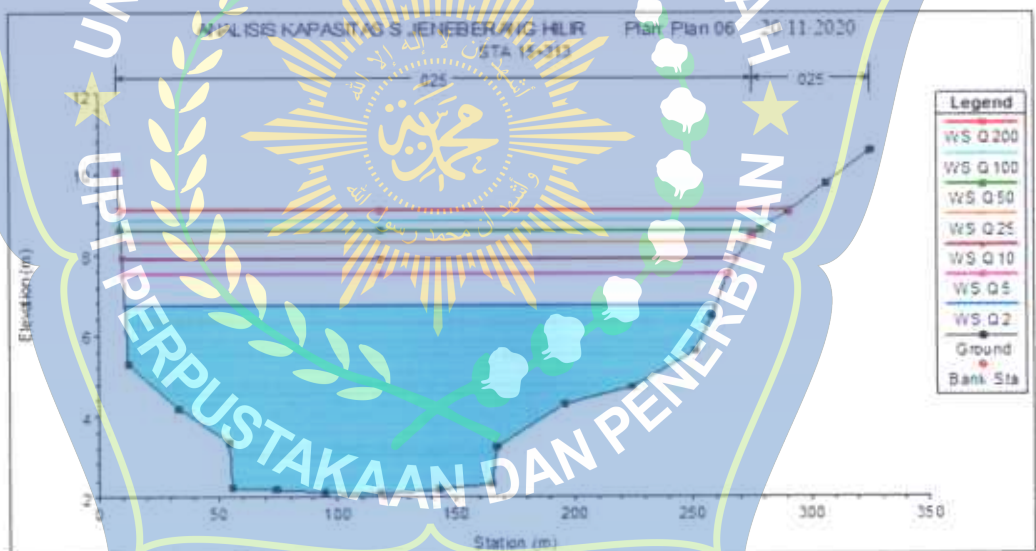
Gambar 37. Potongan Melintang, STA 12 + 861 untuk Q2 – Q200 Tahun



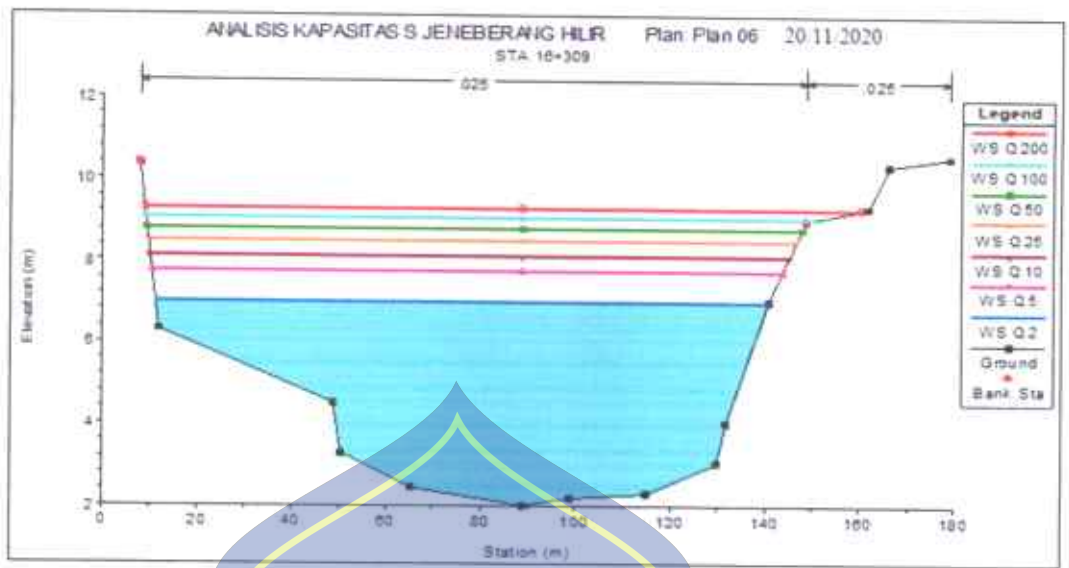
Gambar 38. Potongan Melintang, STA 13 + 759 untuk Q2 – Q200 Tahun



Gambar 39. Potongan Melintang, STA 14 + 783 untuk Q2 – Q200 Tahun



Gambar 40. Potongan Melintang, STA 15 + 313 untuk Q2 – Q200 Tahun



Gambar 41. Potongan Melintang, STA 16+309 untuk Q2 – Q200 Tahun



Dari gambar 33 sampai 37 potongan melintang penampang Sta.11+780 sampai Sta. 16+309 (hulu jembatan porous Takalar), sungai bagian kiri terdapat pasangan dinding tebing sungai (revetment) dan dapat menampung debit banjir Q25 Tahun. Sedangkan bagian kanan sungai tidak terdapat pasangan dinding tebing sungai (revetment) terdapat beberapa luapan debit banjir Q25 sampai Q200 Tahun.

Tabel 14. Rekapitulasi Perhitungan Kapasitas Aliran Terhadap Debit Banjir Untuk Periode Ulang 25 Tahun (Q25)

NO	STA Sungai (Dari Hilir Ke Hulu)	ELEVASI			Keterangan
		Tebing Kiri Sungai (m)	Tebing Kanan Sungai (m)	Muka Air Banjir Q25 (m)	
1	0+000	6.3	6.2	1.0	Tidak Meluap
2	0+500	6.4	6.4	1.9	Tidak Meluap
3	1+017	6.7	6.5	2.2	Tidak Meluap
4	1+519	6.6	6.6	2.5	Tidak Meluap
5	2+033	7.1	6.9	2.75	Tidak Meluap
6	2+551	7.35	7.2	3.0	Tidak Meluap
7	3+051	7.7	7.6	3.2	Tidak Meluap
8	3+621	7.9	8.1	3.7	Tidak Meluap
9	4+107	8.5	8.3	4.0	Tidak Meluap
10	4+607	8.7	8.4	4.2	Tidak Meluap
11	5+121	8.8	8.6	4.3	Tidak Meluap
12	5+625	8.75	8.6	4.5	Tidak Meluap
13	6+113	8.7	8.5	4.65	Tidak Meluap

Dari gambar 33 sampai 37 potongan melintang penampang Sta.11+780 sampai Sta. 16+309 (hulu jembatan porous Takalar), sungai bagian kiri terdapat pasangan dinding tebing sungai (revetment) dan dapat menampung debit banjir Q25 Tahun. Sedangkan bagian kanan sungai tidak terdapat pasangan dinding tebing sungai (revetment) terdapat beberapa luapan debit banjir Q25 sampai Q200 Tahun.

Tabel 14. Rekapitulasi Perhitungan Kapasitas Aliran Terhadap Debit Banjir Untuk Periode Ulang 25 Tahun (Q25)

N0	STA Sungai (Dari Hilir Ke Hulu)	ELEVASI			Keterangan
		Tebing Kiri Sungai (m)	Tebing Kanan Sungai (m)	Muka Air Banjir Q25 (m)	
1	0+000	6.3	6.2	1.0	Tidak Meluap
2	0+500	6.4	6.4	1.9	Tidak Meluap
3	1+017	6.7	6.5	2.2	Tidak Meluap
4	1+519	6.6	6.6	2.5	Tidak Meluap
5	2+033	7.1	6.9	2.75	Tidak Meluap
6	2+551	7.35	7.2	3.0	Tidak Meluap
7	3+051	7.7	7.6	3.5	Tidak Meluap
8	3+621	7.9	8.1	3.7	Tidak Meluap
9	4+107	8.5	8.3	4.0	Tidak Meluap
10	4+607	8.7	8.4	4.2	Tidak Meluap
11	5+121	8.8	8.6	4.3	Tidak Meluap
12	5+625	8.75	8.6	4.5	Tidak Meluap
13	6+113	8.7	8.5	4.65	Tidak Meluap

NO	STA Sungai (Dari Hilir Ke Hulu)	ELEVASI			Keterangan
		Tebing Kiri Sungai (m)	Tebing Kanan Sungai (m)	Muka Air Banjir Q25 (m)	
14	6+792	8.9	8.4	5.2	Tidak Meluap
15	7+339	8.9	8.7	5.65	Tidak Meluap
16	7+834	8.9	9.8	5.9	Tidak Meluap
17	8+334	8.9	8.9	6.1	Tidak Meluap
18	8+784	9.0	9.05	6.2	Tidak Meluap
19	9+284	9.2	9.2	6.5	Tidak Meluap
20	9+777	10.0	10.0	6.65	Tidak Meluap
21	10+081	6.8	10.0	6.8	Tidak Meluap
22	10+280	6.8	9.95	6.9	Meluap
23	10+580	6.9	10.0	7.2	Meluap
24	10+780	8.8	10.0	7.5	Tidak Meluap
25	11+280	9.2	10.2	7.55	Tidak Meluap
26	11+780	9.45	8.7	7.7	Tidak Meluap
27	12+332	9.6	7.3	7.9	Meluap
28	12+861	9.6	7.75	8.0	Meluap
29	13+259	9.6	7.55	8.0	Meluap
30	13+759	9.7	8.0	8.1	Meluap
31	14+254	9.9	7.8	8.1	Meluap
32	14+783	10.0	7.8	8.2	Meluap
33	15+313	10.1	8.45	8.3	Tidak Meluap
34	15+813	10.1	9.1	8.4	Tidak Meluap
35	16+309	10.4	9.0	8.5	Tidak Meluap

Sumber: Hasil Perhitungan

Berdasarkan analisis hidrolika dengan menggunakan modeling HEC-RAS debit rencana 25 tahun ($Q_{25} = 1879.0686 \text{ m}^3/\text{dt}$), kapasitas penampang Sungai Jeneberang menunjukkan bahwa ada beberapa penampang tidak memenuhi kapasitas debit banjir rencana, diantaranya sebagai berikut:

- 1) STA 10+280 terjadi luapan di tebing kiri sungai dengan ketinggian 0.10 m.
- 2) STA 10+580 terjadi luapan di tebing kiri sungai dengan ketinggian 0.30 m.
- 3) STA 12+332 terjadi luapan di tebing kanan sungai dengan ketinggian 0.60 m.
- 4) STA 12+861 terjadi luapan di tebing kanan sungai dengan ketinggian 0.25 m.
- 5) STA 13+259 terjadi luapan di tebing kanan sungai dengan ketinggian 0.45 m.
- 6) STA 13+759 terjadi luapan di tebing kanan sungai dengan ketinggian 0.10 m.
- 7) STA 14+254 terjadi luapan di tebing kanan sungai dengan ketinggian 0.30 m.
- 8) STA 14+783 terjadi luapan di tebing kanan sungai dengan ketinggian 0.40 m.

Selain karena kapasitas penampang yang kurang mampu menampung debit banjir, penyebab luapan banjir di Sungai Jeneberang juga disebabkan oleh beberapa faktor seperti faktor pengaruh perubahan tutupan lahan, dan faktor kurangnya kesadaran dan partisipasi masyarakat sekitar.

D. Analisis Debit banjir terhadap Sedimentasi

Untuk perhitungan perkiraan sedimentasi berdasarkan debit banjir, maka data yang dibutuhkan adalah Untuk perhitungan Konsentrasi Sedimen ($Cs1$) rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:

Perkiraan total debit sedimen

Perkiraan total sedimen pada hilir Sungai Pattiro :

Jumlah volume sedimen melayang	= 229,7937 ton/tahun
Jumlah volume sedimen dasar	= 238,2292 ton/tahun
Total perkiraan sedimen	= 468,0229 ton/tahun
Luas sungai	= 358,073 m ²

Dari hasil pengukuran diperoleh $\gamma_{dry} = 1,2503 \text{ gr/cm}^3$ (Berat jenis kering)

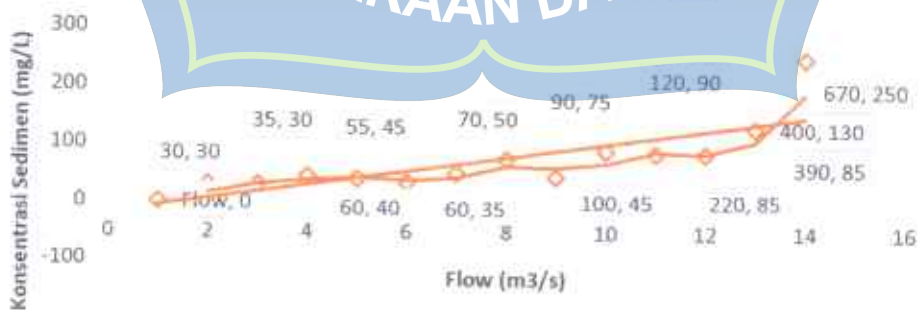
$$\text{Jadi, tebal sedimen} = \frac{\text{Total sedimen}}{\gamma_{dry} \times \text{Luas sungai}} \quad (26)$$

$$\text{Tebal sedimen} = \frac{468,0229}{1,2503 \times 358,073}$$

$$\text{Tebal sedimen} = 1,046 \text{ m}$$

Tabel 15. Konsentrasi Sedimen

Flow (m ³ /s)	Load (mg/L)
30	30
35	30
55	45
60	40
60	35
70	50
90	75
100	45
120	90
220	85
390	85
400	130
670	250



Gambar Grafik Volume Sedimen Kala Banjir

DAFTAR PUSTAKA

- Adlyatma, Randy. (2013). *Studi Normalisasi Sungai Kemuning Dalam Penanggulangan Banjir Di Kota Banjarbaru Kalimantan Selatan*. Jurnal Rekayasa Sipil Volume 1 Nomor 1.
- Arsyad, S. (2000). *Konservasi Air dan Tanah*. Bogor: IPB Press.
- Asdak, Chay, 2004. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Gajah Mada University Press, Yogyakarta
- Anwas, M, 1994, *Bentuk Muka Bumi*, [http:// elcom.ums.ac. id/elschool /muallimin_muhammadiyah /file. php/materi/Geografi /Bentuk%20muka%20bumi](http://elcom.ums.ac.id/elschool/muallimin_muhammadiyah/file.php/materi/Geografi/Bentuk%20muka%20bumi). Pdf, diakses pada tanggal 20 April 2015.
- Andi P, Muh. Altin M, Paharuddin, 2014. *Analisis Sedimentasi Sungai Jeneberang Menggunakan Citra SPOT-4*. Program studi Geofisika FMIPA Universitas Hasanuddin, Makassar 90245, Indonesia.
- Departemen Kelautan dan Perikanan, 2004, *Pedoman Mitigasi Bencana Alam di Wilayah Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil*. Jakarta.
- Haru Sigit, 2011, *Catatan Pemrosesan Citran Digital* Yogyakarta.
- Kodoatie, Robert J. Dan Sugiyanto, 2002. *Banjir Beberapa Penyebab Dan Metode Penanggulangannya Dalam Perspektif Lingkungan*. Cetakan 1, Penerbit Pustaka Pelajar, Yogyakarta.
- LPM UNHAS. 2004. *Laporan Akhir ANDAL Pekerjaan Pengendalian Sedimen akibat Longsor Dinding Kaldera Gunung Bawakaraeng*. Lembaga Pengabdian pada Masyarakat Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Mardjiko, P. (1988). *Hidrolika Terapan*. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- Ponce, V.M., 1989, *Engineering Hydrology, Principles and Practice*, Prentice-Hall Inc., New Jersey.
- Poerbondono, E. D., 2005. *Survei Hidrografi*. Refika Aditama Bandung. 166 hal
- Pratomo, A.J, 2008, *Analisis Kerentanan Banjir di daerah Aliran Sungai Sengkarang Kabupaten Pekalongan Provinsi Jawa Tengah dengan Bantuan Sistem Informasi Geografis*, Skripsi Sarjana, Fakultas Geografi Universitas Muhammadiyah Surakarta.

- Rakyatku. (2019). *Penyebab Banjir Sungai Jeneberang*. news.rakyatku.com. (diakses tanggal 11 april 2019, 15.00).
- Razak, Muhammad, Farid. (2016). *Kajian Hidrologi dan Analisis Kapasitas Pengaliran Penampang Sungai Wayela Ambon Pasca Bencana Banjir Berbasis HEC-RAS*. Repository Unhas.
- Rizal, Muh dan Syaiful. (2014). *Analisa Muatan Sedimen di Hilir Sungai Maros Kabupaten Maros. Skripsi Teknik Sipil*, Universitas Muhammadiyah makassar.
- Siwi, Chatrina, Atika. (2018). *Analisis Kapasitas Sungai Makalu Kabupaten Minahasa Tenggara Terhadap Debit Banjir Kala Ulang Tertentu*. Jurnal Sipil Statik Volume 6 Nomor 4.
- Sudira, I. W. 2013. *Analisis Angkutan Sedimen Pada Sungai Manhasan*. Jurnal Ilmiah MEDIA ENGINEERING Vol. 3, No. 1, Maret, ISSN 2087- 9334, pp 54-57
- Suripin. 2002. *Pelestarian Sumber Daya Tanah dan Air*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Supangat, Agung B., 2014. *Perhitungan Sedimen*.
- Triatmodjo, Bambang (2008). *Hidrologi Terapan (Cetakan ke-5)*. Yogyakarta: Beta Offset.

