

SKRIPSI

**KAJIAN HIDROLIS DAN ANALISIS
KAPASITAS TAMPUNG SUNGAI
BALANTIENG KABUPATEN
BULUKUMBA**



Oleh:

A.REZKY SAPUTRA L.

105 81 1121017

MUH. FADIL AKBAR S.

105 81 1103217

**PROGRAM STUDI TEKNIK
PENGAIRAN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH
MAKASSAR 2023**



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

HALAMAN PENGESAHAN

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

Judul Skripsi : **KAJIAN HIDROLIS DAN ANALISIS KAPASITAS TAMPUNG SUNGAI BALANTIENG KABUPATEN BULUKUMBA**

Nama : 1. A. REZKY SAPUTRA L.
2. MUH. FADIL AKBAR S.

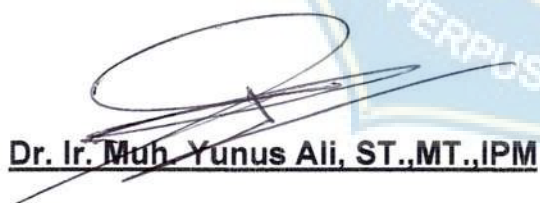
Stambuk : 1. 10581 11210 17
2. 10581 11032 17

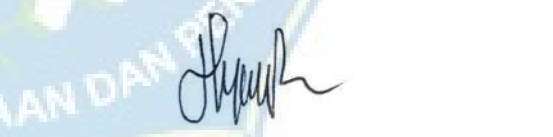
Makassar, 14 Oktober 2023

Telah Diperiksa dan Disetujui
Oleh Dosen Pembimbing;

Pembimbing I

Pembimbing II


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


Dr. Fithriyah Arief Wangsa, ST.,MT

Mengetahui,

Ketua Prodi Teknik Pengairan


Mr. M. Agusatim, S.T., M.T.

NIDN 09120887505



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

PENGESAHAN

Skripsi atas nama **A. Rezky Saputra L.** dengan nomor induk Mahasiswa 105811121017 dan **Muh. Fadil Akbar S.** dengan nomor induk Mahasiswa 105811103217, dinyatakan diterima dan disahkan oleh Panitia Ujian Tugas Akhir/Skripsi sesuai dengan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar Nomor :0012/SK-Y/22201/091004/2023, sebagai salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Pengairan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar pada hari Sabtu, 14 Oktober 2023.

Panitia Ujian :

1. Pengawas Umum

Makassar,

28 Rabiul Awal 1445 H.

14 Oktober 2023 M

a. Rektor Universitas Muhammadiyah Makassar

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

b. Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

Prof. Dr. Eng. Muhammad Isran Ramli, S.T., M.T., ASEAN., Eng

2. Penguji

a. Ketua : Dr. Ir. Hamzah Al Imran, ST.,MT.,IPM

b. Sekretaris : Muh. Amir, ST.,MT.

3. Anggota : 1. Dr. Ir. Nenny, ST.,MT.,IPM

2. Farida Gaffar, ST.,MM.,IPM


3. Ir. Fauzan Hamdi, ST.,MT.

Mengetahui :

Pembimbing I

Pembimbing II


Dr. Ir. Muh. Yunus Ali, ST.,MT.,IPM
NIDN : 0927047002


Dr. Fithriyah Arief Wangsa, ST.,MT
NIDN : 0918126801




Dr. Ir. Hj. Nurnawaty, S.T., M.T.,IPM
NIDN : 0927046601

KATA PENGANTAR



Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, karena rahmat dan hidayah-Nyalah sehingga penulis dapat menyusun tugas akhir dengan judul “Kajian Hidrolis Dan Analisis Kapasitas Tampung Sungai Balantieng Kabupaten Bulukumba”.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa di dalam penulisan skripsi ini masih terdapat kekurangan dan kesalahan, hal ini disebabkan penulis sebagai manusia biasa tidak lepas dari kekhilafan baik itu dari segi teknis penulisan. Oleh karena itu penulis menerima dengan ikhlas dan senang hati segala koreksi serta perbaikan guna penyempurnaan tulisan ini agar kelak dapat lebih bermanfaat.

Skripsi ini dapat terwujud berkat adanya bantuan, arahan, dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu dengan segala ketulusan dan kerendahan hati, kami mengucapkan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada:

1. Prof. Dr. H. Ambo Asse, M.Ag. selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Makassar.
2. Ibu Dr. Ir. Hj. Nurnawaty, S.T., M.T.,IPM. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
3. Bapak Ir. M. Agusalm, S.T., M.T. selaku Ketua Prodi Teknik Pengairan Universitas Muhammadiyah Makassar.
4. Bapak Dr. Ir. Muh. Yunus Ali, S.T., M.T., IPM. selaku Pembimbing I dan ibu Dr. Fithriyah Arief Wangsa, S.T., M.T. Selaku Pembimbing II yang telah meluangkan waktu dan tenaganya untuk memberikan bimbingan serta arahan sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan.
5. Bapak dan Ibu dosen serta staf pegawai di Fakultas Teknik atas segala waktunya yang telah mendidik dan melayani penulis selama mengikuti proses belajar mengajar di Universitas Muhammadiyah Makassar.

6. Rekan – rekan Mahasiswa Teknik khususny Akurasi 2017 yang selama ini menjadi rekan seperjuangan untuk mencapai gelar akademik.
7. Ayah dan Ibunda yang tercinta, penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar - besarnya atas segala limpahan kasih sayang, do'a serta pengorbanannya terutama dalam hal materi untuk menyelesaikan studi kami.

Semoga semua pihak tersebut diatas mendapatkan pahala yang berlipat ganda di sisi Allah SWT dan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis, rekan - rekan, masyarakat serta bagi Nusa dan Bangsa. Aamiin.

“Billahi Fii Sabilill Haq Fastabiqul Khaerat”

Makassar, 02 Mei 2023

Penulis



DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN.....	
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR TABEL.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR PERSAMAAN.....	ix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah.....	4
C. Tujuan Penelitian.....	4
D. Manfaat Penelitian.....	4
E. Batasan Masalah.....	4
F. Sistematika Penulisan.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
A. Definisi Daerah Aliran Sungai (DAS).....	6
1. Karakter DAS.....	10
B. Sungai.....	11
1. Menurut Pola Aliran.....	13

C. Analisis Hidrolika Dan Morfologi Sungai.....	15
1. Analisis Hidrolika.....	15
2. Morfologi Sungai.....	16
D. Analisa Hidrologi.....	18
E. Analisa Curah Hujan Rerata.....	19
1. Metode Aljabar.....	20
2. Metode Polygon Thiessen.....	21
3. Metode Isohyet.....	22
F. Analisa Curah Hujan Rencana.....	23
1. Analisa Parameter Statistik.....	23
2. Distribusi Normal.....	25
3. Distribusi Log Normal.....	25
4. Distribusi Gumbel.....	25
5. Metode Log Person III.....	26
G. Uji Distribusi Frekuensi Curah Hujan.....	27
1. Uji Chi Kuadrat.....	27
2. Uji Sminorv Kolomogrof.....	28
H. Analisa Debit Banjir.....	28
1. Metode HSS Nakayasu.....	29
I. HEC-RAS.....	30

BAB III METODE PENELITIAN.....	33
A. Lokasi Penelitian.....	33
B. Studi Literatur.....	33
C. Metode Penelitian.....	33
D. Sumber Data.....	34
1. Data Geometrik.....	34
2. Data Curah Hujan.....	34
E. Prosedur Penelitian.....	34
1. Hidrologi.....	34
2. Analisis Hidrolika.....	34
F. Diagram Alur Penelitian.....	39
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	40
A. Analisis Data Hidrologi.....	40
B. Analisis Banjir Rencana Metode HSS Nakayasu.....	46
C. Analisis Kapasitas Tampang Sungai Menggunakan HEC-RAS.....	57
D. Pembahasan.....	67
BAB V PENUTUP.....	68
A. KESIMPULAN.....	68
B. SARAN.....	68
DAFTAR PUSTAKA.....	69

DAFTAR TABEL

1. Curah Hujan Maks. Sta. Kindang, Parukku dan Padang Loang	40
2. Hasil Perhitungan Harga Rata-rata	42
3. Metode Distribusi Yang Akan Digunakan	43
4. Hasil hitungan Curah Hujan Rencana Metode Log Pearson III	44
5. Curah Hujan Rencana Maks. Metode Log Pearson III	45
6. Nilai Distribusi Jam-Jaman Metode Mononobe	46
7. Distribusi Curah Hujan efektif Jam-Jaman	46
8. Perhitungan Debit HSS Nakayasu	48
9. Hidrograf Banjir Rancangan Metode Nakayasu Dengan Kala Ulang 5 Tahun	50
10. Hidrograf Banjir Rancangan Metode Nakayasu Dengan Kala Ulang 10 Tahun	51
11. Hidrograf Banjir Rancangan Metode Nakayasu Dengan Kala Ulang 25 Tahun	52
12. Hidrograf Banjir Rancangan Metode Nakayasu Dengan Kala Ulang 50 Tahun	53
13. Hidrograf Banjir Rancangan Metode Nakayasu Dengan Kala Ulang 100 Tahun	54
14. Hidrograf Banjir Rancangan Metode Nakayasu Dengan Kala Ulang 200 Tahun	55
15. Rekap Perhitungan Kala Ulang HSS Nakayasu	56
16. Profil keterangan aman dan meluap	67

DAFTAR GAMBAR

1. . Kondisi Hidrologi Daerah Aliran Sungai Balantieng	7
2. Aliran radial sentrifugal. (Sumber : Asdak,2007)	13
3. Aliran Sentripetal. (Sumber : Asdak, 2007)	13
4. Aliran Dendritik. (Sumber : Asdak,2007)	14
5. Aliran Trellis. (Sumber : Asdak,2007)	14
6. Aliran Rectangular. (Sumber : Asdak,2007)	14
7. Aliran Annular. (Sumber : Asdak,2007)	15
8. Parameter fisik sungai. (Sumber : Google.com)	16
9. Poligon Thiessen pada DAS. (Sumber : Google.com)	22
10. Tampilan DAS Ishoyet. (Sumber : Google.com)	23
11. Hidrograf satuan – Metode Nakayasu. (sumber : Sisipil.com)	30
12. Peta Administrasi Lokasi Penelitian Via Arc-GIS	33
13. New project dari menu file Hec-Ras	35
14. New project dari menu file Hec-Ras	35
15. Tampilan menu nama pada file new project	36
16. Tampilan geometri sungai pada Hec-Ras	36
17. Tampilan potongan melintang sungai pada Hec-Ras	37
18. Tampilan menu inout debit rencana	37
19. Tampilan project steady flow analysis	38

20. Diagram Alur Penelitian	39
21. Grafik Lengkung Debit HSS Nakayasu	49
22. Hidrograf Banjir Rencana Metode Nakayasu	57
23. Profil Memanjang Sungai	57
24. Profil Melintang Sungai	58
25. Profil Plot X, Y, Z Sungai Q25 Tahun	58
26. Penampang Sungai STA 1-16 Beserta Q5 tahun-Q200 tahun	66



BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Sungai merupakan suatu sistem saluran yang dibentuk oleh alam untuk mengalirkan air dan mengangkut sedimen yang terkandung didalamnya. Sungai sebagai salah satu sumber daya air mempunyai manfaat dan peran yang penting dalam kehidupan manusia dan berbagai kegiatan perkotaan seperti industri, perumahan, perdagangan, sarana dan prasarananya. Kota-kota yang tumbuh pada tepi sungai atau sempadan sungai merupakan daerah yang subur dan memiliki fungsi lingkungan hidup yang penting yang merupakan daerah konservasi, namun sungai juga merupakan daerah yang rentan terhadap banjir, erosi tebing dan dasar sungai, agradasi maupun terjadinya kerusakan akibat pemanfaatan sempadan sungai oleh masyarakat.

Penilaian kinerja sungai merupakan salah satu indikator guna mengetahui permasalahan yang terjadi pada suatu sistem sungai secara menyeluruh dari hulu ke hilir karena dilakukan secara detail dengan menyusuri sungai dan dilakukan pengukuran sepanjang sungai. Oleh karena itu diperlukan sebuah penanganan yang tepat untuk mengetahui indikator tingkat penanganan sungai untuk melakukan pengelolaan dan perbaikan sungai sebelum terjadinya kerusakan sungai secara permanen.

Sungai Balangtieng sebagai salah satu sungai yang memiliki sungai utama terpanjang di Kabupaten Bulukumba, memanjang dari barat ke timur arah laut Flores. Hulu sungai Balangtieng ini berasal dari kawasan hutan Gunung Lompobattang bagian timur (Kindang) serta bermuara di Ujung Loe (laut Flores). Sungai ini menempati 4 wilayah kecamatan yakni; Ujung Loe, Rilau Ale, Bulukumpa, Kindang Kabupaten Bulukumba dan sebagian wilayah bagian utara hulu DAS berbatasan langsung dengan Kabupaten Sinjai.

Sungai Balangtieng merupakan salah satu sungai penting dan strategis di Kabupaten karena sentra produksi pangan andalan atau wilayah yang mempunyai produktivitas tinggi untuk perkebunan, pertanian, dan persawahan. Pada sisi lain mempunyai daerah yang tidak produktif karena

adanya pola penggunaan lahan yang tidak terkendali sehingga menimbulkan erosi dan luas lahan kritis semakin meningkat.

Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Kabupaten Bulukumba mengidentifikasi sejumlah kerusakan dengan kategori berbeda. Sebanyak 5 unit rumah warga mengalami kerusakan berat, sedangkan 600 lainnya terdampak. Sedangkan fasilitas publik, sebanyak 4 jembatan rusak berat atau terputus dan 1 lainnya rusak sedang. Bencana juga mengakibatkan kerugian aset warga berupa hewan ternak serta sawah dan kebun terendam. Informasi terkini BPBD Kabupaten Bulukumba menyebutkan cuaca hujan pada pagi tadi. Namun demikian genangan telah surut. Wilayah terdampak mencakup beberapa desa di 5 kecamatan yaitu Kelurahan Danuang (Kecamatan Ujung Loe), Desa Bontobangung, Batu Karopa, Kelurahan Palampang (Rilau Ale), Desa Tamaona dan Sopa (Kindang), Desa Bonto Bulaeng (Bulukumpa) serta Desa Bukit Harapan dan Bijawang (Gantarang). Banjir di wilayah ini dipicu oleh hujan dengan intensitas tinggi sehingga debit air Sungai Balantieng meluap. Banjir yang terjadi pada Kamis (8/7), sekitar pukul 03.00 waktu setempat ini mengakibatkan arus air yang kencang. Melalui aplikasi InfoBMKG, pada siang hingga malam pada hari ini (9/7) cuaca terpantau berawan pada 5 kecamatan terdampak. Di sisi lain, Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) telah merilis perkembangan prakiraan cuaca untuk wilayah Sulawesi Selatan per tanggal 9-14 Juli 2021 yang menyebutkan bahwa hujan dengan intensitas sedang hingga lebat masih berpotensi terjadi.



Gambar 1. Kondisi jembatan rusak akibat banjir yang terjadi di Kabupaten Bulukumba, Provinsi Sulawesi Selatan, per Jumat (9/7) pukul 06.00 WIB. (BPBD Kabupaten Bulukumba)

Sementara itu, melihat analisis sejumlah wilayah kecamatan di Kabupaten Bulukumba memiliki potensi bahaya banjir pada kategori sedang hingga tinggi. Sebanyak 10 kecamatan berada pada potensi tersebut, antara lain Gantarang, Ujung Bulu, Ujung Loe, Bonto Bahari, Bontotiro, Hero Langeolange, Kajang, Bulukumpa, Rilau Ale dan Kindang. Menghadapi potensi bahaya hidrometeorologi, seperti banjir dan tanah longsor, masyarakat diimbau untuk selalu waspada dan siap siaga. Masyarakat dapat memantau informasi cuaca hingga tingkat kecamatan melalui aplikasi InfoBMKG. Selain itu, masyarakat juga waspada terhadap bahaya angin puting beliung yang kerap terjadi saat pergantian musim atau pancaroba.

Dari penjelasan di atas, jelaslah bahwa langkah-langkah harus diambil untuk mengantisipasi kemungkinan terjadinya banjir, sehingga perlindungan banjir yang efisien dapat dilakukan. Agar penanggulangan dapat dirancang, setiap kondisi banjir di sepanjang sungai harus dievaluasi dengan cermat. Atas dasar masalah ini, berikut adalah judul penelitian yang akan kami angkat **“Kajian Hidrolis Dan Analisis Kapasitas Tampung Sungai Balantieng Kabupaten Bulukumba”**. sehingga tindakan pencegahan dini dapat diambil untuk mengurangi dampak banjir.

B. Rumusan Masalah

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

1. Bagaimana kondisi hidrolis Sungai Balantieng?
2. Berapa kapasitas tampung Sungai Balantieng?

C. Tujuan Penelitian

Berdasarkan permasalahan di atas maka tujuan dari penelitian ini sebagai berikut :

1. Menganalisis kondisi hidrolis Sungai Balantieng.
2. Menganalisis kapasitas tampung Sungai Balantieng.

D. Manfaat Penelitian

Sebagai tujuan hakekat dari suatu bentuk yang senantiasa diharuskan dapat memberikan kegunaan atau manfaat baik langsung maupun tidak langsung, maka penelitian ini juga diharapkan dapat memberi manfaat sebagai berikut :

1. Dengan adanya penelitian ini, kita mampu memahami permasalahan daerah aliran sungai dan cara mengatasi permasalahan tersebut.
2. Dengan adanya penelitian ini, bisa menjadi referensi dalam daerah aliran sungai serta dapat mengetahui kajian hidrolis dan analisis kapasitas tampung sungai Balantieng Kabupaten Bulukumba.

E. Batasan Masalah

Berikut batasan masalah penelitian ini agar sesuai dengan harapan :

- a. Penelitian tidak menghitung sedimen atau pendangkalan sungai serta tidak melakukan penyelidikan tanah.
- b. Penelitian ini tidak menghitung perencanaan bangunan.
- c. Perhitungan debit banjir rencana menggunakan metode HSS Nakayasu.
- d. Menggunakan program HEC-RAS 5.0.7.

F. Sistematika Penulisan

Berdasarkan uraian dari latar belakang, rumusan masalah dan tujuan penelitian yang hendak di capai dalam penelitian, maka kami menguraikan secara sistematika penulisan sebagai berikut.

Bab I Pendahuluan. Menguraikan tentang latar belakang penelitian, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

Bab II Metode Tinjauan Pustaka. Tinjauan yang memuat secara sistematis tentang teori, pemikiran dan hasil penelitian yang ada hubungannya dengan penelitian ini.

Bab III Metode Penelitian. Metodologi penelitian yang menjelaskan waktu dan lokasi penelitian, bahan dan alat yang digunakan dalam penelitian serta tahap dalam proses penelitian di lapangan.

Bab IV Hasil Dan Pembahasan. Analisa hasil dan pembahasan yang menguraikan tentang hasil yang di peroleh dari proses penelitian dan hasil pembahasannya.

Bab V Penutup. yang berisi kesimpulan dari hasil penelitian, serta saran yang berkaitan dengan penelitian yang dilakukan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

A. Definisi Daerah Aliran Sungai (DAS)

Daerah Aliran Sungai (DAS) merupakan kesatuan wilayah bersifat kompleks yang dipengaruhi oleh karakteristik fisik variabel meteorologinya (Latief et al., 2021).

Daerah Aliran Sungai (DAS) adalah daerah yang dibatasi punggung - punggung gunung dimana air hujan yang jatuh pada daerah tersebut akan ditampung oleh punggung gunung tersebut dan akan dialirkan melalui sungai - sungai kecil ke sungai utama (Asdak dalam Novita Sari, 2014; Bahri, dkk, 2019).

Menurut Sri Harto (dalam Rapar dkk., 2014), Daerah Aliran Sungai (DAS) adalah daerah di mana semua airnya mengalir ke dalam suatu sungai yang dimaksudkan. Daerah ini umumnya dibatasi oleh batas topografi yang berarti ditetapkan berdasarkan pada aliran permukaan, dan bukan ditetapkan berdasar pada air bawah tanah karena permukaan air tanah selalu berubah sesuai dengan musim dan tingkat pemakaian. Untuk menentukan batas DAS sangat diperlukan peta topografi. Peta topografi adalah peta yang memuat semua keterangan tentang suatu wilayah tertentu, baik jalan, kota, desa, sungai, jenis tumbuh-tumbuhan, tata guna lahan lengkap dengan garis-garis kontur.

Menurut Triadmojo (2010), laju dan volume aliran permukaan suatu DAS dipengaruhi oleh penyebaran dan intensitas curah hujan di DAS yang bersangkutan. Umumnya, laju aliran permukaan dan volume terbesar terjadi ketika seluruh DAS tersebut ikut berperan, dengan kata lain hujan turun merata di seluruh wilayah DAS yang bersangkutan. Pengaruh DAS terhadap aliran permukaan adalah melalui bentuk dan ukuran (morfometri) DAS, topografi, geologi, dan tata guna lahan (jenis dan kerapatan vegetasi). Semakin besar ukuran DAS, semakin besar aliran permukaan dan volume aliran permukaan. Tetapi, baik laju maupun volume aliran permukaan per satuan wilayah dalam DAS tersebut turun apabila luas daerah tangkapan air

(*catchment area*) bertambah besar.

Luas sungai merupakan salah satu faktor penting dalam pembentukan hidrograf aliran. Semakin besar luas sungai, ada kecenderungan semakin besar jumlah curah hujan yang diterima. Tetapi, beda waktu (*time lag*) antara puncak curah hujan dan puncak hidrograf aliran menjadi lebih lama. Demikian pula waktu yang diperlukan untuk mencapai puncak hidrograf dan lama waktu untuk keseluruhan hidrograf aliran juga menjadi lebih panjang (Triadmojo, 2010).

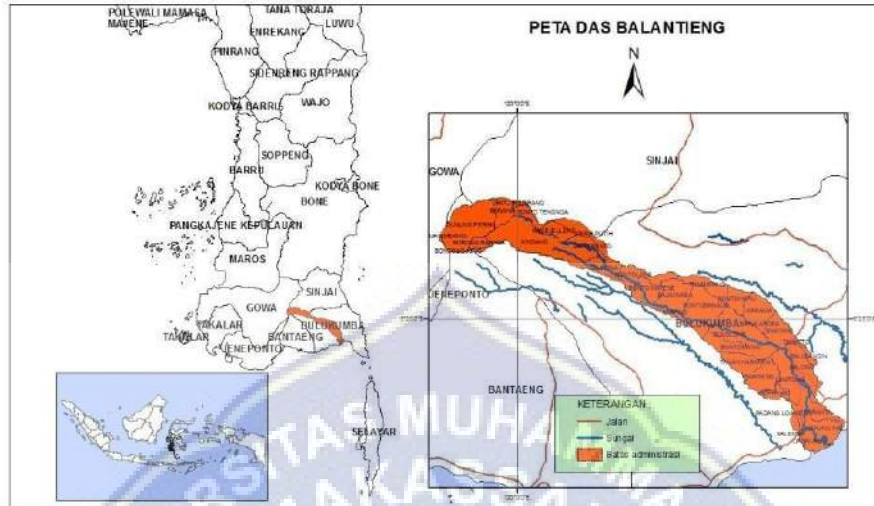
Upaya yang dapat dilakukan akibat luapan sungai dapat dilakukan melalui perencanaan pengendalian banjir yang tepat. Hal ini dapat kita tempuh melalui serangkaian analisis mengenai dampak genangan banjir terhadap daerah-daerah di sekitaran DAS (M. Baitullah Al Amin, 2015).

Debit aliran permukaan dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti tinggi hujan dan tata guna lahan serta luas daerah aliran sungai. Secara spesifik bukan hanya luas sungai, tapi kemiringan dan bentuk sungai juga sangat mempengaruhi besaran aliran permukaan. Faktor bentuk sungai-nya berbeda (misalnya lonjong dan radial) mempunyai debit puncak yang akan berbeda akibat perjalanan aliran lewat anak sungai yang berbeda waktu (Imliyani dan Junaidi, 2014).

Fungsi sungai merupakan gabungan fungsi yang dilakukan oleh semua faktor yang ada di sungai, yaitu vegetasi, bentuk kawasan (topografi) dan manusia. Jika salah satu faktor yang disebutkan diatas berubah, hal itu juga akan mempengaruhi ekosistem sungai. Sementara itu transformasi ekosistem juga akan menyebabkan terganggunya fungsi. Sehingga tidak sebagaimana mestinya (Aldrian, dkk, 2011).

Ariffaya (2012), dalam kajian ilmiahnya menyebutkan bahwa beberapa sungai di Indonesia mengalami kerusakan yang cukup parah pada aspek biofisik dan sosial masyarakat. Berdasarkan data statistik Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan tahun 2013 di Indonesia, terdapat 19,57 juta ha kawasan kritis dan 4,74 juta ha kawasan sangat kritis dengan total luas kawasan kritis 44,30 juta ha. Kerusakan daerah aliran air yang terjadi

disebabkan oleh transformasi tata guna kawasan, pertumbuhan penduduk dan kurangnya kesadaran masyarakat akan kelestarian lingkungan daerah aliran.



Gambar 2. Kondisi Hidrologi Sungai Balantieng (Edy Junaidi; M. Siarudin; dan Ary Widiyanto)

Sungai Balangtieng merupakan salah satu sungai di Wilayah Sungai (WS) Jeneberang, Sulawesi Selatan. Hasil analisis citra landsat tahun 1989-2009, penggunaan lahan pola agroforestry di DAS Balangtieng cukup berkembang, meliputi 57% dari seluruh wilayah sungai Balangtieng (Siarudin *et al.*, 2014). Perubahan penggunaan lahan yang terdapat pada sungai akan mempengaruhi kondisi hidrologi sungai tersebut. Penanaman pohon (termasuk dalam sistem agroforestri) dapat mengurangi terjadinya perubahan muka air tanah (*water table*) yang cukup nyata dalam sistem aliran bawah permukaan (Smettem and Harper, 2009). Salah satu bencana yang sering terjadi di kabupaten bulukumba adalah bencana banjir. Data Titik kejadian Bencana Kabupaten Bulukumba yang peroleh dari BPBD Kabupaten Bulukumba terdapat 30 titik banjir.

Berdasarkan data survey tersebut jumlah titik bencana banjir terbanyak terjadi di kecamatan Ujung Bulu yaitu terdapat 9 titik kejadian bencana banjir. (BPBD Kab. Bulukumba, 2019). Selain itu, dari data rekapitulasi kejadian bencana Kabupaten Bulukumba Tahun 2016 s/d 2020, pada tahun 2016 terdapat 4 kejadian, tahun 2017 terdapat 4 kejadian, tahun 2018 terdapat

5 kejadian, tahun 2019 terdapat 6 kejadian sedangkan pada tahun 2020 terdapat 5 kejadian (BPDB Kab. Bulukumba, 2021). Menurut Aminuddin (2013), banjir adalah bencana akibat curah hujan yang tinggi dengan tidak diimbangi dengan saluran pembuangan air yang memadai sehingga merendam wilayah-wilayah yang tidak dikehendaki oleh air yang ada sehingga daerah yang rendah terkena dampak kiriman banjir orang-orang yang ada disana. Banjir bisa juga terjadi karena jebolnya sistem aliran. Wilayah-wilayah di Kabupaten Bulukumba Menurut data RTRW Kabupaten Bulukumba yang berpotensi menimbulkan banjir di Kota Bulukumba yaitu pada sungai Bijawang dengan panjang 49,20 Km dan sungai Bialo dengan Panjang 54,50 Km (DTRCK Kab. Bulukumba, 2012). Sedangkan menurut data kejadian bencana tahun 2016-2020 Kabupaten Bulukumba tercatat bahwa pada tahun 2016 terdapat 4 kejadian, tahun 2017 terdapat 4 kejadian, tahun 2018 terdapat 5 kejadian, tahun 2019 terdapat 6 kejadian sedangkan pada tahun 2020 terdapat 5 kejadian (BPBD Kab. Bulukumba 2021).

Banjir dan kekeringan Yang terjadi secara berturut-turut di suatu wilayah atau lahan merupakan salah satu dampak negative dari aktivitas manusia di suatu DAS. Dalam hal ini, dapat dilakukan bahwa aktivitas manusia telah membuat Daerah Aliran Sungai (DAS) tidak dapat berfungsi sebagai gudang penampung air hujan yang jatuh dari langit, penyimpanan dan pendistribusian air di kanal atau sungai (Aldrian, et, al, 2011).

Daerah Aliran Sungai (DAS) merupakan suatu sistem yang berpotensi besar untuk mengalami polusi atau pencemaran (Mubarokah et al., 2020). Degradasi DAS disebabkan oleh lahan gundul, erosi pada lereng- lereng curam yang digunakan untuk pertanian, tidak adanya konservasi tanah, kemampuan penggunaan lahan (KPL) dan vegetasi penutup lahan berupa vegetasi permanen (tahunan), seperti hutan dan perkebunan tanaman keras. Erosi dan sedimen merupakan masalah utama pada daerah pertanian lahan kering yang berlerang (Tarigan, 2016). Daerah Aliran Sungai (DAS) merupakan wilayah tangkapan hujan yang dibatasi oleh punggung bukit atau

gunung yang mengalirkan air menuju sungai utama. DAS merupakan suatu sistem yang berpotensi besar untuk mengalami polusi atau pencemaran (Loomis & Lancellotti, 2018).

1. Karakter DAS

DAS dibagi menjadi 3 bagian yaitu bagian hulu, bagian tengah, dan bagian hilir. Ciri-ciri pada setiap bagian DAS dapat dijelaskan sebagai berikut (Departemen Kehutanan, 2006):

1) Bagian Hulu

- a) Merupakan daerah konservasi.
- b) Mempunyai kerapatan drainase lebih tinggi.
- c) Merupakan daerah dengan kemiringan lereng besar ($>15\%$).
- d) Bukan merupakan daerah banjir.
- e) Pengaturan air ditentukan oleh pola drainase dan vegetasinya merupakan tegakan hutan.

2) Bagian Tengah

Daerah Aliran Sungai bagian tengah merupakan daerah transisi dari kedua karakteristik biogeofisik DAS yang berbeda tersebut di atas.

3) Bagian Hilir

- a) Merupakan daerah pemanfaatan.
- b) Kerapatan drainase lebih kecil
- c) Merupakan daerah dengan kemiringan lereng kecil sampai sangat kecil ($<8\%$).
- d) Pada beberapa tempat merupakan daerah banjir (genangan).
- e) Pengaturan pemakaian air ditentukan oleh bangunan irigasi.

Menurut Asdak (2010) karakter DAS yang mempengaruhi debit aliran adalah sebagai berikut :

- a. Kapasitas penampang input hujan tergantung pada ukuran DAS.
- b. Kapasitas dan jumlah air yang ditampung oleh DAS bertambah dengan semakin luasnya DAS.
- c. Reaksi DAS terhadap curah hujan akan dipercepat oleh kemiringannya

yang lebih besar, yang juga meningkatkan laju debit.

- d. Meskipun kedua jenis DAS tersebut memiliki luas permukaan yang sama, DAS yang sempit dan memanjang cenderung memiliki laju limpasan yang lebih rendah dibandingkan dengan DAS yang luas.
- e. Karena setiap jenis tanah memiliki kapasitas infiltrasi yang berbeda, jenis tanah dengan periode curah hujan yang singkat akan memiliki laju debit yang lebih rendah jika kapasitas infiltrasinya lebih tinggi.
- f. Dampak vegetasi dapat mengurangi laju aliran dan mengurangi limpasan permukaan dengan memperlambat aliran air dan meningkatkan jumlah air yang tertahan di permukaan tanah.

B. Sungai

Sungai menurut Suyono Sosrodarsono dalam buku Hidrologi untuk pengairan merupakan salah satu komponen utama lingkungan DAS. Sungai dapat diartikan suatu jaringan waduk dan penyalur air yang berada pada satu alur tertentu yang dibatasi oleh tebing. Secara fisiologis sungai adalah badan air yang menerima limpasan batuan hidrologi dalam daerah alirannya. Selain berfungsi mengumpulkan curah hujan dalam suatu daerah pengaliran, sungai juga digunakan untuk berbagai aspek seperti pembangkit tenaga listrik, pelayaran, pariwisata, perikanan, dan lain lain. Sungai adalah air tawar yang mengalir dari sumbernya di daratan menuju dan bermuara di laut, danau atau sungai yang lebih besar, aliran sungai merupakan aliran yang bersumber dari limpasan, limpasan yang berasal dari hujan, gletser, limpasan dari anak-anak sungai dan limpasan dari air tanah (Rita Tahir Lopa, Frouk Maricar, Sutrisno, 2015). Menurut PP no 38 Tahun 2011 tentang Sungai, dalam mengelola sungai ada beberapa hal yang harus diperhatikan, salah satunya sempadan sungai. Sempadan sungai adalah ruang di kiri dan kanan palung sungai di antara garis sempadan dan tepi palung atau tanggul sungai dengan jarak 3 m dari tepi luar kaki tanggul.

Dalam mengelola sungai ada beberapa hal yang harus diperhatikan, salah satunya sempadan sungai. Sempadan sungai adalah ruang di kiri dan

kanan palung sungai di antara garis sempadan dan tepi palung atau tanggul sungai dengan jarak 3 m dari tepi luar kaki tanggul. Dalam rangka melindungi sungai dan mencegah pencemaran air sungai, pembatasan pemanfaatan pada sempadan sungai perlu dilakukan. Pemerintah telah mengatur bahwa sempadan sungai tidak boleh ditanami tanaman selain rumput dan tidak boleh pula didirikan bangunan. Namun begitu, karena keterdesakannya, banyak warga yang mendirikan bangunan sebagai tempat tinggal. Tidak hanya tinggal di sempadan sungai, mereka juga beraktifitas dan melakukan kegiatan usaha seperti industri rumahan dan peternakan babi di kawasan tersebut. Hal tersebut memungkinkan adanya dampak terhadap kualitas air sungainya.

Sungai merupakan aliran air permukaan yang sangat besar dengan bentuk memanjang (muara), secara konsisten mengalir dari hulu (sumber) ke hilir. Sungai berfungsi sebagai wadah penampung air yang terkumpul dari suatu daerah serta tempat mengalirnya air ke bawah secara gravitasi. Kualitas air sungai akan menjadi buruk jika aktivitas manusia di dekat aliran sungai tidak diimbangi dengan pengetahuan menjaga ekosistem sungai. Namun jika aktivitas manusia dimoderatori oleh kepedulian terhadap kelestarian ekologi sungai, kualitas air sungai secara umum akan baik. Sungai mengalir dari titik tinggi ke titik rendah sesuai dengan karakteristik asirnya. Sungai mengalir dari dataran tinggi atau gunung ke lautan atau danau.

Sungai merupakan bagian penting dalam kehidupan manusia tetapi ketika curah hujan yang tinggi dapat menyebabkan peningkatan debit air sehingga sungai tidak dapat menampung air lagi. Kenaikan muka air mengakibatkan saluran-saluran pembuangan yang ada tidak dapat membuang air buangan ke dalam aliran alur sungai. Pada waktu banjir bersamaan dengan air pasang yang tinggi maka tinggi muka air banjir di penampang sungai menjadi besar karena terjadi aliran balik (*back water*). Sehingga menggenangi daerah di sekitarnya sehingga mengakibatkan kerugian bagi masyarakat. Sungai salah satu unsur penyusun siklus hidrologi. Sebagian besar air yang terbentuk di sungai berasal dari presipitasi, yang meliputi hujan, embun, mata air, aliran bawah permukaan, dan di beberapa tempat, es dan salju yang mencair. Selain

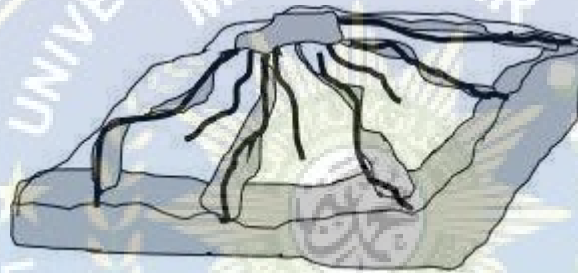
membawa air, sungai juga membawa kontaminan dan sedimen.

1. Menurut pola Aliran

Bentuk medan seperti kubah, cekungan, dataran tinggi, pegunungan lipatan, blok, dan sebagainya, cenderung mempengaruhi pola aliran sungai. Bentuk medan akan menentukan arah aliran. Pola aliran sungai ini tercantum :

a. Aliran Radial atau Menjari

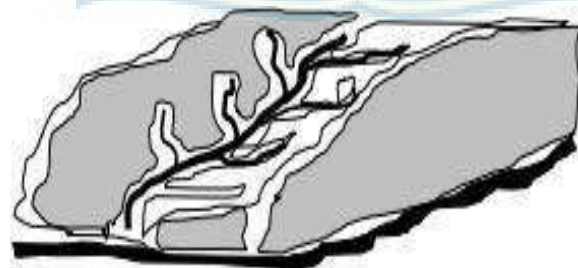
Pola radial sentrifugal dan pola aliran radial sentripetal adalah dua variasi dari pola aliran radial. Seperti yang terlihat di sini, radial sentrifugal adalah pola aliran yang berangkat dari pusat, seperti di daerah pegunungan vulkanik atau kerucut.



Gambar 3. Aliran radial sentrifugal. (Sumber : Asdak,2007)

b. Aliran Sentripetal

Pola aliran yang dikenal sebagai sentripetal radial adalah pola yang bergerak menuju pusat, seperti di daerah cekungan seperti yang diilustrasikan di bawah ini.

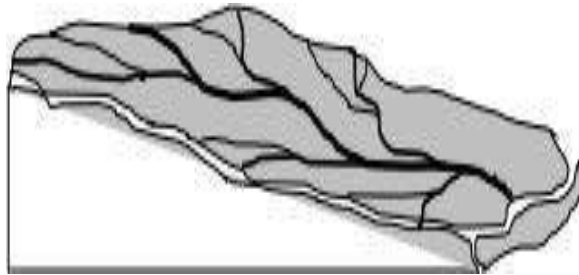


Gambar 4. Aliran Sentripetal. (Sumber : Asdak,2007)

c. Aliran Dendrik

Pola aliran dibawah ini adalah contoh pola aliran dendritik, yang

biasanya diamati di dataran atau di sepanjang pantai.



Gambar 5. Aliran Dendritik. (Sumber : Asdak,2007)

d. Aliran Trellis

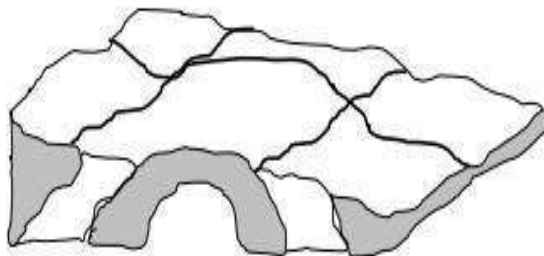
Seperti digambarkan di bawah ini, pola aliran teralis adalah pola aliran sungai yang menyerupai sirip daun atau teralis dan biasanya terdapat di daerah pegunungan yang terlipat.



Gambar 6. Aliran Trellis. (Sumber : Asdak,2007)

e. Aliran Rectangular

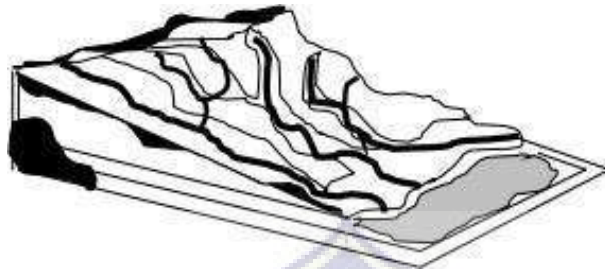
Seperti yang digambarkan di bawah ini, pola aliran persegi panjang adalah pola aliran dengan sudut siku-siku atau hampir siku-siku yang biasanya terdapat di zona patahan atau batuan dengan berbagai tingkat kekerasan.



Gambar 7. Aliran Rectangular. (Sumber : Asdak,2007)

f. Aliran Annular

Seperti diilustrasikan di bawah ini, kawasan kubah seringkali memperlihatkan pola aliran annular, yaitu pola aliran sungai yang melingkar.



Gambar 8. Aliran Annular. (Sumber : Asdak,2007)

C. Analisis Hidrolika Dan Morfologi Sungai

1. Analisis Hidrolika

Dalam sistem hidrologi, ada waktu-waktu terjadinya kejadian ekstrim seperti hujan badai, banjir, dan kekeringan. Besarnya kejadian ekstrim berbanding terbalik dengan frekuensi kejadiannya. Menurut Triatmodjo (dalam Kamase dkk., 2017), analisis frekuensi bertujuan untuk mengetahui besarnya suatu kejadian dan frekuensi atau periode ulang kejadian tersebut dengan menggunakan distribusi probabilitas.

Analisis hidrolika sungai digunakan untuk melihat profil muka air banjir sungai dengan berbagai kala ulang dari debit yang direncanakan. Analisis hidrolika akan melihat besarnya dampak pengelolaan banjir. Untuk tujuan membantu studi hidrolika sungai, pengukuran topografi sepanjang sungai yang dipertanyakan dilakukan, termasuk pengukuran situasional, penampang memanjang, dan penampang melintang. Pelacakan aliran puncak dan perhitungan hidrolika sungai dilakukan dengan ketentuan sebagai berikut: Setiap hidrograf in flow sungai (aliran lateral) dibuat menggunakan hidrograf banjir dengan sejumlah periode ulang, dan dampak banjir kemudian diperiksa.

Berikut ini adalah langkah-langkah tindakan yang dilakukan untuk analisis hidrolik:

- a. Menyiapkan skema sungai.

- b. Input data melintang dan memanjang (Geometrik sungai).
- c. Input flow data (Debit sungai).
- d. Hasil hitungan tinggi muka air banjir

Diperlukan data yaitu :

- a. Untuk membuat skema sungai, periksa tepian sungai atau gunakan data koordinat.
- b. Lokasi jembatan sungai dan titik percabangan.
- c. Bentuk penampang memanjang sungai termasuk elevasi dasar, tepian kiri dan kanan, serta jarak memanjang pada poros.
- d. Bentuk penampang sungai yang diperoleh hasil pengukuran langsung.
- e. Letak bantaran kiri dan kanan sungai seperti terlihat pada data penampang melintang.
- f. Dasar sungai dan bantaran sungai ditentukan dengan angka kekasaran Manning (n).



Gambar 9. Parameter fisik sungai. (Sumber : Sorsodarsono, Suyono, 2005).

2. Morfologi Sungai

Secara umum, tiga (tiga) jenis bentuk sungai berkelok-kelok, lurus, dan berjaln dapat dibedakan. Namun, ada beberapa keadaan yang berada

di antara ketiga kategori yang disebutkan di atas.

a. Sungai Berkelok-kelok

Sungai dengan kelokan yang (kurang lebih konsisten) menghasilkan fungsi sinus pada datarannya dikatakan memiliki bentuk berkelok-kelok. Biasanya, itu terdiri dari sejumlah tikungan yang dipisahkan oleh segmen lurus yang dikenal sebagai penyeberangan. Liku-liku sungai seringkali memiliki kemiringan yang sangat kecil. Karena peningkatan kecepatan di luar tikungan, dasar sungai di sana seringkali menjadi lebih dalam. Sungai kemudian akan mengalir melintang di tikungan sebagai akibat dari gaya sentrifugal tikungan, menyatu dengan aliran utama untuk menciptakan aliran helicoidal. Untuk sungai berkelok-kelok, erosi terjadi di bagian terluar kelokan sedangkan sedimentasi terjadi di bagian dalam kelokan.

b. Sungai Straight (Lurus)

Dalam kebanyakan kasus, sungai lurus juga berfungsi sebagai penghubung antara liku-liku (penyeberangan), memberi kesan bahwa itu adalah bagian dari satu liku-liku dan bagian dari liku berikutnya. Dibandingkan dengan bagian dalam liku-liku, airnya cukup dangkal di mana kedua jembatan itu bersilangan. Kadang-kadang arus transversal, yang belum benar-benar menghilang saat memasuki bentangan lurus, juga membawa sebagian material yang tererosi di bagian luar kurva ke persimpangan ini. Harus ditekankan bahwa arus transversal, yang sering disebut sebagai arus sekunder, dapat berkembang di setiap jenis kanal atau sungai.

c. Sungai Jalin (*Braided*)

Bentuk sungai yang tidak biasa ini menyebabkannya kadang-kadang memiliki beberapa saluran terpisah oleh pulau kecil ketika hanya ada debit kecil. Secara umum, sungai itu luas.

Parameter dan proporsi sungai, serta fenomena dan karakter sungai, geometri dan waktu sungai, serta perubahan morfologi sungai itu

sendiri, semuanya merupakan komponen morfologi sungai yang membantu perancangan bangunan. perubahan morfologi sungai yang berhubungan dengan perencanaan konstruksi sipil, yaitu:

- a. Geometri sungai, membuat topografi, saluran, dasar sungai, dan lembah yang mengelilingi sungai adalah bagian dari mempelajari geometrinya. Data panjang, lebar, kemiringan, sudut tikungan, elevasi, dan azimuth dari arah arus diperlukan untuk geometri.
- b. Data Hidrograf, untuk desain sungai diperlukan. Informasi tersebut meliputi volume banjir, volume aliran, tinggi muka air, laju naik turun, debit puncak, dan waktu debit puncak.
- c. Hidrolika Sungai, Sungai dapat mengalami aliran laminar, turbulensi, lompatan, pusaran, dan jenis gerakan lainnya. Bergantung pada butiran dan kerapatan sedimen, aliran ini menyebabkan partikel dasar sungai bergeser. Karena geometri sungai, arah aliran yang berbeda dibuat, yang mempengaruhi transportasi sedimen, rembesan tepian sungai, gerusan dasar sungai, dan gerusan tepian sungai karena gaya sentrifugal, menyebabkan aliran spiral dan pusaran air, serta perubahan karakter sungai sehingga tercipta sungai yang mengayam dan berkelok-kelok.

D. Analisis Hidrologi

Data terkait fenomena hidrologi dikumpulkan sebagai informasi atau fakta. Data hidrologi, yang merupakan informasi penting, harus digunakan untuk kemungkinan inventarisasi sumber air, penggunaan dan pengelolaan sumber air secara efisien, dan pemulihan sumber daya alam yang terdegradasi seperti air, tanah, dan hutan. Banyaknya curah hujan, suhu, penguapan, panjang hari, kecepatan angin, debit sungai, tinggi muka air sungai, kecepatan aliran, dan konsentrasi sedimen sungai merupakan contoh fenomena hidrologi yang selalu berfluktuasi sepanjang waktu. (Soewarno, CD. 1995).

Tergantung dari fenomena yang ada pada saat nilai tersebut diukur, suatu

nilai dari sekumpulan data hidrologi hanya dapat terjadi pada waktu yang berbeda-beda. Hal ini dimaksudkan untuk lebih menjelaskan masalah yang diselidiki dengan menyajikan set data hidrologi sebagai peta tematik, seperti peta curah hujan dan peta permukaan air. Peta-peta ini dapat disusun sebagai daftar atau tabel dengan gambar yang menyertainya, juga dikenal sebagai diagram atau grafik.

Untuk desain struktur hidrolis, analisis hidrologi sering menjadi bagian dari analisis pendahuluan. Implikasinya adalah bahwa data dan kuantitas yang diperoleh dari analisis hidrologi menjadi input yang signifikan untuk analisis studi hidrolis di bidang teknik sipil, yang dapat berupa gorong-gorong, bendung, bangunan luapan, tanggul penahan banjir, dan struktur serupa lainnya. Tujuan konstruksi dan informasi yang diperoleh dari penelitian hidrologi berdampak signifikan pada ukuran dan gaya bangunan ini. Mirip dengan bagaimana struktur ini pada dasarnya harus direncanakan sesuai dengan standar perencanaan yang tepat untuk mengembangkan desain yang tepat sasaran. Suatu struktur yang mampu bekerja secara struktural dan operasional dalam waktu yang ditentukan itulah yang dimaksud dalam konteks ini dengan "tepat sasaran".

Analisa hidrologi merupakan suatu metode untuk menghitung besaran debit banjir yang dimaksud dalam suatu rencana bangunan air. Data curah hujan merupakan salah satu dari beberapa jenis data yang dapat digunakan untuk memperkirakan besarnya debit banjir yang dimaksud, dan digunakan dalam tugas akhir ini untuk menentukan debit rencana.

Model hidrologi adalah representasi langsung dari sistem hidrologi DAS. Model berusaha untuk menjelaskan bagaimana DAS bereaksi terhadap proses hidrologi yang terjadi ketika diberikan masukan tertentu. Proses transformasi hujan menjadi aliran yang melintasi suatu sistem DAS merupakan fokus utama kajian yang digunakan untuk membuat model hidrologi. (Soewarno, 1995).

E. Analisa Curah Hujan Rerata

Data dari perekam atau alat ukur hanya menangkap curah hujan pada saat

tertentu pada saat menentukan curah hujan (titik curah hujan). Apabila sebuah wilayah mempunyai banyak alat pengukur atau pencatat curah hujan, nilai rata-rata bisa digunakan untuk menghitung curah hujan di wilayah tersebut.

Untuk mendapatkan perkiraan besaran banjir yang terjadi di suatu penampang sungai tertentu, maka kedalaman hujan yang terjadi harus diketahui pula. Diperlukan besaran kedalaman hujan yang terjadi di seluruh DAS. Tidak hanya besaran hujan yang terjadi di suatu stasiun pengukuran hujan, melainkan data kedalaman hujan dari beberapa stasiun hujan yang tersebar di seluruh DAS.

Curah hujan rata-rata dari hasil pengukuran hujan di beberapa stasiun pengukuran dapat dihitung dengan metode Poligon *Thiessen*. Metode ini dipandang cukup baik karena memberikan koreksi terhadap kedalaman hujan sebagai fungsi luas daerah yang dianggap mewakili.

Berbagai pendekatan dapat digunakan untuk menghitung biaya daerah curah hujan:

1. Metode Aljabar

Dengan menghitung rata-rata aritmetika pembacaan curah hujan dari stasiun hujan terdekat, perhitungan dilakukan. Jika topografinya rata atau datar, terdapat banyak stasiun hujan yang menyebar rata di seluruh wilayah, dan hasil pengukuran setiap stasiun hujan tak jauh berbeda dengan nilai rerata semua stasiun hujan dari wilayah tersebut, maka pendekatan ini akan menghasilkan hasil yang dapat dipercaya.

Rumus berikut dapat digunakan untuk mendapatkan metode rata-rata aljabar :

$$\text{Rumus : } R = \frac{R_1 + R_2 + \dots + R_n}{n} \quad \dots(1)$$

Dimana :

R = Curah hujan rata-rata (mm)

R1, R2, Rn = Curah hujan pada stasiun hujan (mm)

n = Banyaknya stasiun hujan

2. Metode Polygon Thiessen

Jika tidak ada stasiun pencatat dalam jarak 10 hingga 20 kilometer, digunakan stasiun hujan dalam radius 50 kilometer, asalkan setidaknya ada tiga stasiun. Teknik Poligon Thiessen dapat digunakan dalam situasi ini untuk menentukan curah hujan rata-rata regional. Teknik ini menghitung jumlah stasiun, tinggi curah hujan, dan luas wilayah yang diwakili oleh masing-masing stasiun. Dimungkinkan untuk merumuskan pendekatan Poligon Thiessen sebagai berikut:

$$R = \frac{A_1R_1 + A_2R_2 + \dots + A_nR_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} \dots\dots\dots(2)$$

Dimana :

R = Curah hujan maks rata-rata (mm)

R₁, R₂, ... R_n = Curah hujan stasiun 1, 2, ..., n (mm)

A₁, A₂, ... A_n = Luas daerah pada polygon 1, 2, ..., n (km²)

(C.D Soemarto, 1999)

Persamaan berikut dapat digunakan untuk mewakili yang sebelumnya:

$$R = R_1 + C_1 + R_2 + C_2 \dots + R_n C_n \dots\dots(3)$$

$$C = \text{Koefisien Thiessen} = \frac{A}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} \dots\dots\dots(4)$$

Dimana :

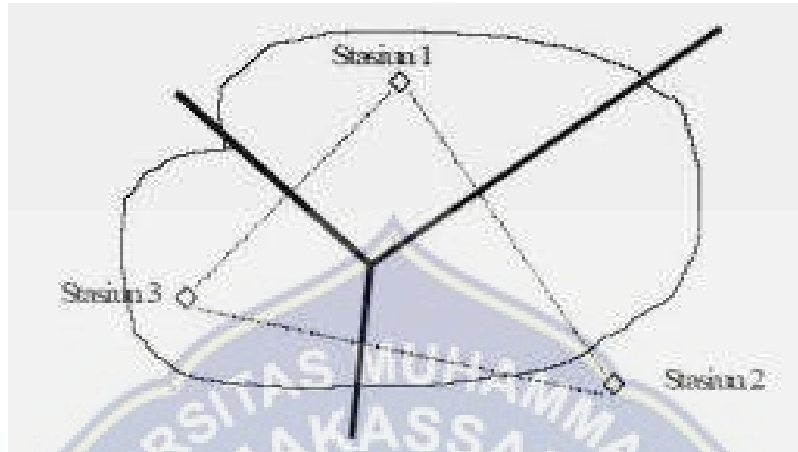
R = Curah hujan rata-rata DAS (mm)

R₁, C₂, ... , R_n = Curah hujan setiap stasiun hujan 1, 2, ..., n (mm)

A₁, A₂, ..., A_n = luas daerah setiap stasiun hujan 1, 2, ..., n (km²)

Pendekatan Thiessen dianggap sangat efektif karena mengoreksi kedalaman hujan menurut wilayah yang digambarkan. Pendekatan ini

dianggap tidak memadai, karena efek topografi tidak dapat dilihat. Demikian pula poligon harus diperbarui jika salah satu stasiun hujan tidak dapat beroperasi, baik karena rusak atau data yang salah.



Gambar 10. Poligon Thiessen pada DAS. (Suripin, 2004).

3. Metode Isohyet

Isohyets adalah garis yang menghubungkan lokasi dengan tingkat curah hujan yang sama. Melalui interpolasi pengukuran curah hujan titik, dihasilkan isohyet ini. (*point rain fall*)

$$\frac{(R_1+R_2) \times A_1}{2} + \frac{(R_1+R_2) \times A_2}{2} + \dots + \frac{(R_n+R_n) \times A_n}{2}$$

$$\text{Rumus : } R = \frac{\frac{(R_1+R_2) \times A_1}{2} + \frac{(R_1+R_2) \times A_2}{2} + \dots + \frac{(R_n+R_n) \times A_n}{2}}{A_1+A_2+\dots+A_n} \quad \dots(5)$$

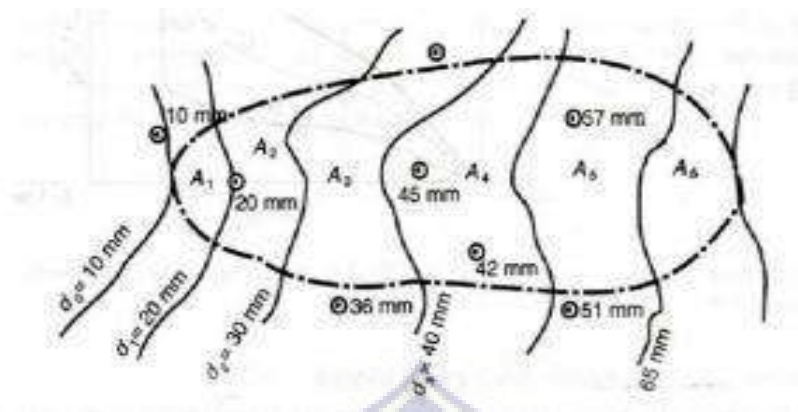
(C.D Soemarto, 1999)

Dimana :

R = Curah hujan maks rata-rata (mm)

R₁, R₂, ... R_n = Curah hujan stasiun 1, 2, ..., n (mm)

A₁, A₂, ... A_n = Luas daerah antara 2 (dua) Isohyet 1, 2, ..., n (km²)



Gambar 11. Tampilan DAS Isohyet. (Sumber : Triadmodjo, 2008)

Ini adalah metode yang paling akurat untuk menentukan rata-rata curah hujan, tetapi membutuhkan pembangunan jaringan stasiun metering yang cukup padat dan isohyet. Pada waktu menggambar garis-garis Isohyet sebaiknya juga memperhatikan pengaruh bukit atau gunung terhadap distribusi hujan (hujan orografik) (Sosrodarsono dan Takeda, 1987).

F. Analisa Curah Hujan Rencana

Curah hujan rencana, yang berfungsi sebagai dasar untuk menentukan proporsi bangunan air, adalah jumlah curah hujan maksimum yang mungkin jatuh di lokasi tertentu selama periode ulang tertentu. Perhitungan curah hujan rencana berdasarkan pada analisis frekuensi dengan tujuan utama untuk penentuan waktu ulang fenomena hidrologi yang penting, termasuk fenomena yang diperkirakan sama atau lebih besar dari rata-rata. (Subarkah, 1980)

Distribusi probabilitas adalah distribusi yang, alih-alih menggambarkan kumpulan frekuensi variasi, mewakili kemungkinan varian tersebut.

Beberapa fungsi distribusi, termasuk yang berikut, dapat digunakan:

1. Analisis Parameter Statistik

Variabel statistik yang digunakan dalam analisis data hidrologi meliputi hitung rata-rata (mean), simpang baku (standar deviasi), koefisien variasi, kemencengan (koefisien skewness), dan koefisien kurtosis.

- a. Harga Rata-rata (\bar{X})

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad \dots(6)$$

- b. Standar Deviasi (S)

Standar deviasi umumnya dianggap sebagai ukuran dispersi yang paling banyak digunakan. Nilai S akan besar jika sebaran data relatif sangat luas terhadap nilai rata-ratanya, sedangkan nilai rata-rata S akan kecil jika sebaran datanya sangat sempit.

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad \dots(7)$$

- c. Koefisien skewness (C_s)

Jumlah asimetri dalam bentuk distribusi diukur dengan metrik yang disebut skewness (kemencengan). Pengukuran kemiringan mengungkapkan bagaimana kurva frekuensi distribusi menyimpang dari simetri atau normal

$$C_s = \frac{n}{(n-1)(n-2)S^3} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^3 \quad \dots(8)$$

- d. Koefisien Variasi (C_v)

Nilai perbandingan antara deviasi standart dengan nilai rata-rata hitung dari suatu distribusi.

$$C_v = \frac{s}{\bar{x}} \quad \dots(9)$$

- e. Koefisien kurtosis (C_k)

Pengukuran kurtosis adalah untuk mengukur kemencengan dari bentuk kurva distribusi, yang umumnya dibandingkan dengan distribusi normal.

$$C_k = \frac{n^2}{(n-1)(n-2)S^4} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^4 \quad \dots(10)$$

2. Distribusi Normal

Distribusi Normal atau kurva normal disebut pula Distribusi Gauss. Untuk analisa frekuensi curah hujan menggunakan metode Distribusi Normal, dengan persamaan sebagai berikut (Soewarno, 1995):

$$XT = \dots(11)$$

Dengan :

XT = Variabel yang diekstrapolasikan, yaitu besarnya curah hujan rencana untuk periode ulang T tahun.

= Harga rata-rata data =

K = Variabel Reduksi

S_x = Standar deviasi =

3. Distribusi Log Normal

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

$$\log \log XT = \log \log \bar{X} + k \cdot S_x \log \log X \dots(12)$$

Dengan :

= Variabel yang diekstrapolasikan, yaitu besarnya curah hujan rancangan untuk periode ulang T tahun.

= Harga rata-rata dari data =

= Standar deviasi =

K = Variabel reduksi

4. Distribusi Gumbel

Untuk analisa frekuensi curah hujan menggunakan metode E.J. Gumbel, dengan persamaan sebagai berikut (Soemarto, 1999):

$$iiiiiiiiiiXT = \bar{X} + K \cdot S_x \dots(13)$$

Dengan :

= Variabel yang diekstrapolasikan, yaitu besarnya curah hujan rencana untuk periode ulang T tahun.

= Harga rata-rata dari data =

S_x = Standar deviasi =

K = Variasi reduksi

untuk menentukan faktor reduksi E.J Gumbel dengan harga :

.....(14)

Dengan :

Y_T = Variabel Reduksi sebagai fungsi dari periode ulang T tahun

Y_n = Variabel Reduksi sebagai fungsi dari banyak data (N)

S_n = Standar Deviasi sebagai fungsi dari banyak data (N)

5. Metode Log Person III

Berikut adalah langkah-langkah dalam menggunakan teknik distribusi Pearson Log Type III untuk menghitung curah hujan rencana. (Soemarto,1986).

Ubah sesuai statistik debit banjir tahunan. n buah $x_1, x_2, x_3 \dots x_n$ menjadi $\text{Log } x_1, \text{Log } x_2, \text{Log } x_3, \dots \text{Log } x_n$.

a. Nilai rata-rata ..(15)

b. Standar deviasi ..(16)

c. Koefisien *skewness* ..(17)

Hitung logaritma debit dengan waktu balik yang dikehendaki dengan rumus berikut ini :

a. $\text{Log } iX_t = \text{Log } iX_i + G.S_x$..(18)

b. ..(19)

Dimana :

$\text{Log } X_i$ = rata-rata logaritma dari hujan maksimum tahunan

$\text{Log } X$ = jumlah logaritma dari hujan maksimum tahunan

n = jumlah data

s_x = standart deviasi

C_s = koefisien kemencengan/skewness

$\text{Log } X_t$ = logaritma curah hujan

X = curah hujan yang terjadi

G = Faktor probabilitas

G. Uji Distribusi Frekuensi Curah Hujan

Untuk mengetahui apakah data tersebut benar sesuai dengan jenis sebaran teoritis yang dipilih maka perlu dilakukan pengujian lebih lanjut. Untuk keperluan analisis uji kesesuaian dipakai dua metode statistic sebagai berikut:

1. Uji Chi Kuadrat

Uji Chi Kuadrat digunakan untuk menguji apakah distribusi pengamatan dapat disamai dengan baik oleh distribusi teoritis. Perhitungannya dengan menggunakan persamaan berikut (Soewarno, 1995) :

$$\chi^2_{hit} = \sum_{i=1}^k \frac{(EF-OF)^2}{EF} \quad ..(20)$$

Dimana $k = 1 + 3.22 \log n$,

OF = Nilai yang diamati

EF = Nilai yang diharapkan

Supaya distribusi frekuensi yang dipilih dapat diterima. Maka harga $\chi^2_{hitung} < \chi^2_{cr}$. Harga χ^2_{cr} dapat diperoleh dengan menentukan taraf signifikan α dengan derajat kebebasan. Batas kritis χ^2 tergantung pada derajat kebebasan dan α . Untuk kasus ini derajat kebebasan mempunyai nilai yang didapat dari perhitungan sebagai berikut (Soewarno, 1995):

$$DK = JK - P \quad ..(21)$$

Dengan :

DK = Derajat kebebasan

JK = Jumlah kelas

P = Faktor ketertarikan (pengujian Chi Kuadrat mempunyai ketertarikan 2)

2. Uji Smirnov Kolmogorof

Tahap-tahap pengujian Smirnow Kolmogorof adalah sebagai

berikut (Soewarno, 1995):

- a. Plot data dengan peluang agihan empiris pada kertas probabilitas, dengan menggunakan persamaan weibull:

$$P = \frac{m}{(n+1)} \times 100\%$$

.....(22)

m = Nomor urut dari nomor kecil ke besar

n = Banyaknya data

- b. Persamaan diikuti oleh garis:

$$\log X_r = \log \bar{X} + G \cdot S_d \quad \dots(23)$$

Berikut ini adalah disparitas terbesar antara distribusi teoretis dan empiris yang dapat ditentukan dengan grafik plot:

$$\Delta_{max} = |P_e - P_t| \dots\dots\dots$$

.(24)

Dengan :

Δ_{max} = Beda maksimum antara peluang teoretis dan aktual

P = Peluang empiris

Pt = Peluang teoretis

- c. Taraf signifikan diambil 5% dari jumlah data (n), didapat ΔCr . Dari tabel 2.9 Uji Smirnov Kolomogorof, jika $\Delta_{max} < \Delta Cr$, maka data dapat diterima.

H. Analisa Debit Banjir

Besaran debit aliran sungai dapat dihitung dengan menggunakan metode empiris, pengukuran lapangan, dan jumlah curah hujan yang diterima di daerah aliran sungai (DAS). Dengan menggunakan rumus berikut, dapat menentukan debit sungai tergantung pada curah hujan :

$$Q = \alpha \times \beta \times \frac{\partial t}{t} \times R \times f \quad \dots(25)$$

Dimana :

Q = debit

= koefisien reduksi

= koefisien pengaliran

= intensitas relatif hujan dalam waktu t

t = waktu

A = luas daerah aliran

Apabila R diambil maksimum, maka rumus dapat diubah menjadi

$$Q = \alpha \times \beta \times Q_n \times A \quad \dots(26)$$

Dimana :

Q = debit

= koefisien pengaliran

= koefisien reduksi

Q_n = luasan curah hujandengan periode ulang n tahun

$$Q_n = \frac{Rn}{240} \times \frac{67,65}{t+1,45} \quad \dots(27)$$

Aliran terbesar yang mungkin terjadi pada lokasi tertentu dikenal sebagai debit banjir rencana. Pendekatan hidrograf satuan, yang didasarkan pada parameter dan fitur daerah tangkapan air, digunakan untuk memperkirakan curah hujan rencana. Pendekatan perhitungan yang cukup cepat dan tepat adalah teori hidrograf satuan. Untuk menilai debit banjir, ada banyak pendekatan hidrograf satuan sintetik. yaitu :

1. Metode HSS Nakayasu

a. Waktu antara hujan sampai debit puncak banjir T_g ($L > 15$ km)

$$T_g = 0,40 + (0,058 \times L) \quad \dots(28)$$

b. Waktu T_r

$$T_r = 0,75 \times T_g \quad \dots(29)$$

c. Waktu mencapai puncak T_p

$$T_p = T_g \times (0,8 \times T_r) \quad \dots$$

(30)

$$T_{0,3} = \alpha \times T_g \quad \dots(31)$$

$$Q_p = \frac{A \times R_0}{3,6 \times (0,3 \times T_p + T_{0,3})} \dots\dots\dots(32)$$

Dimana:

T_g = waktu konsentrasi (jam)

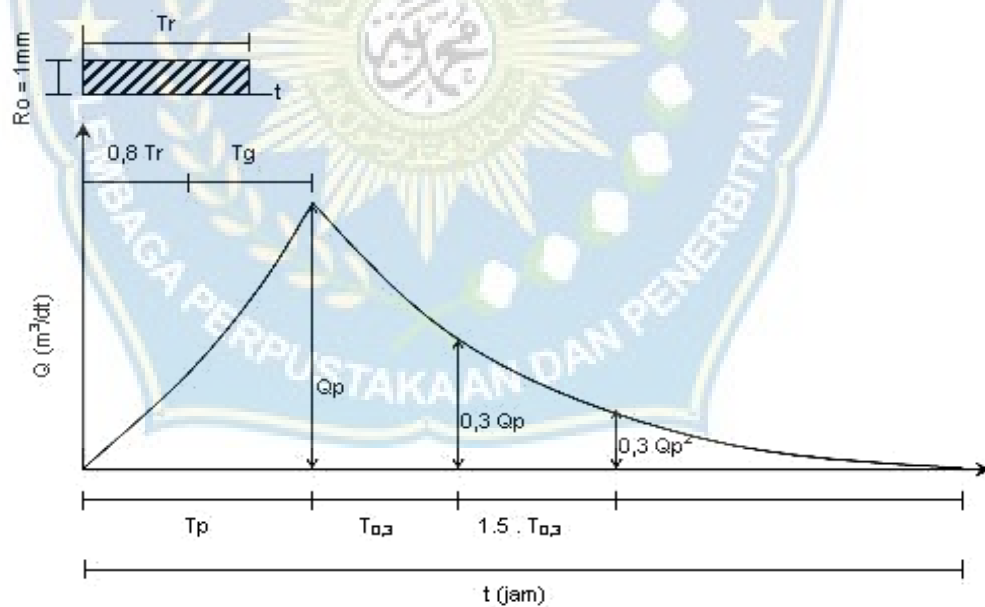
T_r = lama hujan efektif yang besarnya 0,5~1

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

$T_{0,3}$ = waktu yang diperlukan oleh penurunan debit, dari debit puncak sampai menjadi 30% dari debit puncak

Q_p = debit puncak banjir ($m^3/detik$)

Bentuk kurva dari HSS Nakayasu dapat dilihat pada Gambar 11 :



Gambar 12. Hidrograf satuan – Metode Nakayasu. (Sumber : Sisipil.com)

I. HEC-RAS

Sistem Analisis Sungai di Pusat Rekayasa Hidrolik (HEC-RAS). Pusat Rekayasa Hidrologi (HEC), cabang dari Institut Sumber Daya Air di dalam Korps Insinyur Angkatan Darat AS, bertanggung jawab atas pembuatan

program ini (USAGE). Model aliran permanen dan transien satu dimensi HEC-RAS (model aliran satu dimensi permanen dan tidak permanen). Perangkat lunak ini memiliki empat elemen yang membentuk model satu dimensi, seperti:

a. *Steady Flow water Surface Component*

Steady Flow Water Surface Component. Program ini berfungsi untuk menghitung profil muka air aliran permanen berubah beraturan (*steady gradually varied flow*). Program mampu memodelkan jaringan sungai, sungai dendritik, maupun sungai tunggal. Regime aliran yang dapat dimodelkan adalah aliran sub-kritik, super-kritik, maupun campuran antara keduanya. Langkah hitungan profil muka air yang dilakukan oleh modul aliran permanen HEC-RAS didasarkan pada penyelesaian persamaan energi. Kehilangan energi dianggap diakibatkan oleh gesekan (Persamaan Manning) dan kontraksi/ekspansi (koefisien dikalikan beda tinggi kecepatan). Persamaan momentum dipakai jika aliran berubah cepat (*rapidly varied flow*), misalnya campuran regime aliran sub-kritik dan super-kritik (*hydraulic jump*), aliran melalui jembatan, aliran di percabangan sungai (*stream junction*). HEC-RAS mampu menghitung pengaruh berbagai hambatan aliran, seperti jembatan (*bridges*), gorong-gorong (*culverts*), bendung (*weirs*), ataupun hambatan di bantaran sungai. HEC-RAS pada aliran permanen dapat pula dipakai untuk perkiraan perubahan muka air akibat perbaikan alur atau pembangunan tanggul.

b. *Unsteady Flow Simulation*

Unsteady Flow Simulation. Di sungai dengan aliran yang rumit, perangkat lunak ini dapat mensimulasikan aliran tidak beraturan satu dimensi. Porsi program yang digunakan untuk menghitung aliran dalam struktur hidrolis seperti penampang, jembatan, gorong-gorong, dan struktur serupa lainnya juga terdapat dalam modul steady flow HEC-RAS. Modul unsteady flow memiliki fitur unik termasuk aliran tekanan pipa, pompa, limpasan melalui tanggul yang pecah, dan analisis bendungan.

Dalam HEC-RAS, penampang sungai atau saluran awalnya diperkirakan sebelum luas penampang. Penampang saluran dibagi menjadi beberapa bagian untuk mendukung kemampuannya untuk berfungsi sebagai penghantar aliran. Strategi yang digunakan oleh HEC-RAS adalah membagi luas penampang dengan menggunakan nilai n (koefisien kekasaran Manning) sebagai landasannya. Dengan menggunakan persamaan Manning, setiap aliran yang terjadi di segmen tersebut dihitung:

$$Q_t = \frac{1}{n} \times A \times R^{\frac{3}{2}} \times S^{\frac{1}{2}} \quad ..(33)$$

Dengan :

n = Koefisien kekasaran manning

A = luas bagian penampang

R = Jari-jari hidrolis

S = kelandaian energi

HEC-RAS akan menghitung profil permukaan air setelah menghitung penampang. Ide dasar di balik menghitung profil permukaan air menggunakan persamaan energi adalah sebagai berikut :

$$Y_2 + Z_2 + \frac{a \cdot V_2^2}{2g} = Y_1 + Z_1 + \frac{a \cdot V_1^2}{2g} + h_e \quad ..(34)$$

Dengan :

Z = Fungsi titik diatas garis referensi

Y = Fungsi tekanan di suatu titik

V = kecepatan aliran

a = koefisien kecepatan h

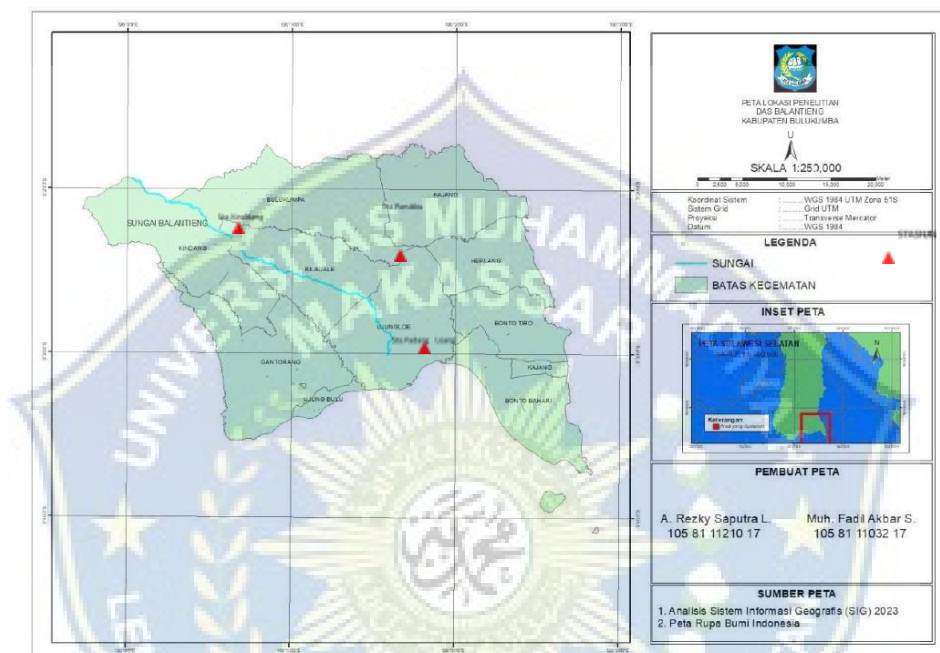
e = energi head loss

Kumpulan data digunakan dalam proyek sistem sungai perangkat lunak HEC-RAS. Alat ini dapat digunakan untuk melakukan beberapa bentuk analisis pemodelan untuk pembuatan berbagai rencana yang berbeda. Setiap denah adalah sekumpulan informasi geometri dan aliran.

BAB III METODE PENELITIAN

A. Lokasi Penelitian

Sungai Balantieng, tepatnya di Kecamatan Kindang, Kabupaten Bulukumba, menjadi tempat kami melakukan penelitian. Koordinatnya adalah $5^{\circ}21'26''S$ $120^{\circ}04'23''E$



Gambar 13. Peta Administrasi Lokasi Penelitian Via ARC-GIS

B. Studi Literatur

Untuk memudahkan dalam mengumpulkan data, menganalisis data, dan menyusun temuan penelitian, digunakan studi literatur sebagai landasan dan pedoman teori.

C. Metode Penelitian

Upaya pengumpulan data numerik dilakukan oleh peneliti dengan menggunakan pendekatan kuantitatif. Kemudian, dengan menggunakan variabel yang dioperasionalkan dan skala pengukuran tertentu seperti skala nominal, ordinal, interval, dan rasio, data numerik ini diolah menggunakan rumus kerja statistik (Indrawan & Yaniawati, 2016). Untuk metode kuantitatif juga sering disebut metode discovery dikarenakan metode jenis ini bisa

dikembangkan dan ditemukan berbagai IPTEK baru.

D. Sumber Data

Data dari kedua sumber primer dan sekunder digunakan dalam penelitian ini. Informasi yang diperlukan meliputi :

1. Data Geometrik Sungai

Data geometrik di dapatkan dengan menganalisis peta lokasi Google Earth dan data peta DEMNAS, yang akan diolah menggunakan perangkat lunak Arc-GIS dan Global Mapper.

2. Data Curah Hujan

Mengumpulkan data sekunder memerlukan pengumpulan informasi teoretis, makalah, dan publikasi yang terkait dengan penelitian dan instansi terkait, seperti yang ditemukan di tesis perpustakaan, jurnal, dan buku lainnya. Adapun data curah hujan yang diperoleh dari PUTR Bulukumba dari tahun 2003 sampai dengan 2022 yaitu stasiun CH Kindang, CH Parukku, dan CH Padang Loang.

E. Prosedur Penelitian

Berikut ini adalah banyak angka yang diambil untuk pelaksanaan penelitian:

1. Hidrologi

- a. Peta penentuan DAS lokasi penelitian.
- b. Mengumpulkan informasi curah hujan di lokasi penelitian.
- c. Metode Polygon Thiessen untuk menghitung curah hujan rata-rata.
- d. Pengukuran dispersi.
- e. Hitungan curah hujan rencana.
- f. Hitungan distribusi hujan jam-jaman.
- g. Dengan menggunakan HSS Nakayasu, untuk analisis hidrograf satuan sintetik debit banjir.

2. Analisis Hidrolika

Informasi yang diperlukan untuk analisis penampang sungai

- a. Potongan memanjang sungai.
- b. Potongan melintang sungai.
- c. Data debit sungai.
- d. Angka koefisien manning penampang sungai.

Tahapan program HEC-RAS untuk analisis hidrolika adalah sebagai berikut:

1. Membuat File Baru HEC-RAS

Langkah-langkah membuat file baru HEC-RAS adalah : Membuka HEC-RAS



Gambar 14. New project dari menu file HEC-RAS

Pilih new project pada Menu file

Gambar 15. New project dari menu file Program HEC- RAS

Beri nama pada file baru

Beri nama file pada judul, dan nama file akan berformat .prj terlihat pada gambar pada file name lalu Klik OK

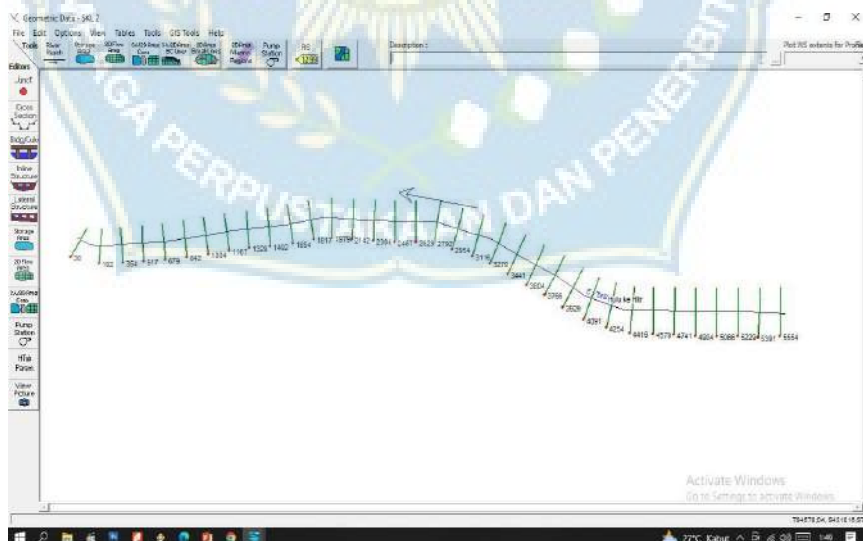


Gambar 16. Tampilan menu nama pada file new project

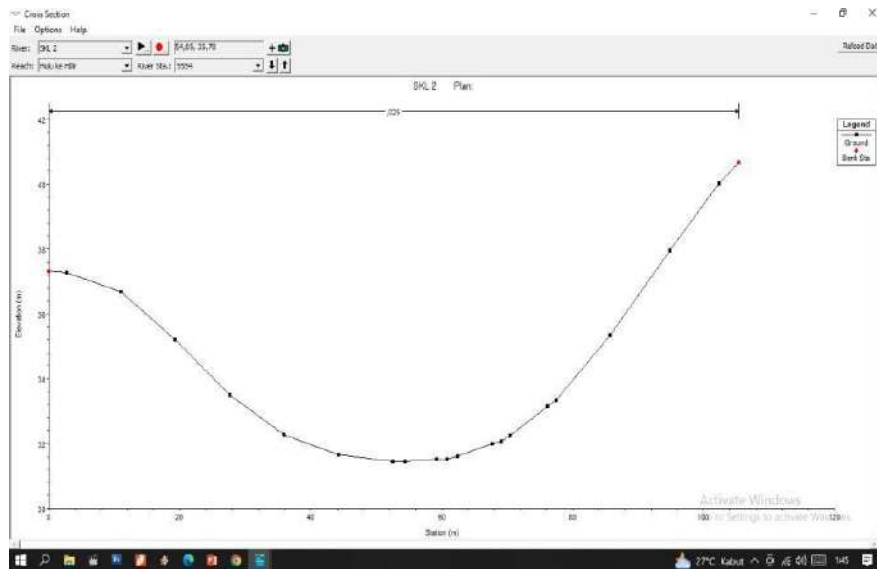
2. Membuat Geometri Sungai

Langkah-langkah untuk menginput data geometri sungai :

- a. Gambar alur sungai dengan Rasmapper. Untuk dapat menggambar sesuai dengan peta aslinya, upload peta topografi. Dalam menggambar alur sungai dimulai dari hulu sungai.
- b. Dengan mengklik cross section dan memasukkan data maka tampilan yang ditampilkan adalah seperti pada Gambar 16.



Gambar 17. Tampilan geometri sungai pada HEC-RAS



Gambar 18. Tampilan potongan melintang sungai pada HEC-RAS

3. Masukkan Data Debit

Anda dapat memilih Steady Flow Data dari menu Edit. Data analisis hidrologi yang diperoleh dengan metode Nakayasu HSS digunakan untuk menghitung debit rencana. Klik Known W.S. pada reach boundary condition.



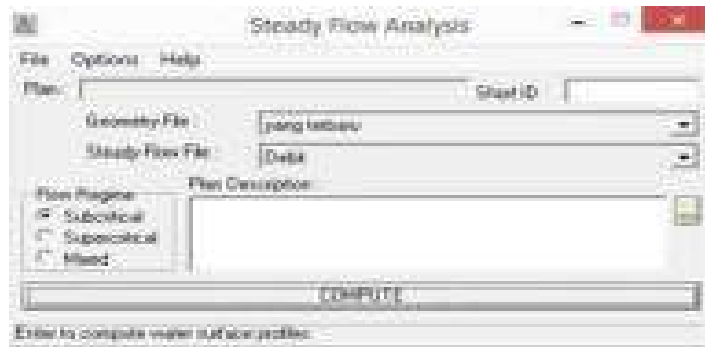
Gambar 19. Tampilan Menu Input Debit Rencana

Ubah nilai pada Edit Number of Profiles dalam penggunaan analisis kuantitas debit banjir. Lalu isi besaran debit pada Profil Names and Flow Rates.

4. Running Data Yang Dimasukkan

Setelah semua data dimasukkan pada tampilan Gambar 19

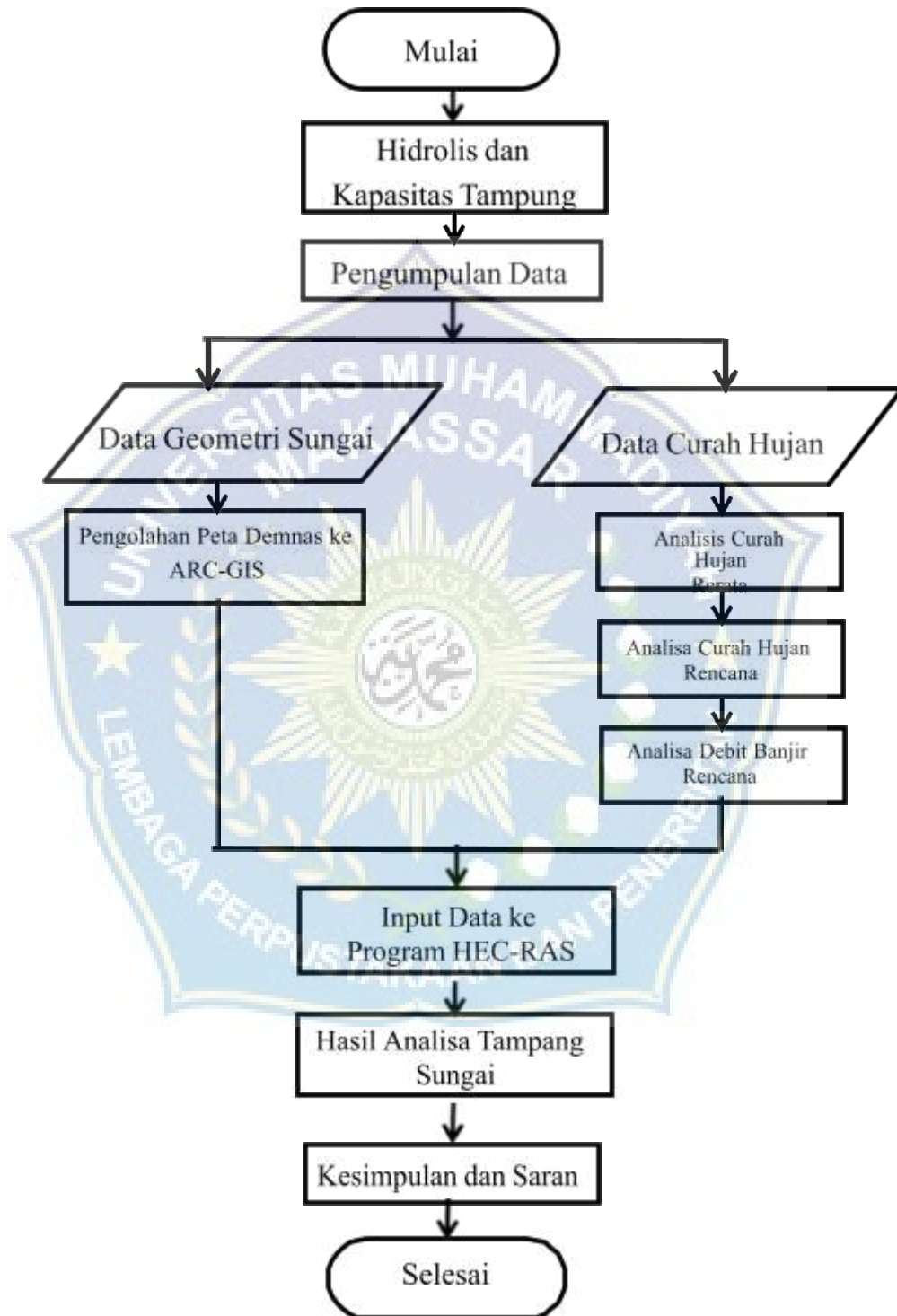
Pilih Steady Flow Analysis pada menu Run. Lalu klik Compute.



Gambar 20. Tampilan Project Steady Flow Analysis Untuk melihat hasil steady flow analysis, klik menu view



F. Diagram Alur Penelitian



Gambar 21. Diagram Alur Penelitian

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Analisis Data Hidrologi

1. Kalkulasi Data Curah Hujan

Data BMKG dari Stasiun Kindang, Stasiun Parukku, dan Stasiun Padang Loang digunakan untuk mengumpulkan data curah hujan harian. Dengan data hujan harian, rekapitulasi hujan harian maksimum, dan statistik curah hujan harian untuk setiap bulan dan tahun diperoleh.

Tabel 1. Curah Hujan Maks. Sta. Kindang, Padang Loang dan parukku

No	Tahun	Tanggal Kejadian	Nama Stasiun			Rata-rata Thiessen	Max
			KINDDANG	PADANG LOANG	PARUKKU U		
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
1	2003	11-May	0	15	0	8,08	54,09
		27-Apr	0	100	1	54,09	
		02-Dec	0	0	125	26,93	
2	2004	09-Feb	0	0	17	3,66	66,80
		09-Jun	0	103	34	62,82	
		08-Jun	0	92	80	66,80	
3	2005	29-Dec	0	0	0	0,00	67,35
		14-Jul	0	125	0	67,35	
		06-Jul	0	0	96	20,68	
4	2006	25-Mar	0	0	0	0,00	90,72
		20-Jun	0	130	20	74,35	
		19-Jun	0	100	171	90,72	
5	2007	24-Dec	0	0	0	0,00	57,43
		24-Apr	0	105	4	57,43	
		03-Jun	0	1	115	25,32	
6	2008	02-Jan	0	1	1	0,75	58,51
		10-Jun	0	85	59	58,51	
		30-Apr	0	23	109	35,88	
7	2009	12-Dec	0	0	87	18,75	21,77
		22-Feb	0	40	1	21,77	
		20-Apr	0	0	90	19,39	
8	2010	13-Feb	0	0	9	1,94	58,73
		05-May	0	105	10	58,73	

		06-May	0	60	103	54,52	
--	--	--------	---	----	------------	-------	--

Lanjutan Tabel 1.

No	Tahun	Tanggal Kejadian	Nama Stasiun			Rata-rata Thiessen	Max
			KINDDAND	PADANG LOANG	PARUKK U		
9	2011	27-Dec	0	5	0	3,19	2,69
		12-Jul	0	175	21	114,03	98,81
		01-May	0	50	56	38,41	39,00
10	2012	08-Jan	0	0	6	0,70	1,29
		11-Feb	0	80	45	56,26	52,80
		20-Jun	0	0	65	7,58	14,01
11	2013	01-Jul	125	2	46	37,36	41,71
		19-Mar	0	40	0	25,50	21,55
		17-Mar	0	10	86	16,41	23,92
12	2014	24-May	94	45	6	52,49	48,64
		24-May	94	45	6	52,49	48,64
		10-Feb	4	5	265	35,08	60,78
13	2015	07-Jun	204	120	10	127,81	116,94
		06-Jun	105	170	245	162,77	170,19
		06-Jun	105	170	245	162,77	170,19
14	2016	03-Apr	90	4	6	25,37	25,57
		15-Apr	52	70	32	61,14	57,39
		10-Mar	27	0	170	26,46	43,27
15	2017	16-Jun	137	13	20	44,29	44,98
		28-May	23	145	36	102,30	91,53
		14-Feb	3	19	70	21,02	26,06
16	2018	03-Jul	150	39	15	63,48	61,11
		03-Jul	150	39	15	63,48	61,11
		04-Jul	30	3	130	24,45	37,00
		21-Jun	87	0	4	21,85	22,24
17	2019	29-May	0	75	10	48,99	42,56
		27-Apr	49	18	120	37,51	47,60
		09-Oct	109	10	3	33,51	32,82
18	2020	15-May	70	130	0	100,09	87,24
		12-May	9	2	45	8,74	12,99
		06-Jan	201	5	0	52,59	52,09
19	2021	06-May	140	109	0	103,91	93,13
		05-Jan	5	0	31	4,84	7,91
		22-Mar	115	0	3	28,61	
20	2022	01-Jul	20	108	25	76,69	28,91
		22-Jun	82	70	25	67,70	

2. Perhitungan Dispersi

Dalam menentukan tipe distribusi frekuensi curah hujan yang akan digunakan mengolah data curah hujan rencana, hendaklah melalui hitungan dispersi. Dengan menghitung standar deviasi, koefisien variasi, koefisien skewness, dan koefisien kurtosis.

Tabel 2. Hasil Perhitungan Harga Rata-rata

Tahun	xi	xi - x	(xi - x) ²	(xi-x) ³	(xi-x) ⁴
2001	54,092	-16,216	262,953	-4263,991	69144,085
2002	66,804	-3,504	12,278	-43,021	150,746
2003	67,346	-2,962	8,774	-25,988	76,978
2004	90,722	20,414	416,723	8506,890	173657,842
2005	57,433	57,433	3298,511	189442,289	10880175,765
2006	58,508	-11,800	139,245	-1643,115	19389,077
2007	21,766	-48,542	2356,324	-114380,636	5552262,740
2008	58,725	-11,583	134,160	-1553,944	17998,948
2009	98,809	28,501	812,322	23152,196	659866,760
2010	52,798	-17,511	306,621	-5369,120	94016,516
2011	41,709	-28,599	817,895	-23390,867	668952,207
2012	60,776	-9,532	90,864	-866,135	8256,215
2013	170,186	99,877	9975,483	996324,749	99510266,934
2014	57,388	-12,920	166,920	-2156,560	27862,206
2015	91,531	21,223	450,404	9558,812	202864,116
2016	61,108	-9,200	84,637	-778,650	7163,468
2017	47,596	-22,712	515,827	-11715,389	266078,001
2018	87,243	16,935	286,800	4856,999	82254,072
2019	93,133	22,824	520,952	11890,388	271390,548
2020	68,489	-1,819	3,309	-6,020	10,952
Jumlah	1406,16		20661,00	1077538,88	
rata-rata	70,308	3,515	1033,050	53876,944	5925591,909

Rata-rata (x)

$$x = \frac{\sum(xi)}{n}$$

i

70,308

1. Standar Deviasi (S)

6

2. Koefisien Keseragaman Sampel (Cv)

3. Koefisien Skewness (Cs)

7

4. Koefisien Kurtosis (Ck)

0,689

Metode distribusi yang akan digunakan berdasarkan hasil hitungan adalah sebagai berikut :

Tabel 3. Metode Ditribusi Yang Akan Digunakan

No	Distribusi	Persyaratan	Hasil Hitungan	keterangan
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
1	Normal	Cs = 0	1,757	tidak diterima
		Ck = 3	0,689	
2	Log Normal	Cs = Cv ³ +3Cv	1,555	tidak diterima
		Ck = Cv ⁸ + 6Cv ⁶ + 15Cv ⁴ + 16Cv ² + 3	7,583	
3	Gumbel	Cs = 1,14	0,689	tidak diterima
		Ck = 5,4	1,757	
4	log pearson III	Selain dari nilai diatas/flexibel		Diterima

Dari tabel yang tertera di atas, maka metode yang memenuhi syarat adalah Log Pearson III sebagai perhitungan curah hujan rencana.

3. Analisis Curah Hujan Rencana

Adapun rumus pada perhitungan dalam menentukan curah hujan rencana dijabarkan Bab II (hal.24-25). Penentuan periode ulang yaitu 5 tahun, 10 tahun, 25 tahun, 50 tahun, 100 tahun, dan 200 tahun. Di bawah adalah tabel hasil perhitungan distribusi Log Pearson III.

Tabel 4. Hasil hitungan Curah Hujan Rencana Metode Log Pearson III

No	Xi	Log Xi	(log Xi-log X)	(log Xi-log X) ²	(log Xi-log X) ³
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
1	170,186	2,231	0,490	0,2402	0,117700555
2	98,809	1,995	0,254	0,0645	0,016376901
3	93,133	1,969	0,228	0,0521	0,011891464
4	91,531	1,962	0,221	0,0487	0,010752427
5	90,722	1,958	0,217	0,0470	0,010198764
6	87,243	1,941	0,200	0,0400	0,007985772
7	68,489	1,836	0,095	0,0090	0,000851163
8	67,346	1,828	0,087	0,0076	0,000669045
9	66,804	1,825	0,084	0,0070	0,000591708
10	61,108	1,786	0,045	0,0020	0,000092650
11	60,776	1,784	0,043	0,0018	0,000078848
12	58,725	1,769	0,028	0,0008	0,000021894
13	58,508	1,767	0,026	0,0007	0,000018325
14	57,388	1,759	0,018	0,0003	0,000005806
15	57,433	1,759	0,018	0,0003	0,000006136
16	54,092	1,733	-0,008	0,0001	-0,000000459
17	25,000	1,398	-0,343	0,1176	-0,040322259
18	20,000	1,301	-0,440	0,1934	-0,085080179
19	15,000	1,176	-0,565	0,3190	-0,180132294
20	11,000	1,041	-0,699	0,4892	-0,342204586
Σ	1313,29 5	34,817	0,0000	1,6414	-0,4705

Dari tabel diatas diketahui :

Rata-rata (log x) = 1.741

Jumlah Data (n) = 20

Standar deviasi (Sx) = 0.294

Koefisien Skewness (Cs) = -1.084

Perhitungan curah hujan rencana untuk periode ulang t (Log Xt)

Untuk t = 5 tahun

Diketahui :

$$\text{Log Xt} = \text{Log X} + (\text{Sx} \cdot G)$$

$$\text{Log } X_t = 1.741 + (0,294 \times 0.747)$$

$$\text{Log } X_t = 1.960$$

Untuk perhitungan curah hujan rencana periode ulang t (Xt)

Untuk t = 5 tahun

Diketahui :

$$X_t = \text{anti Log } X_t$$

$$X_t =$$

$$X_t = 91,30 \text{ mm}$$

Untuk t selanjutnya dilihat pada tabel 4.5

Tabel 5. Curah Hujan Rencana Maks. Metode Log Pearson III

NO	Periode ulang	G	log X	(Sx . G)	Log Xt	Xt (mm)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
1	5	0,747	1,741	0,220	1,960	91,296
2	10	1,341	1,741	0,394	2,135	136,444
3	25	2,012	1,741	0,591	2,332	214,908
4	50	2,578	1,741	0,758	2,499	315,187
5	100	3,076	1,741	0,904	2,645	441,628
6	200	3,561	1,741	1,047	2,787	613,023

4. Distribusi Curah Hujan Efektif Jam-Jaman

Metode mononobe digunakan untuk menentukan distribusi per jam. Hasil berikut berasal dari penerapan rumus mononobe:

I = bagi wilayah Indonesia menggunakan 5 jam, maka 24 diubah ke 5 jam

Untuk T = 1 jam

I =

I = 0.100

Setelah itu kita hitung nilai $R_t = (t.R_t - \{(t-1) \times (R_{t-1})\}$

Untuk t = 1 jam

$R_t = (1 \times 0.100) - \{(1-0) \times (0)\}$ $R_t = 0.585$

Nilai yang didapatkan kemudian dikonversi ke persentasi dan hasil perhitungan adalah sebagai berikut:

Tabel 6. Nilai Distribusi Jam-Jaman Metode Mononobe

No	Jam ke	Rata-rata Hujan (Rt) Dari 01 sampai jam ke-t		Nisbah Hujan Jam-jaman $RT = t \cdot Rt - (t-1) \cdot (R1-1)$		Persentase (%)
(1)	(2)	(3)		(4)		(5)
1	0 - 1	0,585	R24	0,585	R24	58,480
2	1 - 2	0,368	R24	0,152	R24	15,200
3	2 - 3	0,281	R24	0,107	R24	10,663
4	3 - 4	0,232	R24	0,085	R24	8,489
5	4 - 5	0,200	R24	0,072	R24	7,168

Tabel 7. Distribusi Curah Hujan efektif Jam-Jaman

Waktu (Jam)	Ratio (%)	Curah Hujan Rencana (mm)					
		5 tahun	10 tahun	25 tahun	50 tahun	100 tahun	200 tahun
1	58,480	48,051	71,814	113,111	165,890	232,439	322,648
2	15,200	12,490	18,666	29,400	43,118	60,416	83,863
3	10,663	8,761	13,094	20,623	30,247	42,380	58,828
4	8,489	6,975	10,424	16,418	24,079	33,739	46,833
5	7,168	5,890	8,803	13,865	20,334	28,491	39,549
Hujan Efektif		82,167	122,800	193,417	283,669	397,465	551,721
Koefisien Pengaliran		0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
Probabilitas Hujan Maksimum		91,296	136,444	214,908	315,187	441,628	613,023

B. Analisis Banjir Rencana Metode HSS Nakayasu

Diketahui data-data berikut:

Luas DAS (A) = 202.35 km²

Panjang Sungai (L) = 25,15 Km

$R_0 = 1\text{mm}$ $C = 1.00$

Untuk perhitungannya dilakukan dengan cara : Untuk $L > 15$ Km

1. Waktu antara hujan sampai debit puncak banjir T_g ($L > 15$ km)

$$T_g = 0.4 + (0.058 \times L)$$

$$T_g = 0.4 + (0.058 \times 25,150)$$

$$T_g = 1,859 \text{ jam}$$

2. Waktu hujan (T_r)

$$T_r = 0.5 \times T_g$$

$$T_r = 0.5 \times 1,859$$

$$T_r = 0.929 \text{ jam}$$

3. Waktu mencapai puncak (T_p)

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

$$T_p = 1,859 + (0.8 \times 0.929)$$

$$T_p = 2,602 \text{ jam}$$

$$\bullet T_{0.3} = a \times T_g = 2 \times 1,859 = 3,717 \text{ jam}$$

$$\bullet T_p + T_{0.3} = 2.602 + 3.717 = 6.320 \text{ jam}$$

$$\bullet 1.5 T_{0.3} = 1.5 \times 3.717 = 5.576 \text{ jam}$$

$$\bullet T_p + 1.5 T_{0.3} = 2.602 + 5.576 = 8.178 \text{ jam}$$

$$\bullet T_p + T_{0.3} + 1.5 T_{0.3} = 2.602 + 3.717 + 5.576 = 11,896 \text{ jam}$$

$$\bullet 0.5 T_{0.3} = 0.5 \times 3.717 = 1.859 \text{ jam}$$

$$\bullet 2 T_{0.3} = 2 \times 3.717 = 7.435 \text{ jam}$$

4. Debit Puncak (Q_p)

$$Q_p = \frac{C \times R_o \times A}{3.6(0.3 \times T_p + T_{0.3})}$$

$$Q_p = \frac{0.9 \times 1 \times 202.35}{3.6(0.3 \times 6.320 + 3.717)}$$

$$Q_p = \frac{182.115}{20.208}$$

$$Q_p = 9.012 \frac{m^3}{dtk}$$

5. Persamaan Hidrograf Satuan

a. Persamaan waktu naik :

$$Q_t = Q_p \times \left(\frac{t}{T_p} \right)^{2.4}$$

b. Persamaan waktu naik :

$$Q_t = Q_p \times \left(\frac{t}{T_p} \right)^{2.4}$$

c. Persamaan waktu turun 1 :

$$Q_t = Q_{\max} \times 0.3 \left(\frac{t - T_p}{T_{0.3}} \right)$$

d. Persamaan waktu turun 2 :

$$Q_t = Q_{\max} \times 0.3 \left(\frac{t - T_p + 0.5T_{0.3}}{2T_{0.3}} \right)$$

e. Persamaan waktu turun 3 :

$$Q_t = Q_{\max} \times 0.3 \left(\frac{t - T_p + 1.5T_{0.3}}{2T_{0.3}} \right)$$

Pada tabel di bawah dapat dilihat hasil perhitungannya adalah sebagai berikut :
Tabel 8. Perhitungan Debit HSS Nakayasu

t	Q	Keterangan
(jam)	m³/dtk	
(1)	(2)	(3)
0	0,000	Q Naik
1	0,908	
2	4,792	
2,602	9,012	Q Puncak
3	7,923	Q Turun 1
4	5,731	
5	4,145	
6	2,998	
6,320	2,703	
7	2,334	Q Turun 2
8	1,881	
9	1,516	
10	1,221	
11	0,984	
11,896	0,811	Q Turun 3
12	0,798	
13	0,678	
14	0,577	
15	0,491	
16	0,417	
17	0,355	
18	0,302	

Lanjutan tabel 8.

t	Q	Keterangan
(jam)	m³/dtk	
(1)	(2)	(3)
19	0,257	
20	0,218	

21	0,186
22	0,158
23	0,134
24	0,114



Gambar 22. Grafik Lengkung Debit HSS Nakayasu

Dengan bantuan grafik tersebut di atas, dapat kita lihat bahwa grafik hubungan antara Q dan t perlahan-lahan menurun dari waktu ke waktu setelah mencapai puncak dengan debit $9,012 \text{ m}^3/\text{dtk}$ pada $2,602$ jam.

Tabel 9: Hidrograf Banjir Rancangan Metode Nakayasu Dengan Kala Ulang 5 Tahun

t (Jam)	Qt (m^3/dtk)	Distribusi Hujan Efektif Jam-jaman					Q total (m^3/dtk)
		R1	R2	R3	R4	R5	
0	0,000	48,051	14,418	10,114	8,052	6,799	0,000

1	0,908	43,624	13,089				56,713
2	4,792	230,248	69,085	0,000			299,333
2,602	9,012	433,045	129,934	91,145	0,000		654,124
3	7,923	380,694	114,226	80,127	63,789	0,000	638,837
4	5,731	275,372	82,625	57,959	46,141	38,964	501,061
5	4,145	199,188	59,766	41,924	33,376	28,184	362,438
6	2,998	144,080	43,231	30,325	24,142	20,387	262,166
6,320	2,703	129,902	38,977	27,341	21,766	18,381	236,366
7	2,334	112,163	33,654	23,608	18,794	15,871	204,090
8	1,881	90,381	27,119	19,023	15,144	12,789	164,456
9	1,516	72,829	21,852	15,329	12,203	10,305	132,519
10	1,221	58,686	17,609	12,352	9,833	8,304	106,784
11	0,984	47,289	14,189	9,953	7,924	6,691	86,047
11,896	0,811	38,972	11,693	8,203	6,530	5,514	70,913
12	0,798	38,321	11,498	8,066	6,421	5,422	69,728
13	0,678	32,592	9,779	6,860	5,461	4,612	59,304
14	0,577	27,719	8,317	5,834	4,645	3,922	50,437
15	0,491	23,575	7,074	4,962	3,950	3,336	42,897
16	0,417	20,050	6,016	4,220	3,360	2,837	36,483
17	0,355	17,053	5,117	3,589	2,857	2,413	31,029
18	0,302	14,503	4,352	3,053	2,430	2,052	26,390
19	0,257	12,335	3,701	2,596	2,067	1,745	22,444
20	0,218	10,491	3,148	2,208	1,758	1,484	19,089
21	0,186	8,922	2,677	1,878	1,495	1,262	16,235
22	0,158	7,588	2,277	1,597	1,272	1,074	13,808
23	0,134	6,454	1,936	1,358	1,081	0,913	11,743
24	0,114	5,489	1,647	1,155	0,920	0,777	9,988

Tabel 10: Hidrograf Banjir Rancangan Metode Nakayasu Dengan Kala Ulang 10 Tahun

t (Jam)	Qt (m ³ /dtk)	Distribusi Hujan Efektif Jam-jaman					Q total (m ³ /dtk)
		R1	R2	R3	R4	R5	
		56,391	14,657	10,282	8,185	6,912	

0	0,000	0,000					0,000
1	0,908	51,195	0,000				51,195
2	4,792	270,207	70,233	0,000			340,440
2,602	9,012	508,200	132,092	92,659	0,000		732,952
3	7,923	446,765	116,124	81,458	64,849	0,000	709,195
4	5,731	323,163	83,997	58,922	46,908	39,612	552,601
5	4,145	233,757	60,758	42,621	33,930	28,653	399,719
6	2,998	169,086	43,949	30,829	24,543	20,726	289,133
6,320	2,703	152,446	39,624	27,795	22,128	18,686	260,679
7	2,334	131,629	34,213	24,000	19,106	16,134	225,083
8	1,881	106,067	27,569	19,339	15,396	13,001	181,372
9	1,516	85,469	22,215	15,583	12,406	10,476	146,150
10	1,221	68,871	17,901	12,557	9,997	8,442	117,768
11	0,984	55,497	14,425	10,119	8,055	6,802	94,898
11,896	0,811	45,736	11,888	8,339	6,639	5,606	78,207
12	0,798	44,972	11,689	8,200	6,528	5,512	76,901
13	0,678	38,248	9,942	6,974	5,552	4,688	65,404
14	0,577	32,530	8,455	5,931	4,722	3,987	55,625
15	0,491	27,667	7,191	5,044	4,016	3,391	47,309
16	0,417	23,530	6,116	4,290	3,415	2,884	40,236
17	0,355	20,012	5,202	3,649	2,905	2,453	34,221
18	0,302	17,020	4,424	3,103	2,471	2,086	29,104
19	0,257	14,476	3,763	2,639	2,101	1,774	24,753
20	0,218	12,312	3,200	2,245	1,787	1,509	21,052
21	0,186	10,471	2,722	1,909	1,520	1,283	17,905
22	0,158	8,905	2,315	1,624	1,293	1,092	15,228
23	0,134	7,574	1,969	1,381	1,099	0,928	12,951
24	0,114	6,442	1,674	1,174	0,935	0,790	11,015

Tabel 11: Hidrograf Banjir Rancangan Metode Nakayasu Dengan Kala Ulang 25 Tahun

t (Jam)	Qt (m ³ /dtk)	Distribusi Hujan Efektif Jam-jaman					Q total (m ³ /dtk)
		R1	R2	R3	R4	R5	

		71,106	18,482	12,965	10,321	8,716	
0	0,000	0,000					0,000
1	0,908	64,554	0,000				64,554
2	4,792	340,720	88,560	0,000			429,281
2,602	9,012	640,819	166,562	116,840	0,000		924,221
3	7,923	563,351	146,427	102,715	81,771	0,000	894,265
4	5,731	407,495	105,917	74,298	59,148	49,949	696,807
5	4,145	294,758	76,614	53,743	42,785	36,130	504,029
6	2,998	213,210	55,418	38,874	30,948	26,134	364,584
6,320	2,703	192,228	49,964	35,049	27,902	23,562	328,706
7	2,334	165,979	43,141	30,263	24,092	20,345	283,820
8	1,881	133,746	34,763	24,386	19,413	16,394	228,703
9	1,516	107,773	28,012	19,650	15,643	13,210	184,289
10	1,221	86,844	22,573	15,834	12,606	10,645	148,501
11	0,984	69,979	18,189	12,759	10,158	8,578	119,662
11,896	0,811	57,671	14,990	10,515	8,371	7,069	98,616
12	0,798	56,708	14,740	10,339	8,231	6,951	96,969
13	0,678	48,230	12,536	8,794	7,001	5,912	82,471
14	0,577	41,019	10,662	7,479	5,954	5,028	70,141
15	0,491	34,886	9,068	6,361	5,064	4,276	59,655
16	0,417	29,671	7,712	5,410	4,307	3,637	50,736
17	0,355	25,235	6,559	4,601	3,663	3,093	43,151
18	0,302	21,462	5,578	3,913	3,115	2,631	36,699
19	0,257	18,253	4,744	3,328	2,649	2,237	31,213
20	0,218	15,524	4,035	2,831	2,253	1,903	26,546
21	0,186	13,203	3,432	2,407	1,916	1,618	22,577
22	0,158	11,229	2,919	2,047	1,630	1,376	19,202
23	0,134	9,551	2,482	1,741	1,386	1,171	16,331
24	0,114	8,123	2,111	1,481	1,179	0,996	13,890

Tabel 12: Hidrograf Banjir Rancangan Metode Nakayasu Dengan Kala Ulang 50 Tahun

t (Jam)	Qt (m ³ /dtk)	Distribusi Hujan Efektif Jam-jaman					Q total (m ³ /dtk)
		R1	R2	R3	R4	R5	
		83,255	21,640	15,180	12,085	10,205	
0	0,000	0,000					0,000
1	0,908	75,584	0,000				75,584
2	4,792	398,933	103,691	0,000			502,624
2,602	9,012	750,305	195,020	136,802	0,000		1082,126
3	7,923	659,601	171,444	120,264	95,742	0,000	1047,051
4	5,731	477,116	124,013	86,992	69,254	58,482	815,857
5	4,145	345,118	89,703	62,925	50,094	42,303	590,143
6	2,998	249,638	64,886	45,516	36,235	30,599	426,874
6,320	2,703	225,071	58,501	41,037	32,669	27,588	384,866
7	2,334	194,337	50,512	35,433	28,208	23,821	332,311
8	1,881	156,597	40,703	28,552	22,730	19,195	267,777
9	1,516	126,186	32,798	23,007	18,316	15,467	215,775
10	1,221	101,681	26,429	18,539	14,759	12,464	173,872
11	0,984	81,935	21,297	14,939	11,893	10,043	140,107
11,896	0,811	67,524	17,551	12,312	9,801	8,277	115,464
12	0,798	66,396	17,258	12,106	9,638	8,139	113,536
13	0,678	56,470	14,678	10,296	8,197	6,922	96,562
14	0,577	48,027	12,483	8,757	6,971	5,887	82,125
15	0,491	40,847	10,617	7,448	5,929	5,007	69,847
16	0,417	34,740	9,030	6,334	5,043	4,258	59,404
17	0,355	29,546	7,680	5,387	4,289	3,622	50,523
18	0,302	25,129	6,532	4,582	3,647	3,080	42,970
19	0,257	21,372	5,555	3,897	3,102	2,620	36,545
20	0,218	18,177	4,725	3,314	2,638	2,228	31,082
21	0,186	15,459	4,018	2,819	2,244	1,895	26,435
22	0,158	13,148	3,417	2,397	1,908	1,612	22,483
23	0,134	11,182	2,907	2,039	1,623	1,371	19,121
24	0,114	9,510	2,472	1,734	1,380	1,166	16,263

Tabel 13: Hidrograf Banjir Rancangan Metode Nakayasu Dengan Kala Ulang 100 Tahun

t (Jam)	Qt (m ³ /dtk)	Distribusi Hujan Efektif Jam-jaman					Q total (m ³ /dtk)
		R1	R2	R3	R4	R5	
		96,446	25,068	17,585	13,999	11,822	
0	0,000	0,000					0,000
1	0,908	87,560	0,000				87,560
2	4,792	462,142	120,120	0,000			582,263
2,602	9,012	869,187	225,920	158,478	0,000		1253,585
3	7,923	764,112	198,609	139,319	110,91 2	0,000	1212,952
4	5,731	552,713	143,662	100,775	80,227	67,749	945,126
5	4,145	399,800	103,916	72,895	58,032	49,005	683,648
6	2,998	289,192	75,167	52,728	41,977	35,448	494,511
6,320	2,703	260,732	67,770	47,539	37,846	31,959	445,846
7	2,334	225,129	58,516	41,047	32,678	27,595	384,964
8	1,881	181,409	47,152	33,076	26,332	22,236	310,205
9	1,516	146,180	37,995	26,653	21,218	17,918	249,964
10	1,221	117,792	30,617	21,477	17,098	14,438	201,422
11	0,984	94,917	24,671	17,306	13,777	11,634	162,306
11,896	0,811	78,223	20,332	14,262	11,354	9,588	133,759
12	0,798	76,916	19,992	14,024	11,165	9,428	131,525
13	0,678	65,417	17,003	11,927	9,495	8,018	111,861
14	0,577	55,637	14,461	10,144	8,076	6,820	95,138
15	0,491	47,319	12,299	8,628	6,868	5,800	80,914
16	0,417	40,244	10,460	7,338	5,842	4,933	68,817
17	0,355	34,228	8,896	6,241	4,968	4,195	58,528
18	0,302	29,110	7,566	5,308	4,225	3,568	49,778
19	0,257	24,758	6,435	4,514	3,594	3,035	42,336
20	0,218	21,057	5,473	3,839	3,056	2,581	36,006
21	0,186	17,909	4,655	3,265	2,599	2,195	30,623
22	0,158	15,231	3,959	2,777	2,211	1,867	26,045

23	0,134	12,954	3,367	2,362	1,880	1,588	22,151
24	0,114	11,017	2,864	2,009	1,599	1,350	18,839

Tabel 14: Hidrograf Banjir Rancangan Metode Nakayasu Dengan Kala Ulang 200 Tahun

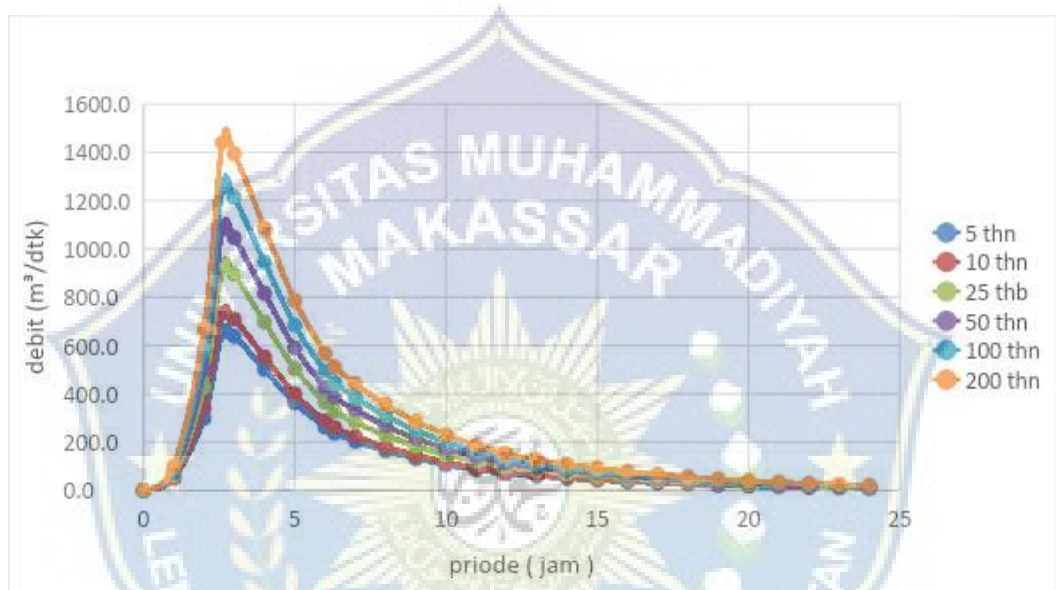
t (Jam)	Qt (m ³ /dtk)	Distribusi Hujan Efektif Jam-jaman					Q total (m ³ /dtk)
		R1	R2	R3	R4	R5	
		110,832	28,808	20,208	16,087	13,585	
0	0,000	0,000					0,000
1	0,908	100,620	0,000				100,620
2	4,792	531,073	138,037	0,000			669,110
2,602	9,012	998,831	259,617	182,115	0,000		1440,564
3	7,923	878,084	228,232	160,100	127,45 5	0,000	1393,871
4	5,731	635,154	165,090	115,807	92,193	77,854	1086,097
5	4,145	459,432	119,416	83,768	66,687	56,315	785,618
6	2,998	332,326	86,379	60,593	48,238	40,735	568,270
6,320	2,703	299,622	77,878	54,630	43,491	36,726	512,347
7	2,334	258,708	67,244	47,170	37,552	31,711	442,384
8	1,881	208,467	54,185	38,010	30,259	25,553	356,474
9	1,516	167,983	43,662	30,628	24,383	20,591	287,248
10	1,221	135,362	35,183	24,680	19,648	16,592	231,465
11	0,984	109,075	28,351	19,887	15,832	13,370	186,515
11,896	0,811	89,890	23,364	16,390	13,048	11,018	153,710
12	0,798	88,389	22,974	16,116	12,830	10,834	151,143
13	0,678	75,174	19,539	13,706	10,912	9,214	128,546
14	0,577	63,935	16,618	11,657	9,280	7,837	109,328
15	0,491	54,377	14,134	9,914	7,893	6,665	92,983
16	0,417	46,247	12,021	8,432	6,713	5,669	79,081
17	0,355	39,333	10,223	7,171	5,709	4,821	67,258
18	0,302	33,452	8,695	6,099	4,856	4,100	57,203
19	0,257	28,451	7,395	5,187	4,130	3,487	48,651
20	0,218	24,197	6,289	4,412	3,512	2,966	41,377
21	0,186	20,580	5,349	3,752	2,987	2,523	35,191

22	0,158	17,503	4,549	3,191	2,541	2,145	29,930
23	0,134	14,886	3,869	2,714	2,161	1,825	25,455
24	0,114	12,661	3,291	2,308	1,838	1,552	21,649

Tabel 15. Rekap Perhitungan Kala Ulang HSS Nakayasu

t (jam)	Q total					
	5 tahun	10 tahun	25 tahun	50 tahun	100 tahun	200 tahun
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1	56,713	51,195	64,554	75,584	87,560	100,620
2	299,333	340,440	429,281	502,624	582,263	669,110
2,602	654,124	732,952	924,221	1082,126	1253,585	1440,564
3	638,837	709,195	894,265	1047,051	1212,952	1393,871
4	501,061	552,601	696,807	815,857	945,126	1086,097
5	362,438	399,719	504,029	590,143	683,648	785,618
6	262,166	289,133	364,584	426,874	494,511	568,270
6,320	236,366	260,679	328,706	384,866	445,846	512,347
7	204,090	225,083	283,820	332,311	384,964	442,384
8	164,456	181,372	228,703	267,777	310,205	356,474
9	132,519	146,150	184,289	215,775	249,964	287,248
10	106,784	117,768	148,501	173,872	201,422	231,465
11	86,047	94,898	119,662	140,107	162,306	186,515
11,896	70,913	78,207	98,616	115,464	133,759	153,710
12	69,728	76,901	96,969	113,536	131,525	151,143
13	59,304	65,404	82,471	96,562	111,861	128,546
14	50,437	55,625	70,141	82,125	95,138	109,328
15	42,897	47,309	59,655	69,847	80,914	92,983
16	36,483	40,236	50,736	59,404	68,817	79,081
17	31,029	34,221	43,151	50,523	58,528	67,258

18	26,390	29,104	36,699	42,970	49,778	57,203
19	22,444	24,753	31,213	36,545	42,336	48,651
20	19,089	21,052	26,546	31,082	36,006	41,377
21	16,235	17,905	22,577	26,435	30,623	35,191
22	13,808	15,228	19,202	22,483	26,045	29,930
23	11,743	12,951	16,331	19,121	22,151	25,455
24	9,988	11,015	13,890	16,263	18,839	21,649

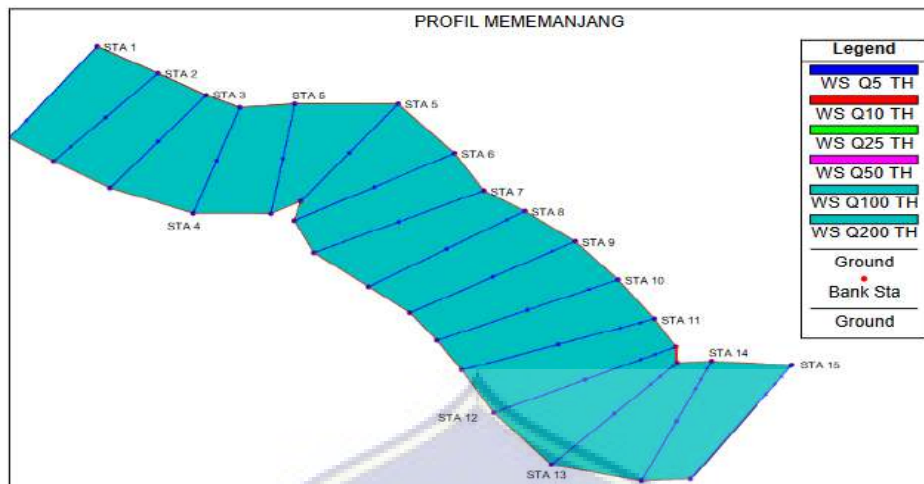


Gambar 23. Hidrograf Banjir Rencana Metode Nakayasu.

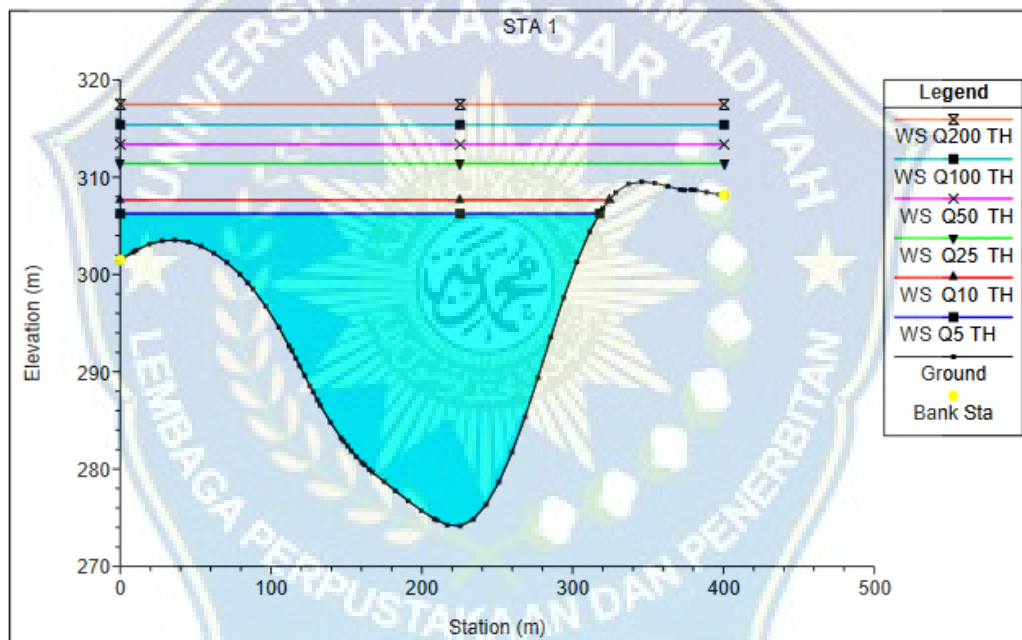
Dari gambar diatas dapat dilihat grafik hubungan antara waktu dan debit air puncak untuk Q5 yaitu 654.124 m³/dtk, untuk Q10 yaitu 732.952 m³/dtk, untuk Q25 yaitu 924.221 m³/dtk, untuk Q50 yaitu 1082.126 m³/dtk, untuk Q100 yaitu 1253.585 m³/dtk, untuk Q200 yaitu 1440.564 m³/dtk yang terjadi selama waktu 2.602 jam. Setelah mencapai debit puncak debit air pun perlahan menurun seiring berjalannya waktu.

C. Analisis Kapasitas Tampang Sungai Menggunakan HEC-RAS

Berikut adalah hasil kapasitas pengaliran di tiap penampang alur Sungai Balantieng untuk tiap kala periode ulang.

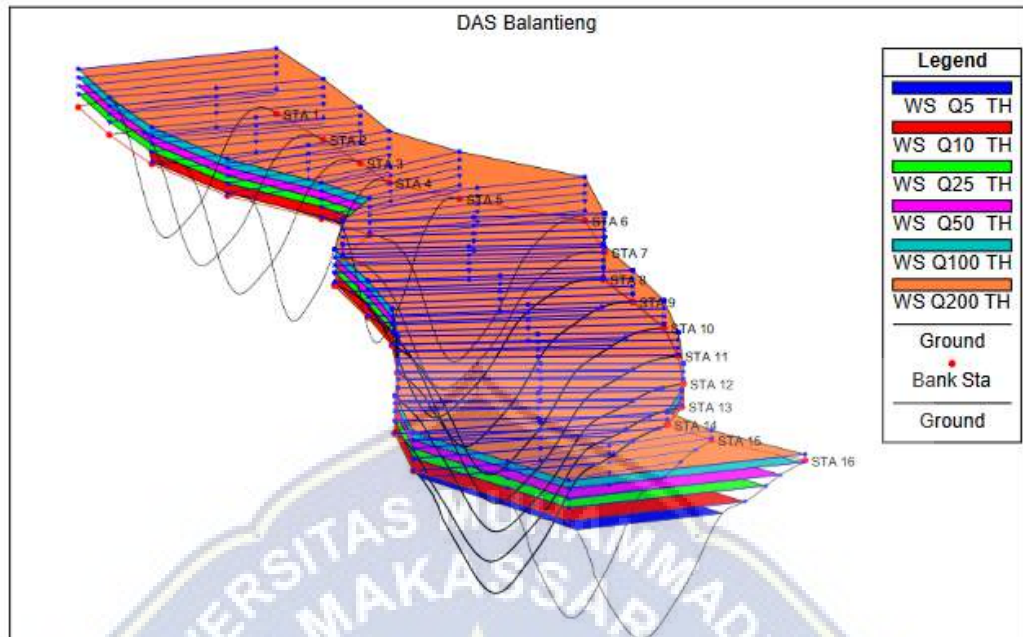


Gambar 24. Profil memanjang sungai



Gambar 25. Profil Melintang Sungai.

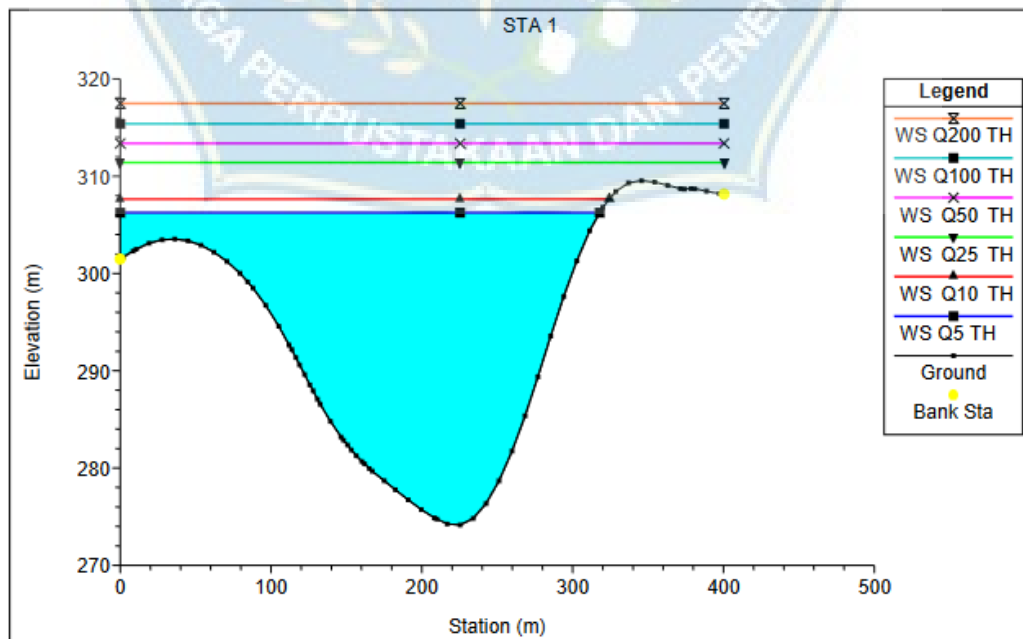
Dari gambar profil melintang sungai luapan tidak akan terjadi karena elevasi tebing dapat menampung debit banjir.



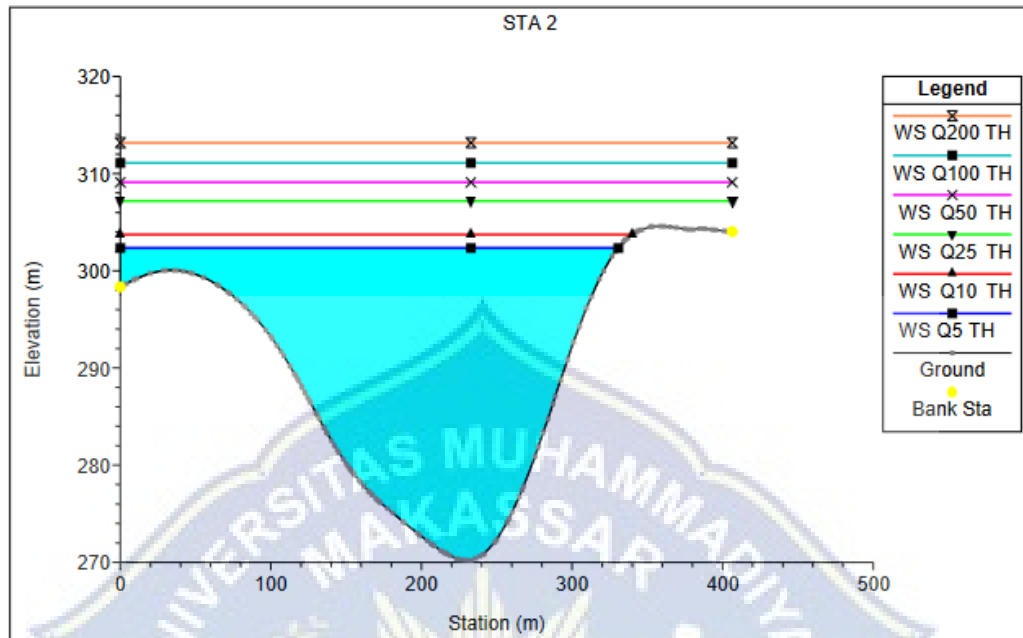
Gambar 26. Profil Plot X, Y, Z Sungai Q25 Tahun

Dari gambar profil plot X,Y,Z banjir akan terjadi pada bagian hilir sungai akibat melebihi kapasitas penampang.

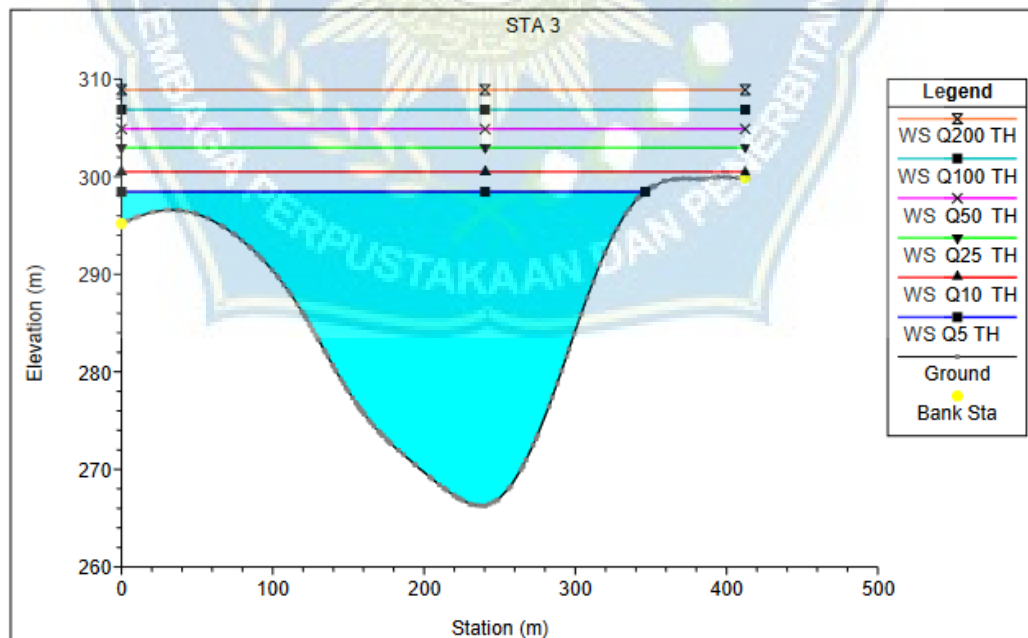
Hasil dari setiap stasiun di sungai yang telah diinput sebelumnya dapat ditabulasikan setelah HEC-RAS dijalankan, dan hasilnya dapat dilihat pada menu cross section. Pada gambar di bawah ini, hasilnya ditampilkan:



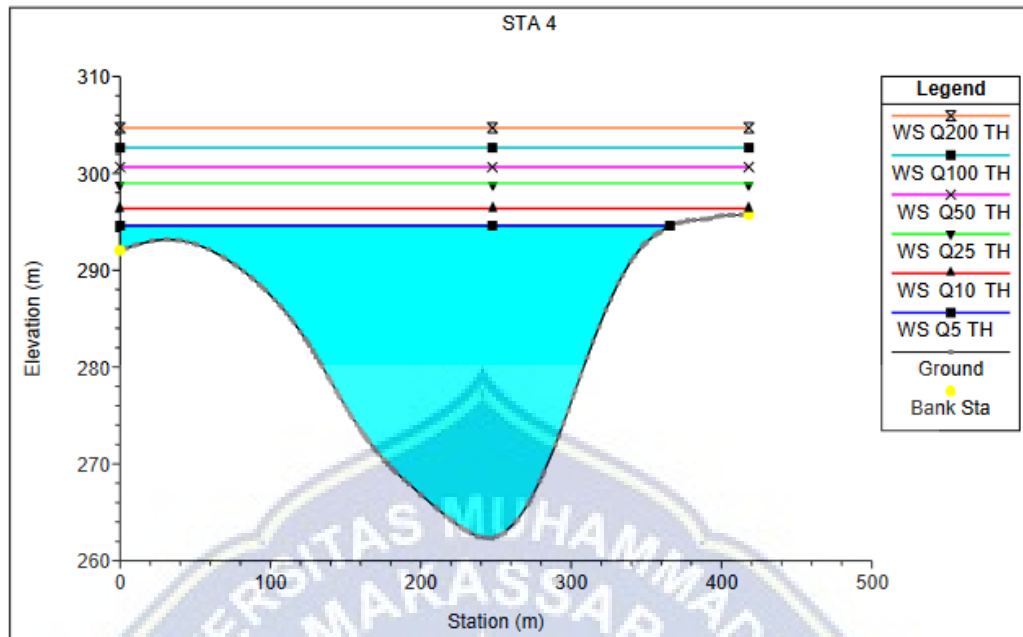
Pada gambar STA 1 di atas dapat kita lihat bahwa debit banjir terjadi pada Q5 dengan ketinggian 303 m.



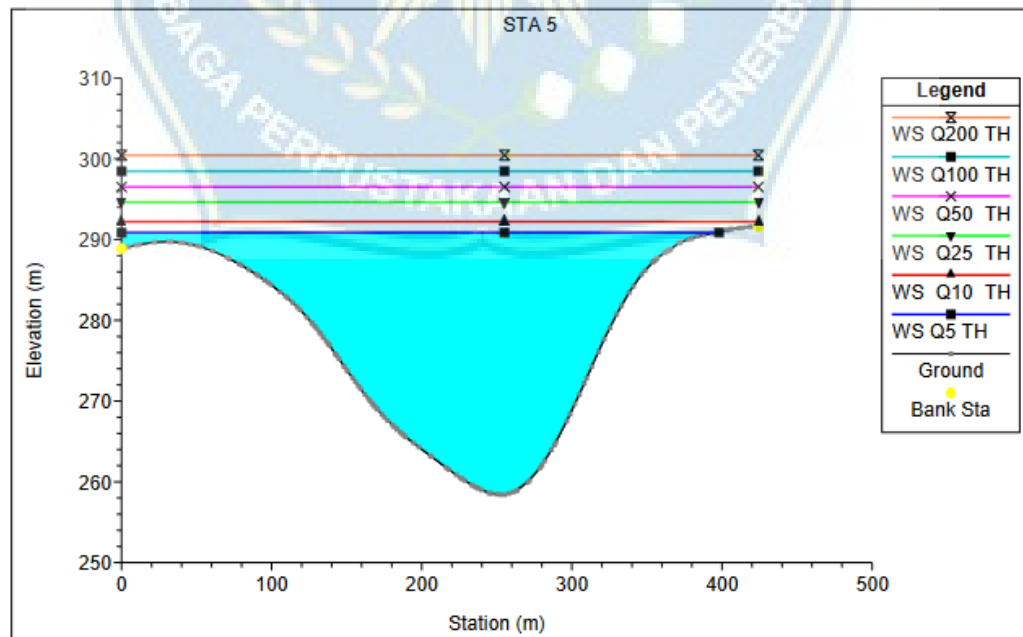
Pada gambar STA 2 di atas dapat kita lihat bahwa debit banjir terjadi pada Q5 dengan ketinggian 302 m.



Pada gambar STA 3 di atas dapat kita lihat bahwa debit banjir terjadi pada Q5 dengan ketinggian 299 m.

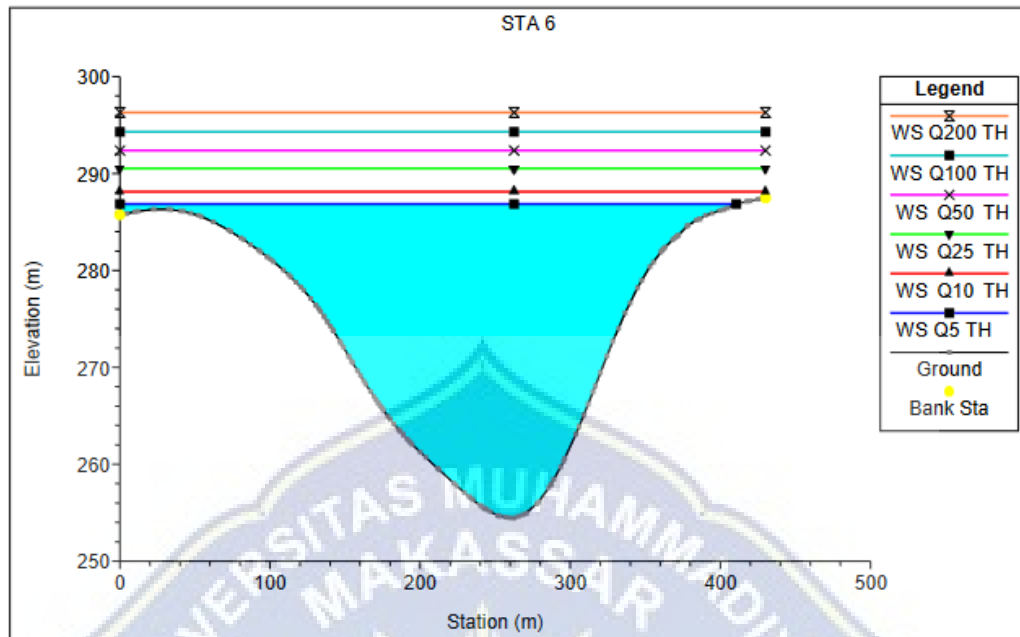


Pada gambar STA 4 di atas dapat kita lihat bahwa debit banjir terjadi pada Q5 dengan ketinggian 292 m.

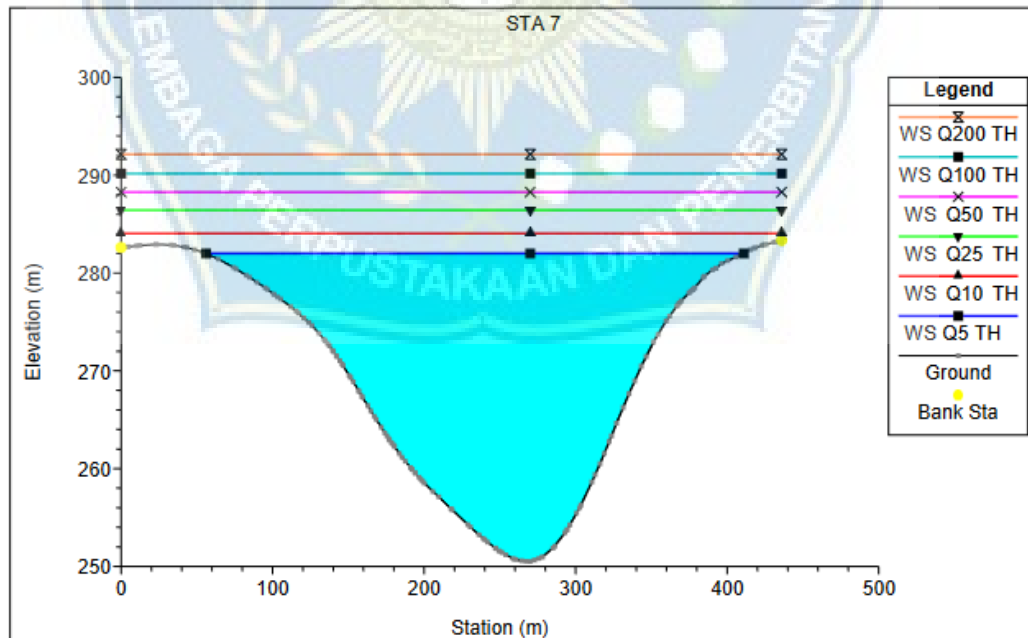


Pada gambar STA 5 di atas dapat kita lihat bahwa debit banjir terjadi pada Q5 dengan

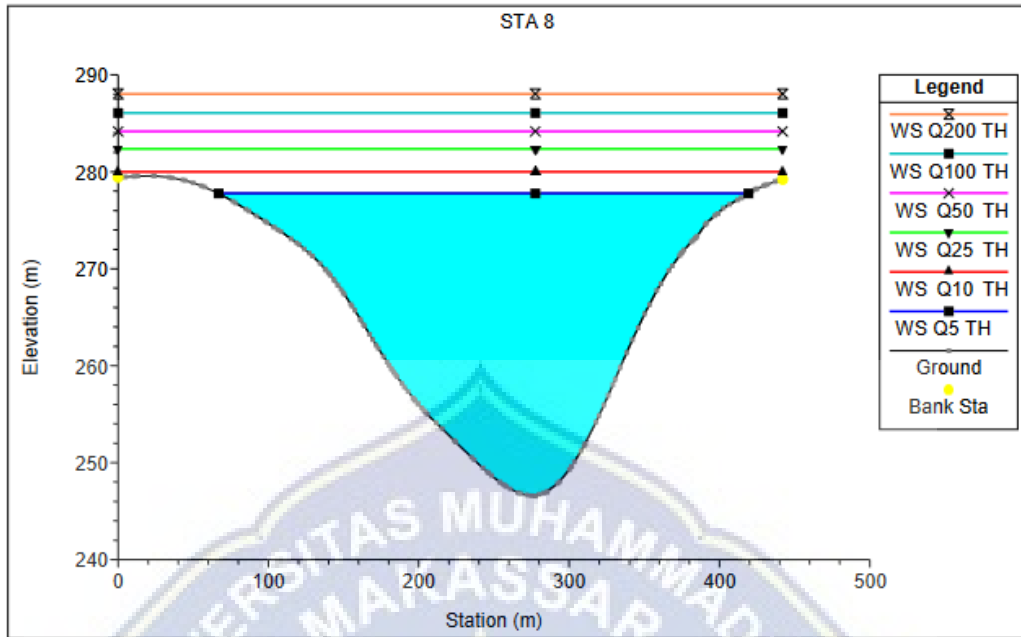
ketinggian 291 m.



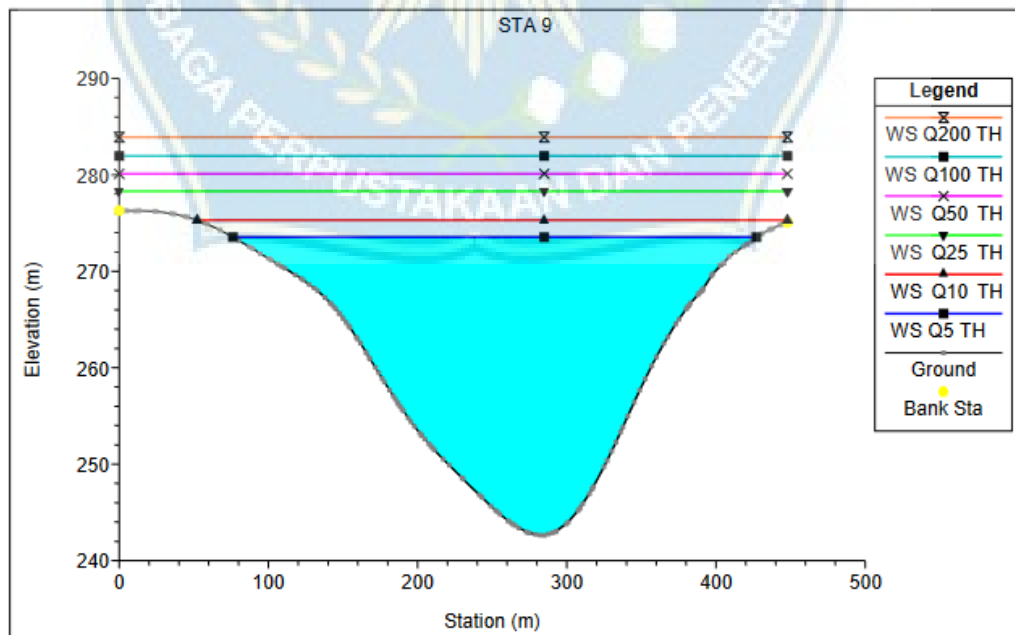
Pada gambar STA 6 di atas dapat kita lihat bahwa debit banjir terjadi pada Q5 dengan ketinggian 288 m.



Pada gambar STA 7 di atas dapat kita lihat bahwa debit banjir terjadi pada Q10 dengan ketinggian 281 m.

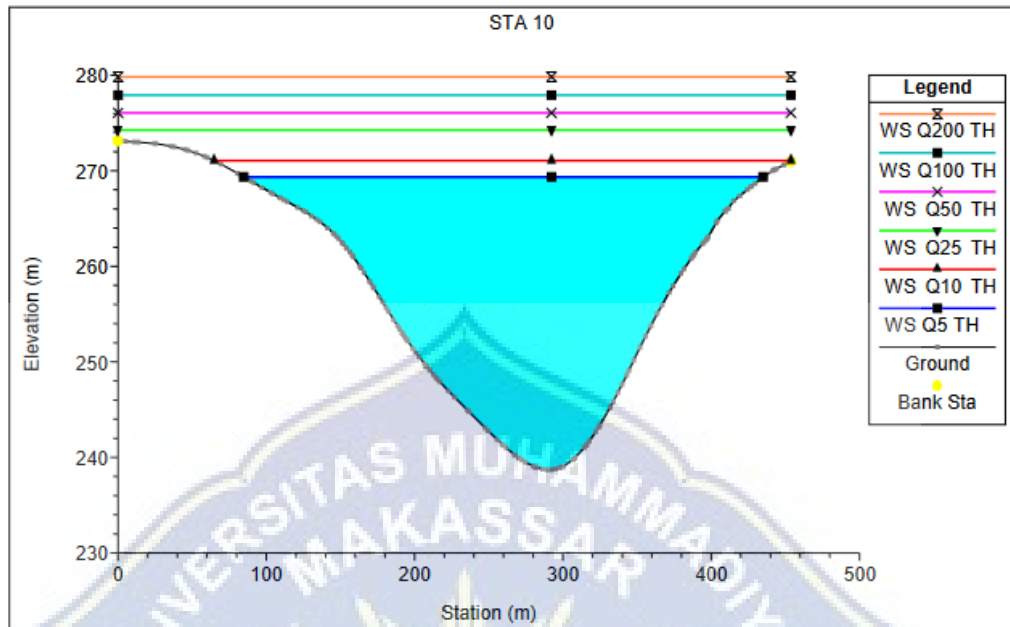


Pada gambar STA 8 di atas dapat kita lihat bahwa debit banjir terjadi pada Q10 dengan ketinggian 278 m.

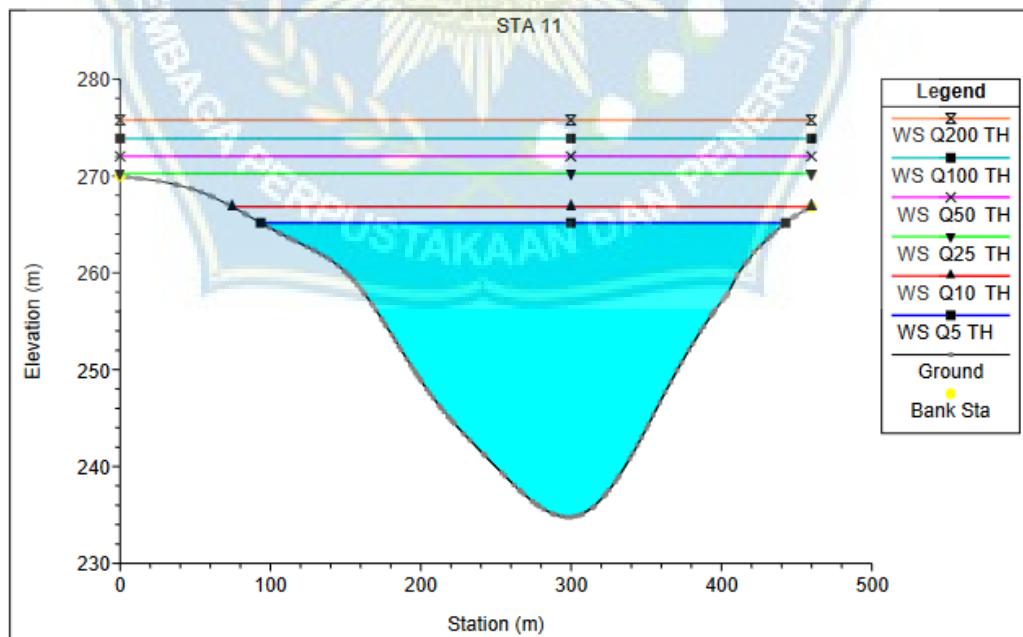


Pada gambar STA 9 di atas dapat kita lihat bahwa debit banjir terjadi pada Q25 dengan

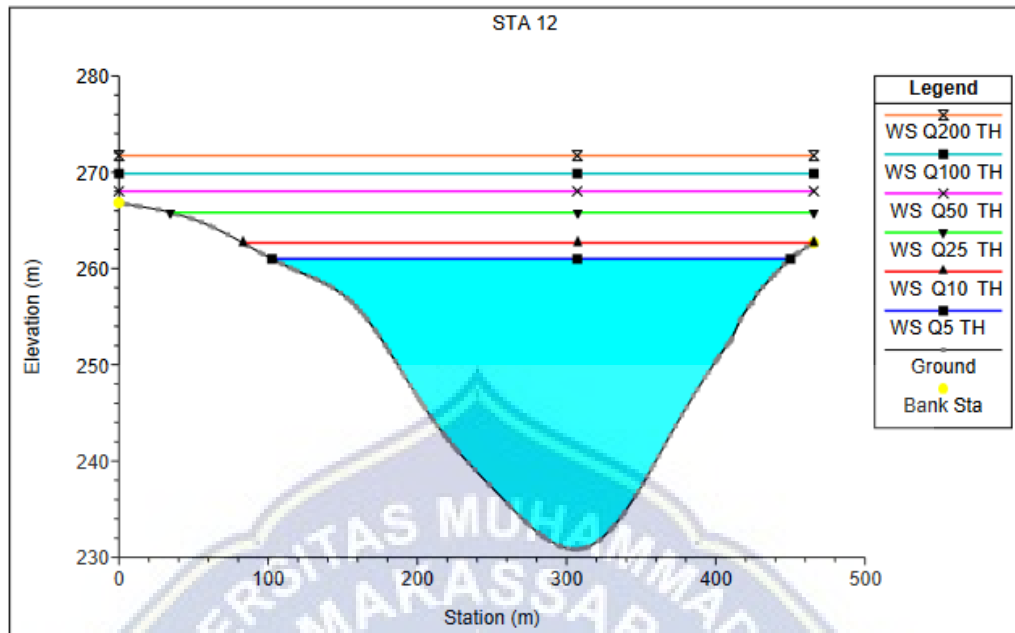
ketinggian 273 m.



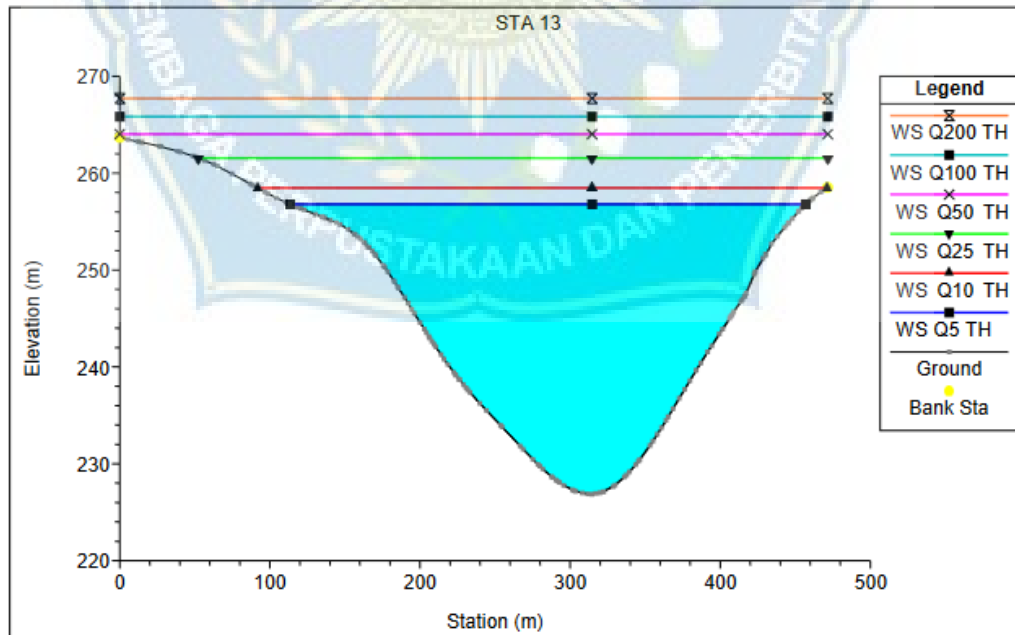
Pada gambar STA 10 di atas dapat kita lihat bahwa debit banjir terjadi pada Q25 dengan ketinggian 269 m.



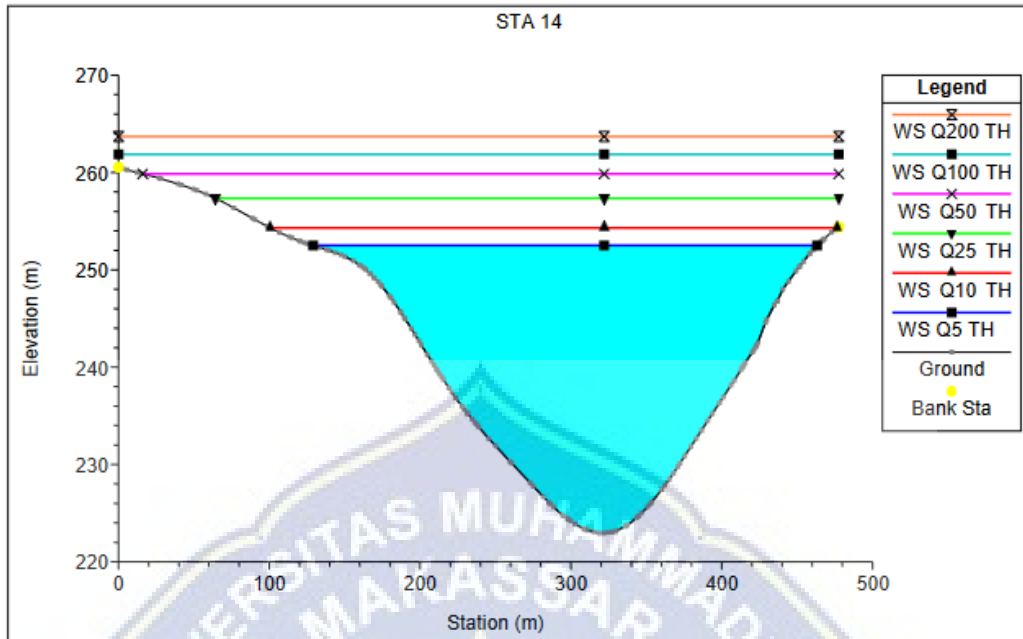
Pada gambar STA 11 di atas dapat kita lihat bahwa debit banjir terjadi pada Q25 dengan ketinggian 263 m.



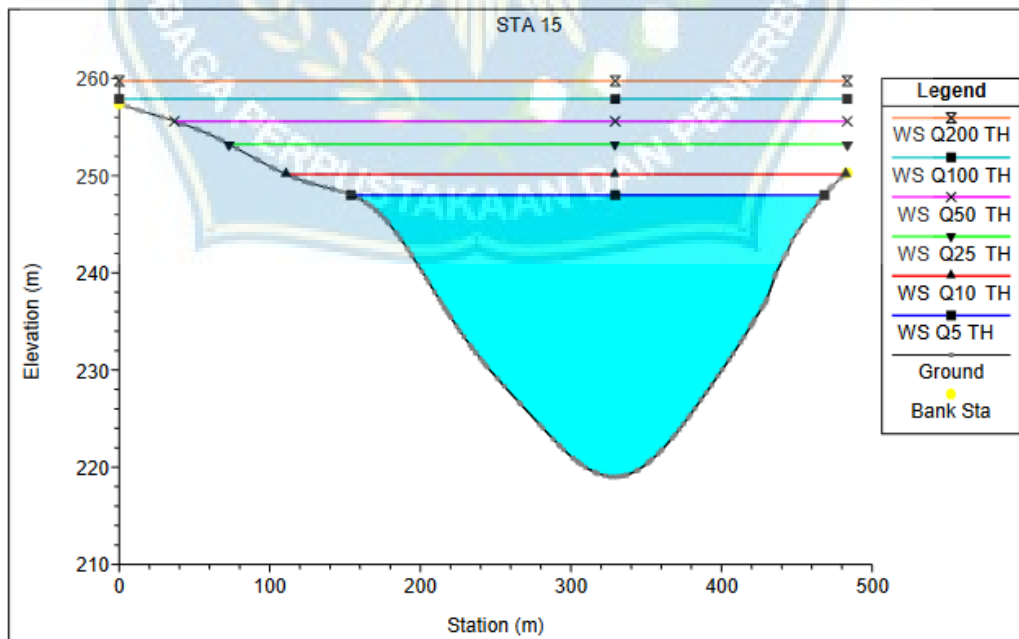
Pada gambar STA 12 di atas dapat kita lihat bahwa debit banjir terjadi pada Q25 dengan ketinggian 260 m.



Pada gambar STA 13 di atas dapat kita lihat bahwa debit banjir terjadi pada Q25 dengan ketinggian 253 m.

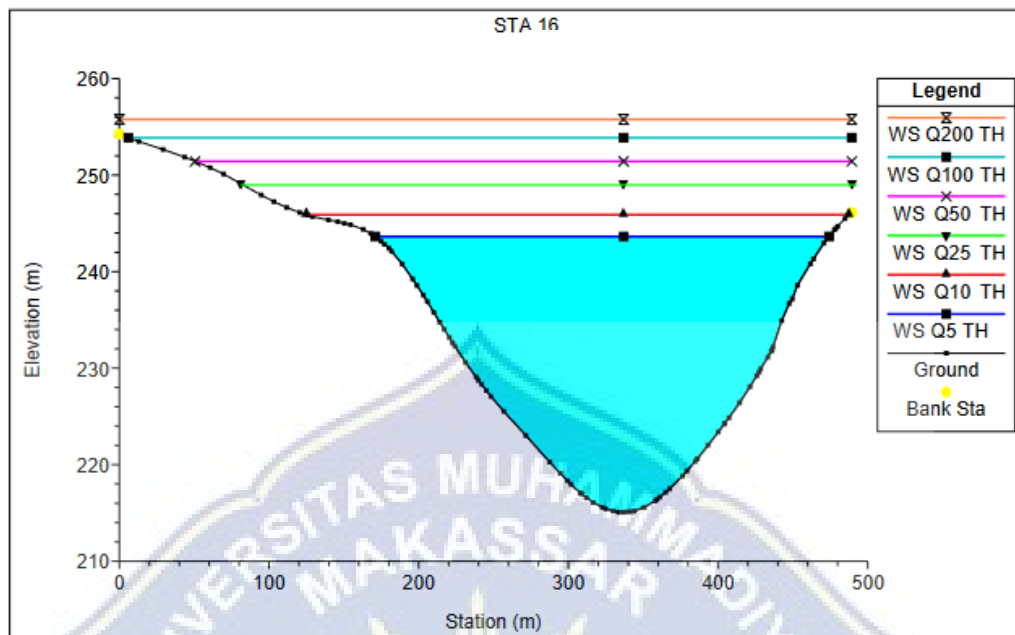


Pada gambar STA 14 di atas dapat kita lihat bahwa debit banjir terjadi pada Q25 dengan ketinggian 251 m.



Pada gambar STA 15 di atas dapat kita lihat bahwa debit banjir terjadi pada Q25 dengan

ketinggian 249 m.



Gambar 27. Penampang Sungai STA 1-16 Beserta Q5 tahun-Q200 tahun

Dari hasil pengamatan pada gambar di atas hasil dimana terjadi luapan di banyak titik pada sungai Balantieng.

D. Pembahasan

Dari hasil pengamatan pada gambar RS=7082,27 sampai RS=60,18 ada beberapa titik pada sungai terjadi luapan banjir yang melebihi tinggi penampang sungai.

Tabel 16. Profil keterangan aman dan meluap

STA	Debit Banjir Kala Ulang Tahun						Keterangan
	5 tahun	10 tahun	25 tahun	50 tahun	100 tahun	200 tahun	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
STA 1	Meluap	Meluap	Meluap	Meluap	Meluap	Meluap	Meluap Di Q5
STA 2	Meluap	Meluap	Meluap	Meluap	Meluap	Meluap	Meluap Di Q5
STA 3	Meluap	Meluap	Meluap	Meluap	Meluap	Meluap	Meluap Di Q5
STA 4	Meluap	Meluap	Meluap	Meluap	Meluap	Meluap	Meluap Di Q5
STA 5	Meluap	Meluap	Meluap	Meluap	Meluap	Meluap	Meluap Di Q5
STA 6	Meluap	Meluap	Meluap	Meluap	Meluap	Meluap	Meluap Di Q5
STA 7	Aman	Meluap	Meluap	Meluap	Meluap	Meluap	Meluap Di Q10

STA 8	Aman	Meluap	Meluap	Meluap	Meluap	Meluap	Meluap Di Q10
STA 9	Aman	Aman	Meluap	Meluap	Meluap	Meluap	Meluap Di Q25
STA 10	Aman	Aman	Meluap	Meluap	Meluap	Meluap	Meluap Di Q25
STA 11	Aman	Aman	Meluap	Meluap	Meluap	Meluap	Meluap Di Q25
STA 12	Aman	Aman	Meluap	Meluap	Meluap	Meluap	Meluap Di Q25
STA 13	Aman	Aman	Meluap	Meluap	Meluap	Meluap	Meluap Di Q25
STA 14	Aman	Aman	Meluap	Meluap	Meluap	Meluap	Meluap Di Q25
STA 15	Aman	Aman	Meluap	Meluap	Meluap	Meluap	Meluap Di Q25
STA 16	Aman	Aman	Meluap	Meluap	Meluap	Meluap	Meluap Di Q25

Pada tabel di atas dapat dilihat bahwa STA 1 sampai STA 6 terjadi banjir pada Q5, sedangkan pada STA 7 dan STA 8 mulai terjadi banjir pada Q10, serta pada STA 9 samapai STA 16 mulai terjadi banjir pada Q 25.



BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

1. Dari hasil analisis hidrologi di Sungai Balantieng dapat ditarik kesimpulan bahwa debit banjir yang didapatkan mengalami peningkatan seiring bertambahnya kala ulang tahun yang digunakan. Debit maksimal di dapatkan pada lamanya waktu 2,602 jam, dan debit banjir tertinggi pada Q200 yaitu $1253.585 \text{ m}^3/\text{dtk}$
2. Dari hasil analisis debit banjir Sungai Balantieng yang di imput ke program HEC-RAS diperoleh suatu hasil bahwa ditemukan luapan banjir pada beberapa tempat melebihi kapasitas tampung sungai yang berada di sepanjang kiri kanan sungai.

5.1 Saran

1. Hasil kajian yang lebih baik akan diperoleh dari kajian hidrologi yang lebih detail dengan mempertimbangkan jumlah stasiun hujan yang digunakan, durasi periode pengamatan, dan data curah hujan terbaru.
2. Penting untuk melakukan penelitian berikut menggunakan perbandingan dengan aplikasi selain Hec-Ras.
3. Agar masyarakat dan pemerintah daerah dapat bekerjasama dalam menjaga dan memelihara infrastruktur yang dibangun, masyarakat perlunya sosialisasi akan dampak yang ditimbulkan dari luapan Sungai Balantieng.
4. Di sepanjang bantaran sungai harus dibangun dinding penahan atau tanggul untuk menahan luapan banjir.



DAFTAR PUSTAKA

- Adelia Agustina. 2022. *Analisis Karakteristik Aliran Sungai pada Sungai Cimadur, Provinsi Banten dengan Menggunakan HEC-RAS*, Universitas Teknorat Indonesia.
- Anriana. 2020. *Kualitas Air Pada Berbagai Penutupan Lahan di Daerah Aliran Sungai Bialo*, Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Asdak Chay. 2007. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*.
- Dani Prasetya. 2022. *Kajian Penanganan Sedimentasi Sungai Banjir Kanal Barat Koa Semarang*, Universitas Brawijaya.
- Deborah Makasaehe. 2020. *Kajian Pemetaan Banjir Dengan HEC-GEORAS studi Kasus Sungai Tondano*, Universitas Samratulangi Manado.

- Detiknews.com. 2021. *Banjir Bulukumba: 600 Rumah Terdampak, 4 Jembatan Putus*. Jabbar Ramdhani: Bulukumba.
- Edy Junaedi.2016. *Kondisi Hidrologi Daerah Aliran Sungai Balangtieng Akibat Perubahan Penggunaan Lahan*,Universitas Muhammadiyah Makassar.
- Fahmudin Agus dan Widiyanto. (2004). *Petunjuk Praktik Konservasi Tanah Pertanian Lahan Kering*. Bogor: *World Agroforestry Centre ICRAF Southeast Asia*
- Feli Suryadi.2022. *Analisis Genangan Banjir Menggunakan Sistem Aplikasi HEC-RAS 6.0.(Studi Kasus Sungai Bijawang)*, Universitas Muhammadiyah Makassar.
- HEC, 2002. *HEC RAS Application Guide*. US Army Corp of Engineer, Davis, California
- HEC, 2002. *HEC RAS Hydroulic Reference Manual*. US Army Corp of Engineer, Davis, California
- Hijriah. 2021. *Analisis Alih Fungsi Lahan Terhadap Perubahan Iklim di Daerah Aliran Sungai Sari Menggunakan Citra Landsat*. Universita Muhammadiyah Mataram.
- Indrawan, Rully dan Yuniawati, Poppy. (2007).*Metodologi Penelitian kuantitatif, dan Campuran untuk Manajemen, dan Pendidikan*. Bandung: Refika Aditama.
- Indriyanti.2019. *Analisis Genangan Banjir Sungai Padangeng Kabupaten Soppeng*, Universitas Muhammadiyah Makassar.
- Lubis, dkk. 1993. *Hidrologi Sungai*. Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta
- Moch Shofwan.2022. *Karakteristik Sub Daerah Aliran Sungai Silo di Kecamatan Dompu*,Universitas PGRI Adi Buana Surabaya Indonesia.
- Muhammad Aswar.2022. *Evaluasi Kinerja Saluran Drainase pada Bate Salapang*, Universitas Muhammadiyah makassar.
- Nahdaliah, 2022. *Kerentanan Bencana Banjir di Kawasan Bersiko banjir (Studi Kasus : Pemukiman Sepanjang Hilir Sungai Bialo di Kabupaten Bulukumba)*, Univrsitas Hasanuddin.
- Nanang Saifu Rizal.2019. *Kalibrasi Parameter Hidrologi Daerah Aliran Sungai Bentuk Radial dengan Aplikasi HEC-HMS*, Universitas Syiah Kuala Aceh.
- Nur Intan Wiswati.2020. *Analisis Perubahan Penutupan Lahan Sebagai Salah Satu Indikator Kualitas Daerah Aliran Sungai Pada Sub DAS Malino*

Jenerang.

- Nurdin.2016. *Analisis Penggunaan Lahan Daerah Aliran Sungai Balangtieng Kabupaten Bulukumba*, STIKES Amanah Makassar.
- Pipit Skriptianata Puta Prarido.2022. *Kajian Penilaian Kinerja Sungai Sente*, Universitas 17 Agustus Semarang.
- Rini Fitri.2020. *Pengaruh Agroforestri Terhadap Kualitas Daerah Aliran Sungai Ciliwung Hulu, Jawa Barat*, Universitas Almuslimin, Bireun, Aceh.
- Rusly Effendi Hartono,2022. *Kajian Efektivitas Galian Normalisasi Terhadap Angkutan Sedimen Pasca Banjir Sungai Masama Kaupaten Luwu Utara*, Universitas Islam Indonesia
- Ryan Sudrajat Putra. 2023. *Analisis Kualitas air dan Perilaku Masyarakat Didaerah aliran sungai (DA) Kali Lilibia Kota Kupang*.
- Soemarto, CD. 1987. *Hidrologi Teknik*. Usaha Nasional.
- Soewarno, 1995. *Hidrologi Pengukuran dan Pengolahan Data Aliran Sungai (Hidrometrik)*. Nova: Bandung.
- Sosrodarsono, S. 1993 . *Hidrologi Untuk Pengairan*. PT. Pradia Paramita: PT. Jakarta
- Surabaya. Soemarto, CD. 1999. *Hidrologi – Pengukuran dan Pengolahan Data Aliran Sungai – Hidrometri*. Nova : Bandung.
- Suripin, 2004. *Sistem Drainase Perkotaan Yang Berkelanjutan*. Andi Offset: Yogyakarta
- Syafruddin mopangga.2019.*Analisis Neraca Air Daerah Aliran Sungai Bolango*, STITEK Bina Taruna Gorontalo.
- Tini Mananoma.2019. *Analisis Debit Banjir dan Tinggi Muka Air Sungai Tembran di Kabupaten Minahasa Utara*, Universitas Sam Ratulangi Mando.
- Triadmodjo, 2008. *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta: Beta Offset Yogyakarta.
- Sosrodarsono, Suryono. (2005). *Perbaikan Dan Pengaturan Sungai*, Pradia Paramita: Jakarta.
- Vania Canisa Basma.201. *Sistem Informasi Aliran Permukaan(Run-off) Maksimum Daerah Aliran Sungai (DAS) Bijawang Kabupaten Bulukumba*, Universitas Hasanuddin.



MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PIMPINAN PUSAT MUHAMMADIYAH
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR
UPT PERPUSTAKAAN DAN PENERBITAN

Alamat kantor: Jl.Sultan Alauddin NO.259 Makassar 90221 Tlp.(0411) 866972,881593, Fax.(0411) 865588

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

SURAT KETERANGAN BEBAS PLAGIAT

**UPT Perpustakaan dan Penerbitan Universitas Muhammadiyah Makassar,
Menerangkan bahwa mahasiswa yang tersebut namanya di bawah ini:**

Nama : A. Rezky Saputra L/Muh. Fadil Akbar S.

Nim : 105811121017/105811103217

Program Studi : Teknik Pengairan

Dengan nilai:

No	Bab	Nilai	Ambang Batas
1	Bab 1	6 %	10 %
2	Bab 2	4 %	25 %
3	Bab 3	0 %	10 %
4	Bab 4	0 %	10 %
5	Bab 5	4 %	5%

Dinyatakan telah lulus cek plagiat yang diadakan oleh UPT- Perpustakaan dan Penerbitan Universitas Muhammadiyah Makassar Menggunakan Aplikasi Turnitin.

Demikian surat keterangan ini diberikan kepada yang bersangkutan untuk dipergunakan seperlunya.

Makassar, 13 Oktober 2023

Mengetahui

Kepala UPT- Perpustakaan dan Penerbitan,


Nursinah, S.Hum., M.I.P

NBM. 964 591

BAB I A. Rezky Saputra L/Muh.
Fadil Akbar
S./105811121017/10581110321

7
by TutupTahap

Submission date: 13-Oct-2023 06:13AM (UTC+0700)

Submission ID: 2193997746

File name: BAB_I_PENDAHULUAN.docx (247.52K)

Word count: 982

Character count: 6903

ORIGINALITY REPORT

6%

SIMILARITY INDEX

8%

INTERNET SOURCES

6%

PUBLICATIONS

9%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1

Submitted to UIN Walisongo

Student Paper

2%

2

Submitted to Universitas Sebelas Maret

Student Paper

2%

3

Submitted to UIN Maulana Malik Ibrahim

Malang
Student Paper

2%

Exclude quotes On

Exclude bibliography On

Exclude matches < 2%



BAB II A. Rezky Saputra L/Muh.
Fadil Akbar
S./105811121017/10581110321

7
by TutupTahap

Submission date: 13-Oct-2023 06:14AM (UTC+0700)

Submission ID: 2193998565

File name: BAB_II_TINJAUAN_iPUSTAKA.docx (273.59K)

Word count: 4941

Character count: 31813

BAB II A. Rezky Saputra L/Muh. Fadil Akbar
S./105811121017/105811103217

ORIGINALITY REPORT

4%

SIMILARITY INDEX

3%

INTERNET SOURCES

9%

PUBLICATIONS

4%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1 hesperia.gsfc.nasa.gov
Internet Source

2%

2 Submitted to Universitas Sebelas Maret
Student Paper

2%

Exclude quotes

On

Exclude bibliography

On

Exclude matches

2%



BAB III A. Rezky Saputra L/Muh.
Fadil Akbar
S./105811121017/10581110321



Submission date: 13-Oct-2023 06:15AM (UTC+0700)

Submission ID: 2193999212

File name: BAB_III_METODE_iPENELITIAN.docx (525.64K)

Word count: 572

Character count: 3936

BAB III A. Rezky Saputra L/Muh. Fadil Akbar
S./105811121017/105811103217

ORIGINALITY REPORT

0%

SIMILARITY INDEX

0%

INTERNET SOURCES

0%

PUBLICATIONS

0%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

Exclude quotes On

Exclude bibliography On

Exclude matches 2%



BAB IV A. Rezky Saputra L/Muh.
Fadil Akbar
S./105811121017/10581110321

7
by TutupTahap

Submission date: 13-Oct-2023 06:16AM (UTC+0700)

Submission ID: 2194000022

File name: BAB_IV_HASIL_DAN_PEMBAHASAN.docx (709.71K)

Word count: 4063

Character count: 20421

BAB IV A. Rezky Saputra L/Muh. Fadil Akbar
S./105811121017/105811103217

ORIGINALITY REPORT

0%

SIMILARITY INDEX

%

INTERNET SOURCES

0%

PUBLICATIONS

0%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

Exclude quotes On

Exclude bibliography On

Exclude matches < 2%



BAB V A. Rezky Saputra L/Muh.
Fadil Akbar
S./105811121017/10581110321



Submission date: 13-Oct-2023 06:16AM (UTC+0700)

Submission ID: 2194000563

File name: BAB_V_34.docx (14.25K)

Word count: 167

Character count: 1114

BAB V A. Rezky Saputra L/Muh. Fadil Akbar
S./105811121017/105811103217

ORIGINALITY REPORT

5%

SIMILARITY INDEX

5%

INTERNET SOURCES

0%

PUBLICATIONS

0%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1

text-id.123dok.com

Internet Source



5%



Exclude quotes On
Exclude bibliography On

Exclude matches < 2%

