

# **TUGAS AKHIR**

## **EFEKTIVITAS KOLAM REGULASI NIPA-NIPA DALAM PENANGGULANGAN BANJIR KOTA MAKASSAR**



Disusun Oleh :

**MUH. GUFRAN SYAMSUL BAHRI SIMPAJO**

**45 16 041 053**

**JURUSAN SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS BOSOWA MAKASSAR  
2023**

## LEMBAR PENGESAHAN



UNIVERSITAS  
**BOSOWA**

DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL  
PROGRAM STUDI TEKNIK

FAKULTAS TEKNIK

Jalan Urip Sumoharjo Km. 4 Gd. 2 Lt.6  
Makassar – Sulawesi Selatan 90231  
Telp. 0411 452 901 – 452 789 ext. 116  
Faks. 0411 424 568  
<http://www.universitaspbosowa.ac.id>

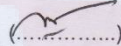
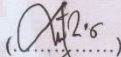
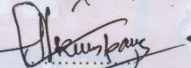
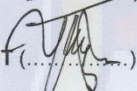
### LEMBAR PENGESAHAN

Berdasarkan surat keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar No. A873/FT/UNIBOS/VIII/2023 Tanggal 16 Agustus 2023, Perihal Pengangkatan panitia dan tim penguji Tugas Akhir, maka pada

Hari / Tanggal : Rabu / 23 Agustus 2023  
N a m a : **Muh. Gufran Syamsul Bahri Simpajo**  
No.Stambuk : **45 16 041 053**

Telah diterima dan disahkan oleh Panitia Tugas Akhir Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar setelah dipertahankan di depan tim penguji ujian sarjana strata satu (S-1) untuk memenuhi salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar.

#### TIM PENGUJI TUGAS AKHIR

Ketua (Ex. Officio) : **Dr. Ir. Burhanuddin Badrun, MSp**   
Sekretaris (Ex. Officio) : **Dr. Suryani Syahrir, ST. MT**   
Anggota : **Dr. Ir. A. Rumpang Yusuf, MT**   
: **Dr. Ir. Ahmad Yauri Yunus, ST. MT** 

Makassar, 29 Agustus 2023

Mengetahui :

Dekan Fakultas Teknik  
Univ. Bosowa Makassar



**Dr. H. Nasrullah, ST. MT**

Ketua Program Studi / Jurusan Sipil  
Univ. Bosowa Makassar



**Dr. Ir. A. Rumpang Yusuf, MT**

## LEMBAR PENGAJUAN



UNIVERSITAS  
**BOSOWA**

DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

Jalan Urip Sumoharjo Km. 4 Gd. 2 Lt 6  
Makassar-Sulawesi Selatan 90231  
Telp. 0411 452 901 – 452 789 ext. 116  
Faks. 0411 424 568  
<http://www.universitasbosowa.ac.id>  
Email: teknik@universitasbosowa.ac.id

### LEMBAR PENGAJUAN UJIAN TUTUP

Judul Tugas Akhir:

**“EFEKTIVITAS KOLAM REGULASI NIPA-NIPA DALAM  
PENANGGULANGAN BANJIR KOTA MAKASSAR”**

Disusun dan diajukan oleh:

Nama : **MUH. GUFAN SYAMSUL BAHRI SIMPAJO**

STB : **45 16 041 053**

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

Telah disetujui Komisi/Tim Pembimbing :

Pembimbing I : **Ir. Burhanuddin Badrun, M.Sp.**

(.....)

Pembimbing II : **Dr. Suryani Syahrir, ST, MT**

(.....)

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik

Ketua Jurusan Teknik Sipil

**Dr. Ir. H. Nasrullah ST, MT**  
NIDN. 09 080 773 01

**Dr. Ir. Andi Rumpang Yusuf, M.T**  
NIDN. 00 010565 02



## PERNYATAAN KEASLIAN

### SURAT PERNYATAAN KEASLIAN DAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : MUH. GUFRAN SYAMSUL BAHRI SIMPAJO

Stambuk : 45 16 041 053

Program Studi : Teknik Sipil

Judul : EFEKTIVITAS KOLAM REGULASI NIPA-NIPA DALAM  
PENANGGULANGAN BANJIR KOTA MAKASSAR

Mengatakan dengan sebenarnya bahwa

1. Tugas akhir yang saya tulis ini merupakan hasil karya saya sendiri dan sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.
2. Demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya tidak keberatan apabila Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa menyimpan, mengalihmediakan/mengalihformatkan, mengelola dalam bentuk data base, mendistribusikan, dan menampilkan untuk kepentingan akademik.
3. Bersedia dan menjamin untuk menanggung secara pribadi tanpa melibatkan Pihak Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa dari semua bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran hak cipta dalam tugas akhir ini.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya untuk dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Makassar, Oktober 2023

Yang membuat pernyataan



MUH. GUFRAN SYAMSUL  
BAHRI SIMPAJO

# **EFEKTIVITAS KOLAM REGULASI NIPA-NIPA DALAM PENANGGULANGAN BANJIR KOTA MAKASSAR**

**Muh. Gufran Syamsul Bahri Simpajo<sup>1)</sup>, Burhanuddin Badrun<sup>2)</sup>,  
Suryani Syahrir<sup>3)</sup>**

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Bosowa

## **ABSTRAK**

Kejadian banjir Kota Makassar yang diakibatkan oleh luapan DAS Tallo dapat dihindari dengan dibangunnya Kolam Regulasi Nipa-Nipa. Akan tetapi Evaluasi kapasitas kolam regulasi tetap perlu dilakukan untuk mengetahui pengaruh perubahan curah hujan dan tingkat keefektifan penampungannya. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui curah hujan yang terjadi di DAS Tallo dan Tingkat Keefektifan Kolam Regulasi Nipa-Nipa dalam menanggulangi banjir Kota Makassar. Metode yang dilakukan adalah Analisis Curah Hujan dengan menggunakan Metode Gumbel dan Log Pearson II serta Analisis Hidrograf banjir dengan metode Nakayasu. Dihasilkan bahwa pada periode kala ulang 100 tahun curah hujan di DAS Tallo adalah 301,267 mm/hari dan curah hujan efektif yang mengalir di DAS Tallo sebesar 120,531 mm/hari. Adapun Kolam Regulasi Nipa-Nipa efektif menanggulangi banjir Kota Makassar yang berasal dari DAS Tallo pada kala ulang 2 tahun selama 130 Menit dan kala ulang 100 tahun selama 56 Menit.

Kata kunci: banjir, kolam regulasi, curah hujan, efektivitas,

# **EFEKTIVITAS KOLAM REGULASI NIPA-NIPA DALAM PENANGGULANGAN BANJIR KOTA MAKASSAR**

**Muh. Gufran Syamsul Bahri Simpajo<sup>1)</sup>, Burhanuddin Badrun<sup>2)</sup>,  
Suryani Syahrir<sup>3)</sup>**

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Bosowa

## **ABSTRACT**

The impact in DAS Tallo overflowing can caused flood in Makassar City which can be prevented by the construction of flood control reservoir Kolam Regulasi Nipa-Nipa. However, an analisis to determine the capacity of flood control reservoir based on the effect of rainfall and the size of reservoir still need to be carried out. The method used in this research are Gumbel Methods and Log Pearson II method for rainfall analysis and Nakayasu Syntetic Unit Hirdrograph used for flood hydrograph analysis. The result of the analysis stated that during the 100-year return period the rainfall in DAS Tallo was 301,267 mm/day and the effective rainfall streamflowing in DAS Tallo was 120,531 mm/day. Based on these data, the research can be concluded that flood control reservoir Kolam Regulasi Nipa-Nipa is effective to protect Makassar City downstream flood plain from DAS Tallo overflowing at a 2-years return period of 130 minutes and a 100-year return period of 56 minutes.

Keyword: flooding, rainfall, regulation pond, effectiveness

## KATA PENGANTAR

**Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh,**

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT berkat, rahmat, dan karunia-Nya tugas akhir yang berjudul **“Efektivitas Kolam Regulasi Nipa Nipa dalam Penanggulangan Banjir Kota Makassar”** ini dapat diselesaikan sebagai salah satu syarat dalam menyelesaikan pendidikan pada Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa.

Tugas Akhir ini dapat penulis selesaikan tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak dalam memberi bimbingan, pengarahan, nasehat dan pemikiran. Dalam kesempatan ini penulis menghaturkan terima kasih yang tak terhingga kepada:

1. Bapak Dr. Nasrullah ST. MT selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar.
2. Bapak Dr. Ir. A. Rumpang Yusuf, MT. Selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Universitas Bosowa.
3. Bapak Dr. Ir. Burhanuddin Badrun M.Sp. Selaku Dosen Pembimbing I.
4. Ibu Dr. Suryani Syahrir, ST. MT Selaku Dosen Pembimbing II.
5. Seluruh jajaran Dosen dan Staf Fakultas Teknik Sipil Universitas Bosowa.
6. Kedua Orang Tua serta saudara-saudara saya yang telah memberikan dukungan moral dan materi yang tidak ternilai harganya

7. Teman – teman Seangkatan Teknik Sipil Universitas Bosowa 2016 yang telah banyak bertukar pikiran, saran, dan semangat kepada saya selama hampir 7 tahun.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa pada penulisan tugas akhir ini masih banyak terdapat kekurangan dan kesalahan mengingat keterbatasan waktu dan kurangnya pengalaman yang penulis miliki. Oleh sebab itu, dengan segala kerendahan hati penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari semua pihak. Akhir kata, penulis mengharapkan Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi seluruh mahasiswa Universitas Bosowa dan bagi penulis sendiri.

Makassar, April 2023

Muh. Gufran Syamsul Bahri Simpajo



## DAFTAR ISI

TUGAS AKHIR .....	i
LEMBAR PENGESAHAN .....	ii
LEMBAR PENGAJUAN .....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN .....	iii
ABSTRAK.....	v
KATA PENGANTAR .....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
BAB I PENDAHULUAN .....	I-1
1.1. Latar Belakang .....	I-1
1.2. Rumusan Masalah .....	I-4
1.3. Tujuan dan Manfaat Penelitian .....	I-4
1.3.1. Tujuan Penelitian .....	I-4
1.3.2. Manfaat Penelitian.....	I-4
1.4. Batasan Masalah .....	I-4
1.5. Sistematika Penulisan .....	I-5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	II-1
2.1. Waduk .....	II-1
2.1.1. Pengertian Waduk .....	II-1
2.1.2. Tampungan-Tampungan Dalam Waduk .....	II-2
2.1.3. Kapasitas Waduk.....	II-4
2.1.4. Usia Guna Waduk .....	II-6
2.1.5. Waduk Pengendali Banjir ( <i>Flood Control Reservoir</i> ) .....	II-7
2.2. Banjir.....	II-8
2.3. Hujan.....	II-9
2.4. Daerah Aliran Sungai (DAS) dan Karakteristiknya.....	II-10
2.5. Hidrologi.....	II-12
2.6. Analisis Curah Hujan.....	II-14
2.6.1. Analisis Distribusi Curah Hujan Wilayah.....	II-14
2.6.2. Analisis Curah Hujan Rencana .....	II-16

2.7.	Intensitas Curah Hujan .....	II-26
2.8.	Debit Banjir Rencana .....	II-28
2.9.	Efektivitas.....	II-35
2.10.	Kolam Regulasi .....	II-36
2.11.	Penelitian Terdahulu .....	II-38
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....		III-1
3.1.	Rancangan Penelitian .....	III-1
3.2.	Lokasi Penelitianngee .....	III-1
3.3.	Jenis dan Sumber Data Penelitian .....	III-3
3.4.	Metode Pengumpulan.Data .....	III-4
3.5.	Bagan Alur Penelitian.....	III-4
3.6.	Analisa dan Perhitungan .....	III-6
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		IV-1
4.1.	Data Hasil Penelitian .....	IV-1
4.1.1.	Data Profil Kolam Regulasi Nipa-Nipa .....	IV-1
4.1.2.	Data Luas Pengaruh Stasiun Hujan Terhadap DAS Tallo .....	IV-1
4.1.3.	Data Curah Hujan .....	IV-2
4.2.	Analisis Hidrologi.....	IV-4
4.2.1.	Distribusi Probabilitas Kontinyu.....	IV-4
4.2.2.	Distribusi Gumbel.....	IV-4
4.2.3.	DistribusibLog, Pearson Type III .....	IV-8
4.3.	Intensitas Curah Hujan .....	IV-12
4.4.	Perhitungan Debit Banjir Rencana .....	IV-17
4.5.	Perhitungan Efektivitas Kapasitas Tampungan Kolam Regulasi Nipa-Nipa.....	IV-32
BAB V PENUTUP .....		V-1
5.1.	Kesimpulan .....	V-1
5.2.	Saran .....	V-1
DAFTAR PUSTAKA.....		xi
LAMPIRAN .....		xiii

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Idelisasi masalah kapasitas dan kemampuan waduk .....	II-2
Gambar 2.2. Zona-Zona Tampungan Waduk.....	II-4
Gambar 2.3. Sketsa Waduk Pengendali Banjir .....	II-7
Gambar 2.4. Daerah aliran sungai .....	II-11
Gambar 2.5. Siklus Hidrologi .....	II-12
Gambar 2.6. Ilustrasi Polligon thiessen.....	II-15
Gambar 2. 7 Isohyet .....	II-33
Gambar 2.8. Hidrograf Satuan Sintetis Metode Nakayasu.....	II-33
Gambar 3.2. Peta Lokasi Regulasi Nipa-Nipa.....	III-2
Gambar 3.3. Tata letak Kolam Regulasi Nipa-Nipa.....	III-2
Gambar 3. 4 Bagan Alir Penelitian.....	III-5
Gambar 4.1. Profil Waduk Nipa - Nipa.....	IV-1
Gambar 4.2. Peta DAS Sungai Tallo .....	IV-17
Gambar 4. 3 Grafik Hidrograf Hujan Rancangan Nakayasu.....	IV-22
Gambar 4.4. Grafik Hidrograf Banjir Metode HSS Nakayasu .....	IV-31

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Syarat Penggunaan jenis Sebaran.....	II-18
Tabel 2.3. Reduksi Fungsi dari Probabilitas .....	II-21
Tabel 2.2. Hubungan reduce mean ( $Y_n$ ) dengan banyaknya sampel (n).....	II-21
Tabel 2.4. Hubungan Reduce Standar Deviasi ( $\sigma_n$ ) dengan Banyaknya Sampel (n).....	II-22
Tabel 2. 5 Nilai-nilai G untuk Distribusi Log Pearson III Untuk Cs Positif.....	II-24
Tabel 2. 6 Nilai-nilai G untuk Distribusi Log Pearson III Untuk Cs Negatif .....	II-25
Tabel 2.7. Koefisien Limpasan (C).....	II-32
Tabel 2.8. Hidrograf satuan sintetik nakayasu .....	II-34
Tabel 4.1. Koefisien Thiessen.....	IV-1
Tabel 4.2. Data Curah Hujan Tahun 1999-2019 Stasiun Panakkukang, Tamangapa Kassi dan Senre .....	IV-2
Tabel 4.3. Analisis parameter Statistik Curah Hujan Maksimum .....	IV-6
Tabel 4.4. Distribusi Frekuensi Metode Gumbel .....	IV-8
Tabel 4.5. Mencari nilai Harga (G) Dengan cara interpolasi dengan cara melihat nilai Cs.....	IV-10
Tabel 4.6. Curah Hujan Rencana dengan Metode Log Pearson Type III.....	IV-11
Tabel 4.7. Rekapitulasi Perhitungan Curah Hujan Rencana .....	IV-11
Tabel 4.8. Syarat Penggunaan Jenis Distribusi Frekuensi .....	IV-11

Tabel 4.9. Intensitas Curah Hujan setiap jam kejadian dan Ratio .....	IV-14
Tabel 4.10. Rekap Perhitungan Curah hujan Efektif .....	IV-16
Tabel 4.11. Waktu Lengkung Higrograf Nakayasu .....	IV-20
Tabel 4.12. Ordinat Hidrograf satuan sintetik dengan metode Nakayasu.....	IV-21
Tabel 4.13. Hidrograf Banjir Rencana Metode HSS Nakayasu dengan periode 2 Tahun.....	IV-23
Tabel 4.14. Hidrograf Banjir Rancangan Metode HSS Nakayasu dengan periode 5 Tahun.....	IV-24
Tabel 4.15. Hidrograf Banjir Rancangan Metode HSS Nakayasu dengan periode 10 Tahun.....	IV-25
Tabel 4.16. Hidrograf Banjir Rancangan Metode HSS Nakayasu dengan periode 25 Tahun.....	IV-26
Tabel 4.17. Hidrograf Banjir Rancangan Metode HSS Nakayasu dengan periode 50 Tahun.....	IV-27
Tabel 4.18. Hidrograf Banjir Rancangan Metode HSS Nakayasu dengan periode 100 Tahun.....	IV-28
Tabel 4.19. Rekapitulasi Debit Banjir Rancangan Metode HSS Nakayasu.....	IV-29
Tabel 4.20. Rekap Efektivitas Kapasitas Tampungan .....	IV-32



# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang**

Banjir merupakan dampak dari meluapnya air yang berasal dari sungai, hujan, atau sumber air lainnya, yang mengakibatkan kerusakan di sekitarnya. Banjir dapat dipicu oleh Faktor alam maupun aktivitas manusia dapat menjadi pemicu banjir. Aktifitas manusia yang dapat menyebabkan banjir meliputi deforestasi massal dan perubahan, penggunaan lahan hutan di daerah aliran sungai menjadi perkotaan. Di samping itu pengelolaan sistem drainase yang kurang efektif serta pembuangan limbah yang tidak memadai dapat mengakibatkan banjir. Di sisi lain, intensitas hujan yang tinggi dapat mengakibatkan penumpukan sedimentasi di sepanjang alur sungai merupakan salah satu faktor alam penyebab banjir.

Banjir di Kota Makassar, terutama di bagian timurnya, sering terjadi akibat meluapnya Sungai Tallo. Setiap tahun, wilayah seluas 3.010 hektar terendam banjir. Daerah rawan banjir yang terbentang sepanjang Sungai Tallo mencakup beberapa pemukiman seperti BTN Origins, BTN Antara/Hamsi, Kompleks Perumahan Bung Permai, Kompleks Bumi Tamalanrea Permai (BTP), bagian dari Kompleks Perumahan Nasional Antang. Informasi yang didapatkan dari masyarakat dan Unit Pelaksana Teknis (UPT), banjir terparah terjadi di kawasan Antang pada tahun 2012. Kejadian ini menandai kegagalan Daerah Aliran Sungai (DAS) Tallo dalam memenuhi kebutuhan masyarakat karena aliran air yang berlebihan.

Pemerintah Kota Makassar terus berusaha mencari solusi mengatasi permasalahan banjir dan drainase yang terjadi di wilayah tersebut. Makassar adalah kota yang terletak di dataran rendah dan berkategori zona V. Selain berfungsi sebagai penyedia sumber daya dan outlet dari sistem drainase di kawasan ini, Sungai Tallo memiliki kemampuan menyerap air seluas 384 km<sup>2</sup> saat sore hari, namun bisa menyebabkan banjir akibat pengaruh pasang surut yang kuat. Sungai ini membentang sepanjang 64 kilometer. Akibat curah hujan yang tinggi, sejumlah wilayah di Makassar mengalami genangan banjir. Banjir ini tersebar di 19 kelurahan yang terletak di 4 kecamatan, yaitu Kecamatan Biringkanaya, Manggala, Tamalanrea, dan Panakukkang. Dampak paling merata terjadi di Kecamatan Biringkanaya (detikSulsel 2022).

Tiga muara sungai yang besar bekerja bersama untuk membentuk suatu sistem Daerah Aliran Sungai (DAS) di Kota Makassar. Sistem ini terdiri dari DAS Jeneberang, Tallo, dan Pampang. Mereka melintasi wilayah kota ini dan berperan penting dalam membersihkan aliran permukaan air dari berbagai daerah di Kabupaten Gowa dan Maros. Daerah-daerah seperti Manggala, Panakukkang, Rappocini, serta Kecamatan Tallo, Tamalanrea, dan Kecamatan Tallo secara keseluruhan merupakan bagian dari DAS Tallo. Aliran sungai di wilayah ini mengalir menuju kawasan pesisir Kota Makassar. Semua ini memiliki dampak penting dalam menjaga aliran air dan kebersihan di wilayah tersebut.

Sebuah fasilitas regulasi air yang dikenal sebagai Kolam Pengatur Nipa-Nipa telah dibangun di Kota Makassar dengan tujuan mengurangi insiden banjir. Fasilitas ini didesain untuk dapat mengurangi banjir di wilayah Kota Makassar melalui pengendalian aliran air. Terletak di tengah Daerah Aliran Sungai (DAS) Tallo, kolam ini berfungsi sebagai reservoir untuk mengatur aliran sungai. Sungai Malarangang dan Sungai Tallo Hulu bertemu di hilir Kolam Pengatur Nipa-Nipa, yang menjadi titik pengaturan aliran. Kolam Pengatur Nipa-Nipa memiliki luas permukaan 83,93 hektar kapasitas pada penyimpanan mencapai 2,74 juta meter kubik air. Kolam ini diharapkan dapat mengurangi risiko banjir di Cekungan Tallo dengan cara menampung air berlebihan saat curah hujan tinggi. Sebagian dari area tersebut, yaitu sekitar 84 hektar, akan digunakan sebagai lokasi penyimpanan air selama periode berisiko banjir. Debit air dari Sungai Tallo akan diarahkan menuju Kolam Pengatur Nipa-Nipa untuk dikendalikan dan disimpan. Wilayah-wilayah seperti Kecamatan Pattalassang, Manggala, Moncongloe, Tamalanrea, Panakukang, dan Tallo di Kota Makassar diharapkan akan mendapatkan manfaat dari fasilitas ini. Dengan adanya kolam ini, dampak banjir di area seluas 3.000 hektar di wilayah tersebut dapat diantisipasi dan dikurangi.

Berdasarkan permasalahan di atas, maka penulis tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul “Efektivitas Kolam Regulasi Nipa-Nipa dalam penanggulangan banjir Kota Makassar.

## **1.2. Rumusan Masalah**

Pada rumusan masalah dalam penelitian ini yaitu:

1. Seberapa besarkah curah hujan DAS Tallo?
2. Bagaimanakah efektivitas tampungan Kolam Regulasi Nipa-Nipa dalam penanggulangan banjir?

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

### **1.3.1. Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian antara lain:

1. Untuk mengetahui curah hujan di DAS Tallo
2. Untuk mengetahui efektivitas tampungan Kolam Regulasi Nipa-Nipa dalam penanggulangan banjir.

### **1.3.2. Manfaat Penelitian**

Dengan dilakukannya penelitian ini, peneliti berharap agar kiranya hasil penelitian ini dapat berguna sebagai acuan dan referensi untuk mengetahui efektivitas tampungan sehingga bermanfaat bagi masyarakat pada umumnya.

## **1.4. Batasan Masalah**

Karena peneliti ingin melakukan penelitian yang lebih spesifik dan relevan dengan rumusan masalah, maka perlu adanya pembatasan masalah yang akan ditinjau dengan parameter-parameter sebagai berikut:

- a. Data rencana tata letak, peta DAS Sungai Tallo, data teknis Kolam Regulasi Nipa-Nipa berdasarkan data dari program dan perencanaan Balai Besar Wilayah Sungai Jeneberang.
- b. Dalam melakukan analisis data, peneliti menggunakan satu metode untuk setiap data yang dianalisis.
- c. Peneliti menggunakan data dari tiga stasiun curah hujan yang mewakili DAS Tallo.
- d. Dalam menentukan kapasitas tampungan kolam regulasi, peneliti tidak memasukkan faktor pengaruh infiltrasi, sedimentasi dan penguapan air di daerah sekitar.
- e. Waktu efektivitas Kolam Regulasi Nipa-Nipa penuh tidak mempertimbangkan parameter yang terjadi diluar kolam regulasi.

#### **1.5. Sistematika Penulisan**

Cara penulisan yang diterapkan adalah dengan menguraikan Kerangka masalah ke dalam beberapa bagian bab, sebagai strategi penulisan guna mempermudah pemahaman pembaca. Secara keseluruhan, materi ini ada 5 bab utama.

#### **BAB I PENDAHULUAN**

Bab ini berfungsi sebagai pengantar sebelum percakapan dimulai dan memberikan ringkasan singkat dari penelitian ini. Latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, definisi masalah, dan metodologi penulisan semuanya disertakan.

#### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**



Sebagian besar konsep yang dikaji dalam penelitian ini terdapat dalam bagian ini, di mana berbagai literatur terkait telah disusun dalam bentuk survei.

### **BAB III METODE PENELITIAN**

Bagian yang mencakup penjelasan tentang lokasi studi, pengambilan informasi, langkah-langkah penelitian, serta evaluasi analisis dilakukan dalam penelitian tersebut.

### **BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN**

Bab yang berisikan tentang hasil penelitian.

### **BAB V PENUTUP**

Bab yang berisi simpulan kesimpulan dari rangkaian kajian dan pembahasan secara keseluruhan serta rekomendasi untuk penyempurnaan, pemanfaatan, dan pengembangan temuan penelitian.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1. Waduk**

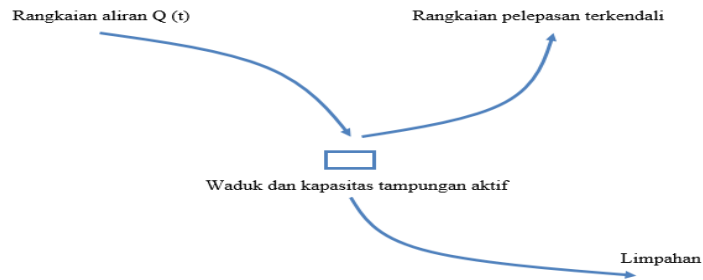
##### **2.1.1. Pengertian Waduk**

Waduk adalah area di atas tanah yang dirancang untuk menyimpan dan mengakumulasi air selama periode curah hujan berlebih. Air yang terkumpul ini nantinya dapat dimanfaatkan untuk berbagai tujuan, seperti menyediakan pasokan air untuk irigasi, menggerakkan pembangkit listrik, memenuhi kebutuhan air minum yang bersih, dan keperluan lainnya.

Dalam manajemen sumber daya air di waduk, seringkali timbul berbagai isu terkait perencanaan, operasi, dan pemeliharaan waduk. Salah satu masalah umum yang sering muncul adalah sedimentasi, yang telah menjadi masalah utama dalam pengelolaan waduk sejauh ini. Fungsi pokok dari waduk adalah sebagai tempat penyimpanan sumber air guna memenuhi kebutuhan saat diperlukan. Kapasitas penyimpanan yang dibutuhkan suatu sungai untuk memenuhi permintaan tertentu dipengaruhi oleh tiga faktor yaitu:

1. Variabilitas aliran sungai.
2. Ukuran permintaan.
3. Tingkat keandalan dari pemenuhan permintaan.

Masalah kapasitas waduk dapat digambarkan dalam bagan sederhana berikut:



Gambar 2.1. Idelisasi Masalah Kapasitas Dan Kemampuan Waduk

Periode aliran rendah (low flow) dari sungai itu mungkin perlu diperbesar pada rangkaian aliran sungai  $Q(t)$  untuk memenuhi kebutuhan air  $D(t)$ . Pertanyaan yang muncul adalah bagaimana menentukan kapasitas reservoir ( $C$ ) yang dibutuhkan untuk memastikan pelepasan yang dapat terkendali dengan tingkat keandalan tertentu. Yang jadi pertanyaan lain, seperti menghitung pelepasan yang diperlukan dalam kapasitas waduk tertentu. Meski demikian, dasar permasalahannya tetap sama, yakni bagaimana menentukan hubungan aliran masuk (inflow), kapasitas waduk, pelepasan terkendali, dan tingkat keandalan.

### 2.1.2. Komponen tampungan waduk

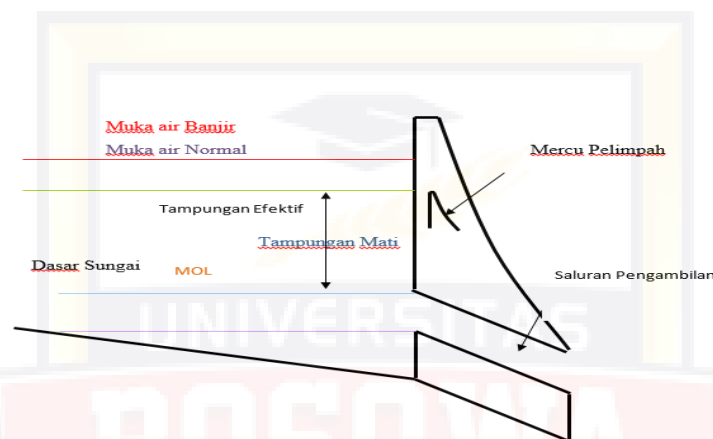
Komponen-komponen pokok sebagai tanda fisik pada reservoir adalah seperti di bawah ini:

1. Tampungan berguna (*useful storage*), menurut Seyhan adalah volume tampungan antara level air terendah saat genangan minimal *Low Water Level* (LWL) dan permukaan genangan normal *Normal Water Level* (NWL) (Seyhan, 1990) .
2. Tampungan tambahan (*storage surcharge*) adalah jumlah air yang melewati level normal saat terjadi banjir. Ini berarti untuk sementara

waktu bahwa debit air melimpah melalui saluran pelimpah. Kapasitas tampungan ini biasanya tidak dapat dikendalikan dengan baik, dan hanya terjadi saat banjir dan tidak bisa dipertahankan untuk penggunaan selanjutnya (Linsey, Franzini, & Sasongko, 1985).

3. Tampungan tak bermanfaat (*dead storage*) adalah volume air yang berada di bawah minimum level di dalam waduk, dan tidak dapat digunakan dalam pengoperasian waduk.
4. Tampungan tebing (*valley storage*) atau tampungan lembah, adalah volume air yang terperangkap di dalam lapisan tanah yang meresap dari tebing dan lembah sungai. Kandungan air tergantung pada karakteristik geologi dari tanah tersebut.
5. Permukaan genangan normal (*normal water level*), merupakan ketinggian maksimum permukaan air di waduk.
6. Permukaan genangan minimum (*low water level*), adalah elevasi terendah ketika tampungan air dilepaskan dalam kondisi normal. Tinggi permukaan ini dapat ditentukan berdasarkan elevasi bangunan pelepasan terendah.
7. Permukaan genangan dalam banjir rencana merupakan tinggi air pada fase puncak banjir terencana (elevasi air saat banjir maksimum terjadi, juga dikenal sebagai *flood water level* (FWL)).
8. Pelepasan (*release*), mengacu pada jumlah air yang dikeluarkan secara terkontrol dari suatu bendungan selama periode waktu yang ditentukan.

9. Periode kritis (*critical period*), merujuk pada rentang waktu di mana suatu waduk mengalami perubahan dari keadaan terisi penuh menjadi kosong tanpa mengalami pelimpahan air selama periode. Masa awal dari periode kritis ditandai dengan waduk berada dalam kondisi maksimal terisi, sementara akhir periode kritis tercapai ketika waduk pertama kali mencapai keadaan kosong.



Gambar 2.2. Zona-Zona Tampungan Waduk

### 2.1.3. Kapasitas Waduk

Umur ekonomi sebuah waduk bervariasi, mulai dari sekitar 50 tahun untuk waduk kecil dengan kapasitas penyimpanan sekitar 50-100 juta  $m^3$ , hingga beberapa ratus tahun untuk waduk dengan ukuran yang lebih besar. Hal ini tergantung pada faktor-faktor yang perlu dipertimbangkan secara khusus untuk masing-masing waduk. Ketika mencapai jangka waktu pemakaian ekonomis, sekitar 80% dari kapasitas penyimpanan yang efektif diperkirakan telah terisi oleh sedimen yang mengendap di dasar waduk selama kurun waktu tersebut. Pada titik ini, waduk dianggap tidak lagi mampu menjalankan fungsi aslinya. Kapasitas awal waduk direncanakan



untuk volume penyimpanan air dengan mempertimbangkan endapan. Namun selama masa pengoperasian waduk, terjadi penumpukan endapan di daerah genangan yang mengakibatkan berkurangnya kapasitas tampungan berguna waduk.

Pengendapan yang terjadi dalam reservoir sering kali melebihi perkiraan dan/atau harapan yang telah direncanakan pada tahap perancangan. Hal ini dapat disebabkan oleh sejumlah faktor seperti:

- a) Kurang akuratnya pengumpulan dan pengolahan data hidrologi serta erosi dari DAS pada tahap perancangan.
- b) Peningkatan jumlah endapan berkontaminasi karena perubahan penggunaan lahan DAS yang disebabkan oleh pengelolaan yang kurang cermat atau degradasi DAS.
- c) Pelaksanaan dan perawatan yang tidak tepat pada waduk.

Menurut Kasiro dkk (Kasiro & et al, 1997), secara umum kapasitas waduk diibagi menjadi tiga :

- a) Kapasitas tampungan mati (*dead storage*)
- b) Kapasitas pelayanan (*active storage*)
- c) Kapasitas total

Usia guna waduk dalam menjalankan fungsinya ditentukan oleh volume tampungan aktif (Ilyas, Arif, & Marsudi, 1991). Semakin bertambah umur waduk, volume tampungan aktif akan semakin menyusut. Volume

tampungan aktif semakin berkurang disebabkan karena bertambahnya volume sedimen yang masuk kedalam waduk.

#### **2.1.4. Usia Guna Waduk**

Usia operasional waduk yaitu dengan jangka waktu selama waduk terus berfungsi sesuai dengan tujuannya, hingga mencapai titik di mana kapasitas penyimpanan sedimen maksimum telah terisi penuh. Terdapat dua pendekatan yang digunakan dalam konteks ini untuk mengestimasi masa pakai waduk, yakni:

##### **1. Perkiraan Usia Guna Waduk Berdasarkan Kapasitas Tampungan Mati**

Perkiraan ini dibuat berdasarkan berapa lama waktu yang dibutuhkan sedimen dalam mengisi kapasitas tampungan mati (*dead storage*). Dengan mengetahui kapasitas *dead storage* dan kecepatan laju pengendapan sedimen, maka lamanya waktu yang diperlukan sedimen untuk mengisi *dead storage* dapat dihitung. Kapasitas tampungan mati menurun seiring bertambahnya usia dan berpengaruh pada kemampuan waduk untuk berfungsi sebagaimana mestinya. Ini dapat menjadi acuan dalam memperkirakan kapan kapasitas penyimpanan mati akan penuh.

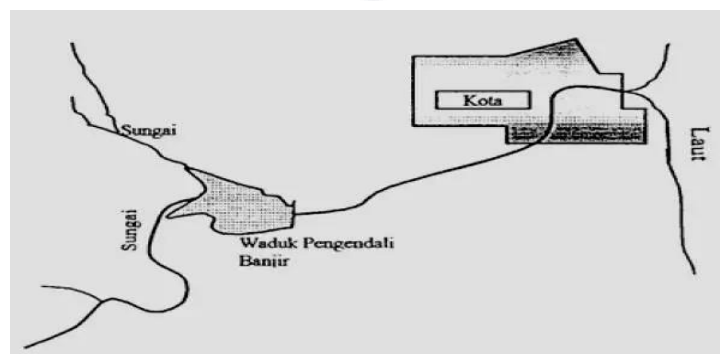
##### **2. Perkiraan Usia Guna Waduk Berdasarkan Besarnya Distribusi Endapan Sedimen Di Tampungan dengan Menggunakan Metode *Empirical Area Reduction Method***

Pendekatan dengan Metode ini pertama kali disarankan oleh Lane and Koezler (1935) kemudian dikembangkan lebih lanjut oleh Borland

Miller (1958, dalam USBR, 1973) dan Lara (1965, dalam USBR, 1973). Melalui pendekatan ini, distribusi sedimen dalam waduk di masa mendatang dapat diprediksi. Dengan menghitung hubungan fungsi antara luas genangan, ketinggian genangan, dan kapasitas penyimpanan. Dalam hal ini tinggi pintu masuk perlu dijadikan acuan. Oleh karena itu, apabila tinggi endapan mencapai tinggi pintu masuk maka kegiatan operasional operasional waduk akan terganggu, yang pada akhirnya secara teknis akan mengakibatkan waduk tidak berfungsi.

#### 2.1.5. Waduk Pengendali Banjir (*Flood Control Reservoir*)

Suatu bentuk konstruksi yang disebut sebagai waduk pengatur banjir berfungsi untuk mengumpulkan seluruh air banjir di dalamnya dan melepaskannya sesuai dengan kemampuan sungai. Bagian dari struktur ini sering kali dirancang sebagai wadah tambahan dan bertujuan untuk mengarahkan bagian air banjir yang tidak bisa meresap ke dalam tanah. Menyimpan air banjir di dalam waduk ini menyebabkan peningkatan tinggi air di bagian hulu waduk sambil mengurangi jumlah air yang mengalir keluar.



Gambar 2.3. Sketsa Waduk Pengendali Banjir

Ciri-ciri utama dari puncak banjir, kemampuan untuk menampung air berlebih, serta peran bangunan *spillway* berperan penting dalam menilai efektivitas waduk dalam mengatasi risiko banjir. Waduk yang besar dapat menampung seluruh volume air yang banjir, yang kemudian dapat disimpan dengan cermat untuk digunakan di masa mendatang. Di sisi lain, waduk yang lebih kecil hanya dapat menampung sebagian volume banjir, tetapi ini membantu mengurangi aliran masuk ke puncak waduk. Hal ini mencegah pelimpahan air melalui saluran pelimpah, yang pada gilirannya mencegah aliran keluar yang berlebihan.

Beberapa bendungan, contohnya Bendungan Sutami dan Wonogiri, dilengkapi dengan saluran pelimpah yang memiliki pintu atau struktur keluar yang memungkinkan operator untuk mengurangi level air di waduk sebelum terjadi banjir. Hal ini bertujuan untuk menciptakan lebih banyak kapasitas penyimpanan guna mengatasi banjir. Agar dapat menggunakan kapasitas penampungan banjir secara optimal, baik saat reservoir air berada di bawah atau di atas permukaan normal, diperlukan perkiraan dan pemantauan banjir yang akurat.

## **2.2. Banjir**

Banjir adalah kondisi atau situasi dimana air itu tidak bisa ditampung dalam saluran (drainase) pembuangan seperti palung sungai, atau aliran air terhambat di sekitar daerah yang terendam air banjir. Menurut Suripin (Suripin, 2004), ini disebabkan karena curah hujan yang tinggi atau air yang meluap dari sungai, menyebabkan genangan air yang merusak. Debit

banjir yang berlebihan juga dapat menyebabkan terjadinya banjir, seperti yang dijelaskan oleh Arief Rosydie (2013), ketika volume air mengalir melalui sungai atau saluran drainase yang melebihi kapasitas normalnya.

Air surut bisa timbul karena aspek alami serta aktivitas manusia. Banjir secara teratur melanda Kawasan Makassar, terutama wilayah Timur kota ini, sebagai hasil dari meluapnya Air dari Sungai Tallo. Daerah yang kerap kali terendam banjir tiap tahun mencapai luas 3.010 hektar. Beberapa zona permukiman yang paling rawan genangan akibat luapan Sungai Tallo meliputi Kompleks Bumi Tamalanrea Permai (BTP) Perumahan Bung Permai, BTN Asal Mula, BTN Antara, sebagian wilayah Perumnas Antang, dan wilayah di sekitar bagian atas jembatan PAM.

### **2.3. Hujan**

Hujan memegang peran sentral dalam siklus hidrologi, karena besaran kedalaman curah hujan yang beragam berubah menjadi aliran di sungai. Hal ini terjadi melalui beberapa jalur, termasuk limpasan permukaan, aliran intermediasi, dan juga sebagai aliran air tanah.

Untuk meramalkan potensi banjir dengan akurat, penting untuk memperoleh informasi tentang jumlah kedalaman hujan yang terjadi di seluruh Daerah Aliran Sungai (DAS). Dalam hal ini, data mengenai kedalaman hujan yang terekam di berbagai stasiun hujan yang tersebar di seluruh DAS menjadi sangat penting.

Agar dapat menghitung jumlah hujan yang dapat dianggap sebagai tingkat kebasahan, diperlukan beberapa pos pengukuran hujan yang



ditempatkan dengan susunan tertentu untuk mewakili curah hujan di wilayah DAS tersebut (Limantara, 2010).

#### **2.4. Daerah Aliran Sungai (DAS) dan Karakteristiknya**

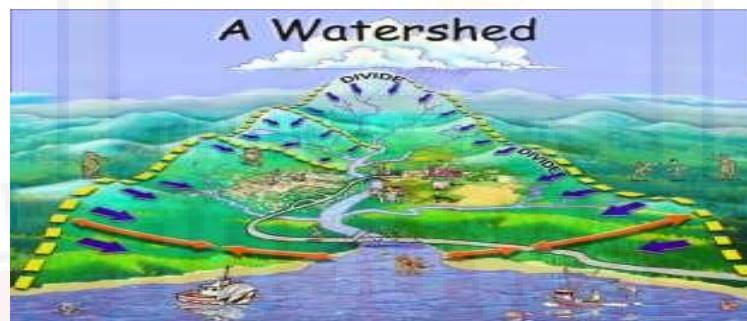
Daerah Aliran Sungai merujuk pada seluruh wilayah sekitar aliran sungai yang mengalirkan air ke dalam alur sungai tersebut. Air yang mengalir tidak hanya terbatas pada permukaan sungai, tetapi juga mencakup aliran air di lereng bukit yang mengarah ke alur sungai. Konsep ini dikenal sebagai Daerah Aliran Sungai karena termasuk semua area yang berperan dalam mengumpulkan dan mengarahkan aliran air menuju sungai.

Sungai memiliki peran utama dalam menampung curah hujan setelah air mengalir di permukaan tanah, kemudian mengalirkannya hingga mencapai laut. Dengan demikian, sungai dapat diartikan sebagai saluran dan penampung aliran air yang mengalir dari daerah yang lebih tinggi menuju daerah yang lebih rendah dan bermuara di laut.

Panjang sungai dihitung dengan mengukur jaraknya dari stasiun atau titik di mulut sungai hingga titik paling atas sumbernya. Sungai terbesar di wilayah tersebut, yang disebut sungai utama, mengumpulkan air dan mengarahkannya menuju mulut sungai. Untuk keperluan penyelidikan tentang DAS dan aliran air, pengukuran panjang sungai dan DAS memiliki peranan yang sangat penting. Panjang DAS diukur mulai dari stasiun yang relevan di mulut sungai hingga titik terjauh DAS di sepanjang sungai induk (Triatmojo B. , 2010).

DAS merujuk pada area di permukaan bumi yang memiliki sistem saluran air yang meliputi sungai besar dan anak-anak sungai berfungsi untuk area penyerapan air dan dapat memungkinkan air mengalir melalui saluran air (Soewarno, 1995).

DAS merupakan area di atas permukaan bumi yang terdiri dari jaringan pada mengalirnya air utama serta cabang-cabang kecil yang berfungsi sebagai tempat penyerapan air dan jalur untuk aliran air melalui saluran.



Gambar 2.4. Daerah Aliran Sungai

Gunawan (2015) mengungkapkan bahwa Daerah pada Aliran Sungai (DAS) merupakan suatu wilayah yang dikelilingi oleh pegunungan atau punggung gunung. Curah hujan yang turun di wilayah ini akan mengalir menuju sungai utama di titik atau stasiun tertentu (Gunawan, 2015).

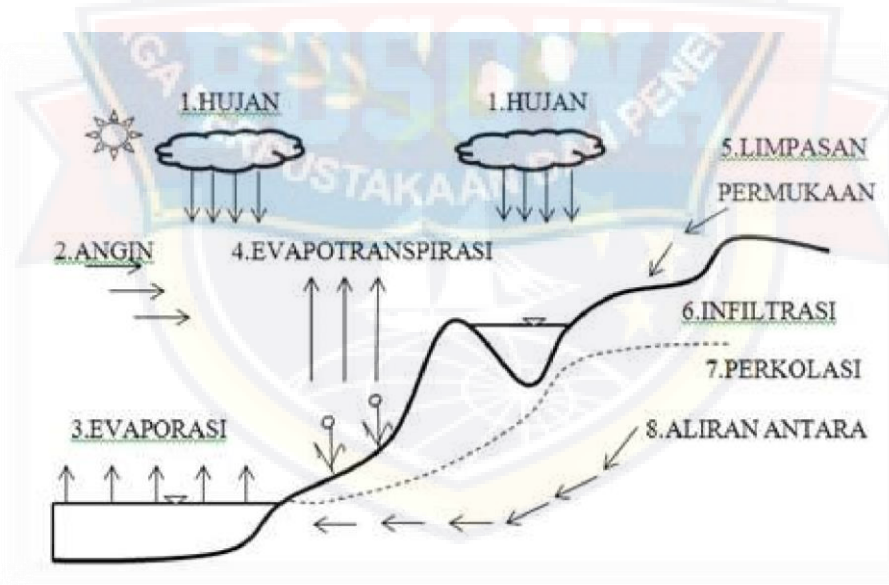
Ilustrasi jaringan sungai dan anak sungainya bisa dianalogikan dengan percabangan pada pohon. Saluran air yang menghubungkan parit-parit membentuk alur yang lebih besar kemudian menyatu dengan saluran

air lain membentuk anak sungai. Akhirnya, beberapa anak sungai ini bersatu untuk membentuk sungai utama (Triatmojo B. , 2008).

## 2.5. Hidrologi

Kemunculan, sirkulasi, dan distribusi air, serta karakteristik fisik dan kimianya, reaktivitas terhadap lingkungan, dan relevansinya dengan kehidupan adalah semua topik yang dicakup oleh hidrologi. Bidang hidrologi teknik yang berhubungan dengan penggunaan air dan desain serta pelaksanaan proyek teknik.

Proses sirkulasi air melalui bumi melalui penguapan, kondensasi, presipitasi, dan aliran air dikenal sebagai siklus hidrologi atau siklus air. Tahapan siklus hidrologi adalah sebagai berikut:



Gambar 2.5. Siklus Hidrologi

Sumber: (Triatmojo B. , 2008)

Penguapan: Proses dimana air pada permukaan bumi akan menguap dan berubah menjadi uap air di atmosfer.

- a. Transpirasi: Proses di mana tanaman menyerap air dari tanah melalui akar dan melepaskan uap air melalui daun.
- b. Kondensasi: Proses di mana uap air di atmosfer berkumpul menjadi awan.
- c. Presipitasi: Tindakan udara jatuh dari atmosfer ke permukaan tanah, menghasilkan hujan atau salju.
- d. Infiltrasi: Proses dimana air memasuki air tanah melalui tanah dan merembes ke dalamnya.
- e. Aliran Permukaan: Proses aliran air dari permukaan tanah ke sungai, danau, atau laut.
- f. Limbah: Bagaimana air yang tidak masuk ke limpasan permukaan atau tenggelam ke dalam tanah akhirnya sampai ke laut.

Siklus hidrologi sangat penting untuk menjaga kehidupan manusia dan kehidupan di Bumi karena memungkinkan ekosistem mengisi kembali persediaan air untuk digunakan oleh manusia dan makhluk hidup lainnya.

Uraian pada fenomena hidrologi seperti suhu, proses penguapan, durasi peninarasan matahari, kecepatan angin, jumlah hujan, aliran sungai, ketinggian permukaan air sungai, laju aliran air, serta kandungan partikel di sungai diidentifikasi sebagai informasi dalam domain data hidrologi. Penelusuran terhadap jangka waktu kembali atau interval berulang dari sebuah peristiwa hidrologi merupakan salah satu tujuan utama dalam analisis data hidrologi (Soewarno, 1995).

## **2.6. Analisis Curah Hujan**

Hal utama yang harus dipertimbangkan dalam analisis hidrologi adalah tersedianya data hidrologi di wilayah perencanaan bendung. Langkah selanjutnya adalah memahami situasi hidrologi di daerah aliran sungai, serta memilih metode-metode yang sesuai untuk perkiraan hidrologi, yang akan memiliki dampak signifikan dalam akurasi dan kualitas hasil analisis hidrologi.

### **2.6.1. Analisis Distribusi Curah Hujan Wilayah**

Stasiun penakar hujan memiliki fungsi untuk mengukur kedalaman hujan pada lokasi stasiun tersebut. Oleh karena itu, untuk memperkirakan jumlah hujan pada suatu area lebih luas, informasi dari titik pengukuran stasiun harus digunakan. Jika ada beberapa stasiun penakar hujan yang tersebar di suatu wilayah, catatan hujan di setiap stasiun bisa berbeda. Dalam analisis hidrologi, penting untuk menemukan rata-rata curah hujan di sekitar wilayah tersebut dengan menggunakan tiga metode: Metode Rerata Aritmetika (Aljabar), Metode Polygon Thiessen, dan Metode Isohyet (Triatmojo B. , 2010).

#### **A. Metode Rerata Aritmatic (*Aljabar*)**

Rerata curah hujan menggunakan metode aritmatika diperoleh dengan cara membagi jumlah total curah hujan dari catatan stasiun yang terletak di sepanjang aliran sungai dengan jumlah stasiun tersebut. Ini dapat diungkapkan sebagai berikut:

Meskipun metode ini sederhana, namun hasilnya cenderung kurang akurat. Hal ini disebabkan oleh anggapan bahwa setiap stasiun memiliki

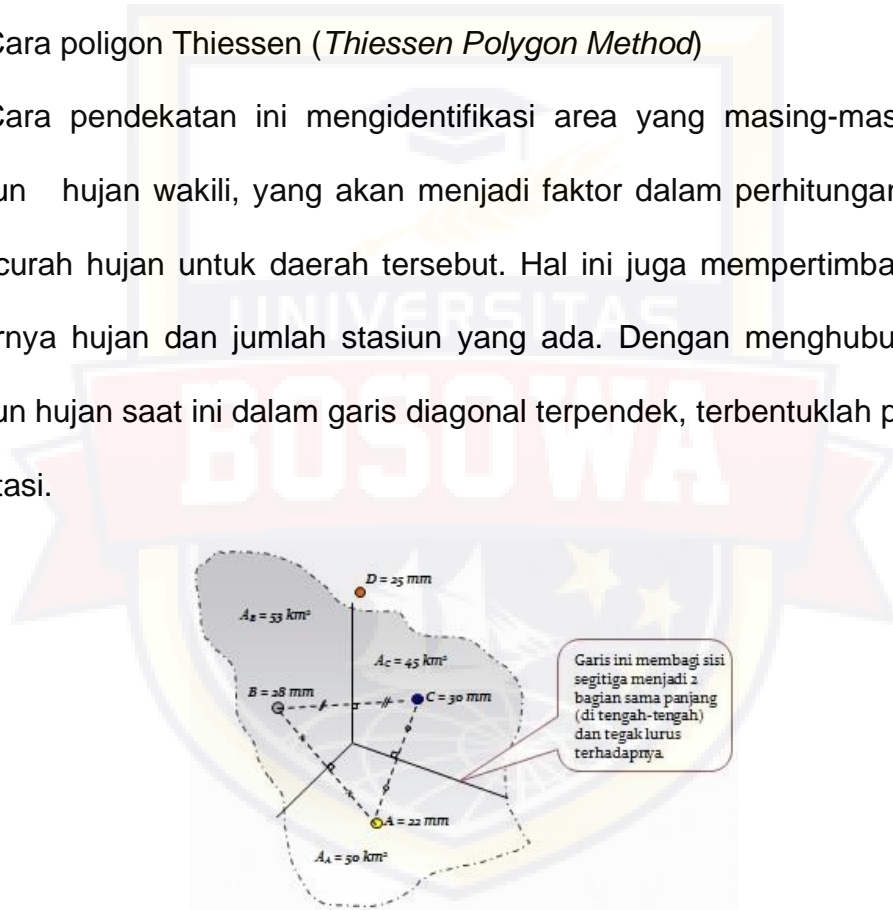
kontribusi yang sama terhadap perhitungan rata-rata, tanpa mempertimbangkan luas wilayah tangkapan air dari masing-masing stasiun pengukuran.

Rumus yang dipakai adalah :

$$P = \frac{P^1 + P^2 + P^3 + \dots + P_n}{n} = \dots\dots\dots(2.1)$$

B. Cara poligon Thiessen (*Thiessen Polygon Method*)

Cara pendekatan ini mengidentifikasi area yang masing-masing stasiun hujan wakili, yang akan menjadi faktor dalam perhitungan rata-rata curah hujan untuk daerah tersebut. Hal ini juga mempertimbangkan besarnya hujan dan jumlah stasiun yang ada. Dengan menghubungkan stasiun hujan saat ini dalam garis diagonal terpendek, terbentuklah poligon gravitasi.



Gambar 2.6. Ilustrasi Polligon Thiessen

Sumber: (Suripin, 2004)

Cara ini diperoleh dengan membuat poligon pada tengah-tengah garis hubung antara masing-masing stasiun, sehingga membentuk segitiga. Kemudian menarik garis sumbu masing-masing segitiga.

Rumus menentukan tinggi hujan rata-rata adalah sebagai berikut:

$$P = \frac{P_1.A_1+P_2.A_2+P_3.A_3+\dots+P_N.A_N}{A_1+A_2+A_3+\dots+AN} \dots\dots\dots(2.2)$$

Dimana :

P : Tinggi curah hujan rata-rata (mm)

P<sub>1</sub>,P<sub>2</sub>...P<sub>n</sub> : Jumlah curah hujan pada setiap stasiun yang diamati (mm)

A<sub>1</sub>,A<sub>2</sub>,...A<sub>n</sub> : Luas Sub-Area setiap stasiun hujan (km<sup>2</sup>)

### 2.6.2. Analisis Curah Hujan Rencana

Curah hujan harian maksimum ini diperlukan dalam perhitungan curah hujan rencana melalui analisis frekuensi untuk menentukan debit banjir pada periode ulang tertentu. Curah hujan harian maksimum rata-rata di suatu wilayah mengacu pada nilai curah hujan harian maksimum yang tercatat di stasiun terpilih atau yang mewakili daerah aliran sungai tersebut.

Dalam variabel hidrologi, tidak semua variasi memiliki nilai yang sama dengan rerata, melainkan ada yang lebih besar dan ada yang lebih kecil. Besarnya sebaran variasi di sekitar nilai rerata disebut sebagai varians atau dispersi.

Cara pengukuran dispersi (Perhitungan Parameter Statistik) antara lain (Triatmojo B. , 2008):

- a. Mengurutkan data curah hujan dari yang terbesar ke yang terkecil (X<sub>i</sub>)
- b. Menghitung nilai rata-rata curah hujan maksimum ( $\bar{X}$ )



$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \dots\dots\dots(2.4)$$

c. Standar Deviasi (Sx)

Rumus :

$$S = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{l=1}^{\bar{n}} (x - \bar{x})^2} \dots\dots\dots(2.5)$$

d. Koefisien Varian (Cv)

Koefisien varian (variance coefficient) adalah nilai perbandingan antara standar deviasi dengan nilai rerata dari suatu distribusi.

Rumus :

$$C_V = \frac{s}{\bar{x}} \dots\dots\dots(2.6)$$

e. Koefisien Asimetri (Cs)

*Coefficient Skewness* atau koefisien asimetri adalah sebuah angka yang mengindikasikan sejauh mana ketidaksimetrisan suatu distribusi. Koefisien asimetri mengukur seberapa jauh kurva frekuensi dari distribusi tertentu dari kesimetrisan atau kedataran. Biasanya, ukuran koefisien asimetri diukur dengan menggunakan Koefisien Skewness (*coefficient of skewness*) yang dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

Rumus :

$$C_s = \frac{n}{(n-1)(n-2)s^3} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^3 \dots\dots\dots(2.7)$$

f. Pengukuran Kurtosis (Ck)

Pengukuran Kurtosis menggunakan persamaan dengan rumus sebagai berikut:

Rumus :

$$C_s = \frac{n^2}{(n-1)(n-2)(n-3)s^4} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^4 \dots\dots\dots(2.8)$$

Dimana :

S : Standar deviasi

$\bar{X}$  : Nilai rata-rata

n : jumlah data

$X_i$ : Nilai pengukuran dari suatu variat ke-i

#### A. Penentuan Jenis Distribusi Data

Untuk menentukan jenis distribusi data, digunakan beberapa pendekatan yang bertujuan untuk memilih tipe data yang cocok dengan karakteristik data yang sudah ada. Beberapa cara pendekatan yang digunakan meliputi:

- 1) Berdasarkan hasil perhitungan parameter statistic

Hasil perhitungan parameter statistic ditujukan oleh tabel 2.1 berikut ini

Tabel 2.1. Syarat Penggunaan jenis Sebaran

Jenis Sebaran	Syarat
Normal	$C_s = 0,00$
	$C_k = 3,00$
Log Normal	$C_s = C_v^3 + 3 C_v$
	$C_s = C_v^8 + 6C_v^6 + 15C_v^4 + 16C_v^2 + 3$
Gumbel	$C_k = 5,4002$ $C_s=1,139$
Log Pearson Type III	$C_s$ antara 0 – 0,9

(Sumber : Soewarno, 1995)

## 2) Berdasarkan hasil uji keselarasan

Uji keserasian bertujuan untuk menilai keselarasan antara peluang yang dipilih dengan distribusi statistik dari data sampel yang sedang dipelajari. Ada dua jenis uji keserasian fungsi yang umum digunakan, yaitu Uji Chi-Square dan Uji Smirnov-Kolmogorov. Pada umumnya, kita berharap mendapatkan nilai yang serupa antara hasil perhitungan dan apa yang diamati dalam pengujian ini.

### B. Curah Hujan Rencana

Curah Hujan ialah jumlah air yang jatuh di permukaan tanah selama periode tertentu tanpa mengalami penguapan, limpasan, atau infiltrasi, dan diukur dalam satuan tinggi (mm) di atas permukaan datar.

Perhitungan curah hujan rencana digunakan untuk memproyeksikan jumlah curah hujan yang akan terjadi dalam periode mendatang. Selanjutnya intensitas hujan dihitung berdasarkan perkiraan curah hujan tersebut, yang kemudian digunakan untuk mengestimasi debit banjir rencana (Sosrodarsono & Takeda, 1977).

Terdapat berbagai ide yang mengusulkan penggunaan rencana curah hujan dalam perencanaan, termasuk aspek teknis, untuk memeriksa data hidrologi mengenai rencana curah hujan saat ini dari suatu peristiwa, yaitu:

#### 1. Metode Gumbel

Distribusi Gumbel sering digunakan dalam analisis data maksimum, seperti dalam studi frekuensi banjir. Distribusi Gumbel memiliki parameter kemiringan (Coefficient of Skewness) sebesar 1,139 dan parameter kurtosis (Coefficient Kurtosis) sebesar kurang dari 5,4002. Dalam metode ini,

umumnya diterapkan distribusi dobel eksponensial untuk menganalisis distribusi dan nilai-nilai ekstrem.

Parameter statistic yang digunakan dalam menganalisis distribusi nilai ekstrim Gumbel adalah sebagai berikut (Loebis, 1984):

- Menentukan harga standar deviasi

$$S_x = \frac{\sum_{t=1}^n (X_i - X_r)^2}{n-1} \dots\dots\dots (2.9)$$

(Loebis, 1984)

Dimana :

Sx : Standard deviasi

Xi : Curah hujan rata-rata

Xr : Harga rata-rata

N : Jumlah data

- Hitung nilai faktor Frekuensi (K)

$$K = \frac{Y_t - Y_n}{S_n} \dots\dots\dots (2.10)$$

( Loebis,1984)

Dimana :

K = Faktor frekuensi

Yt = Reduced variated

Yn = Harga rata-rata reduce variate

Sn = Reduced standard deviation

- Hitung Hujan Dalam Periode Ulang T Tahun

$$X_t = X_r + (K \cdot S_x) \dots\dots\dots (2.11)$$

(Loebis, 1984)

Dimana :

$X_t$  = Hujan dalam periode ulang T-tahun

$X_r$  = Harga rata – rata

$S_x$  = Reduced standard deviation

Tabel 2.3. Reduksi Fungsi dari Probabilitas

T	$Y_t$	t	$Y_t$
1,01	-1,53	20	2,97
1,58	0,00	50	3,90
2,00	0,37	100	4,60
5,00	1,50	200	5,30
10,00	2,25	500	6,21

Sumber: (Soemarto & Indarto, 1999)

Tabel 2.2. Hubungan reduce mean ( $Y_n$ ) dengan banyaknya sampel (n)

n.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,4952	0,4996	0,5035	0,507	0,51	0,5128	0,5157	0,5181	0,5202	0,522
20	0,5236	0,5252	0,5268	0,5283	0,5296	0,5309	0,532	0,5332	0,5343	0,535
30	0,5362	0,5371	0,538	0,5388	0,5396	0,5402	0,541	0,5418	0,5424	0,543
40	0,5436	0,5442	0,5448	0,5453	0,5458	0,5463	0,5468	0,5473	0,5477	0,5481
50	0,5485	0,5489	0,5493	0,5497	0,5501	0,5504	0,5508	0,5511	0,5515	0,5518
60	0,5521	0,5524	0,5527	0,553	0,5533	0,5535	0,5538	0,554	0,5543	0,5545
70	0,5548	0,555	0,5552	0,5555	0,5557	0,5559	0,5561	0,5563	0,5565	0,5567
80	0,5569	0,557	0,5572	0,5574	0,5576	0,5578	0,558	0,558	0,5583	0,5585
90	0,5586	0,5587	0,5589	0,5591	0,5592	0,5593	0,5595	0,5596	0,5598	0,5599
100	0,56									

Sumber: (Soewarno, n.d., 1995)

Tabel 2.4. Hubungan Reduce Standar Deviasi ( $\sigma_n$ ) dengan Banyaknya Sampel (n)

n.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,94	0,96	0,98	0,99	1	1,02	1,03	1,04	1,04	1,05
20	1,06	1,06	1,07	1,08	1,08	1,09	1,09	1,1	1,1	1,1
30	1,11	1,11	1,11	1,12	1,12	1,12	1,12	1,13	1,13	1,13
40	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15
50	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16
60	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17
70	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18
80	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19
90	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
100	1,2									

Sumber: (Soewarno, n.d., 1995)

## 2. Metode Log Pearson Type III

Pada dasarnya langkah penyelesaian distribusi Log Pearson Type III membutuhkan nilai rata-rata, standar deviasi dan koefisien asimetri (Triatmojo B. , 2010). Adapun persamaan-persamaan dalam perhitungan Log Pearson Tipe III Yaitu:

a. Menentukan Nilai Rata-Rata:

$$\text{Log } X = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} (\text{Log } X_i)}{n} \dots\dots\dots (2.12)$$

b. Menentukan Standar Deviasi:

$$S_x^2 = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} (\text{Log } X_i - \text{Log } X_i)^2}{n-1} \dots\dots\dots (2.13)$$

c. Menentukan Koefisien Asimetri:

$$C_s = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} (\text{Log } X_i - \text{Log } X_i)^3}{(n-1)(n-2)(S_x)^2} \dots\dots\dots (2.14)$$

d. Menghitung besarnya logaritma Curah Hujan Rencana dalam t - tahun

$$\log X = \log \bar{X} + G \frac{X - \bar{X}}{S_x} \dots \dots \dots (2.15)$$

$$X = \text{Anti Log } \log X$$

Dimana:

$\log X$  : Logaritma curah hujan yang dicari

$\log \bar{X}$  : Logaritma rerata dari curah hujan

$\log X_i$  : Logaritma curah hujan tahun ke 9

$G$  : Konstanta Log Pearson Type III Berdasarkan Koefisien Asimetri.

$S_x$  : Simpangan Baku

$C_s$  : Koefisien Asimetri (Skewness)

$N$  : Jumlah Data

Nilai konstanta  $G$  pada distribusi log pearson Type III untuk koefisien Asimetri positif dan negatif.



Tabel 2. 5 Nilai-nilai G untuk Distribusi Log Pearson III Untuk Cs Positif

Cs	Kala Ulang											
	1,0101	1,0526	1,1111	1,25	2	5	10	25	50	100	200	1000
	Peluang terjadinya banjir (%)											
	99.00	95.00	90.00	80.00	50.00	20.00	10.00	4.00	2.00	1.00	0.50	0.10
0.0	-2.326	-1.645	-1.282	-0.842	0.000	0.842	1.282	1.751	2.054	2.326	2.576	3.090
0.1	-2.252	-1.616	-1.270	-0.846	-0.017	0.836	1.292	1.785	2.107	2.400	2.670	3.235
0.2	-2.175	-1.586	-1.258	-0.850	-0.033	0.830	1.301	1.818	2.159	2.472	2.763	3.380
0.3	-2.104	-1.555	-1.245	-0.853	-0.050	0.824	1.309	1.849	2.211	2.544	2.856	3.525
0.4	-2.029	-1.524	-1.231	-0.855	-0.066	0.816	1.317	1.880	2.261	2.615	2.949	3.670
0.5	-1.955	-1.491	-1.216	-0.856	-0.083	0.808	1.323	1.910	2.311	2.686	3.041	3.815
0.6	-1.880	-1.458	-1.200	-0.857	-0.099	0.800	1.328	1.939	2.359	2.755	3.132	3.960
0.7	-1.806	-1.423	-1.183	-0.857	-0.116	0.790	1.333	1.967	2.407	2.824	3.223	4.105
0.8	-1.733	-1.388	-1.166	-0.856	-0.132	0.780	1.336	1.993	2.453	2.891	3.312	4.250
0.9	-1.660	-1.353	-1.147	-0.854	-0.148	0.769	1.339	2.018	2.498	2.957	3.401	4.395
1.0	-1.588	-1.317	-1.128	-0.852	-0.164	0.758	1.340	2.043	2.542	3.022	3.489	4.540
1.1	-1.518	-1.280	-1.107	-0.848	-0.180	0.745	1.341	2.006	2.585	3.087	3.575	4.680
1.2	-1.449	-1.243	-1.086	-0.844	-0.195	0.732	1.340	2.087	2.626	3.149	3.661	4.820
1.3	-1.388	-1.206	-1.064	-0.838	-0.210	0.719	1.339	2.108	2.666	3.211	3.745	4.965
1.4	-1.318	-1.163	-1.041	-0.832	-0.225	0.705	1.337	2.128	2.706	3.271	3.828	5.110
1.5	-1.256	-1.131	-1.018	-0.825	-0.240	0.690	1.333	2.146	2.743	3.330	3.910	5.250
1.6	-1.197	-1.093	-0.994	-0.817	-0.254		1.329	2.163	2.780	3.388	3.990	5.390
1.7	-1.140	-1.056	-0.970	-0.808	-0.268	0.660	1.324	2.179	2.815	3.444	4.069	5.525
1.8	-1.087	-1.020	-0.945	-0.799	-0.282	0.643	1.318	2.193	2.848	3.499	4.147	5.660
1.9	-1.037	-0.984	-0.920	-0.788	-0.294	0.627	1.310	2.207	2.881	3.553	4.223	5.785
2.0	-0.990	-0.949	-0.895	-0.777	-0.307	0.609	1.302	2.219	2.912	3.605	4.298	5.910
2.1	-0.946	-0.914	-0.869	-0.765	-0.319	0.592	1.294	2.230	2.942	3.656	4.372	6.055
2.2	-0.905	-0.882	-0.844	-0.752	-0.330	0.574	1.284	2.240	2.970	3.705	4.454	6.200
2.3	-0.867	-0.850	-0.819	-0.739	-0.341	0.555	1.274	2.248	2.997	3.753	4.515	6.333
2.4	-0.832	-0.819	-0.795	-0.725	-0.351	0.537	1.262	2.256	3.023	3.800	4.584	6.467
2.5	-0.799	-0.790	-0.771	-0.711	-0.360	0.518	1.250	2.262	3.048	3.845	4.652	6.600
2.6	-0.769	-0.762	-0.747	-0.696	-0.368	0.499	1.238	2.267	3.071	3.889	4.718	6.730
2.7	-0.740	-0.736	-0.724	-0.681	-0.376	0.479	1.224	2.272	3.097	3.932	4.783	6.860
2.8	-0.714	-0.711	-0.702	-0.666	-0.384	0.460	1.210	2.275	3.114	3.973	4.847	6.990
2.9	-0.690	-0.688	-0.681	-0.651	-0.390	0.440	1.195	2.277	3.134	4.013	4.909	7.120
3.0	-0.667	-0.665	-0.660	-0.636	-0.396	0.420	1.180	2.278	3.152	4.051	4.970	7.250

Sumber: (Soemarto & Indarto, 1999)

Tabel 2. 6 Nilai-nilai G untuk Distribusi Log Pearson III Untuk Cs Negatif

Cs	Kala Ulang( Tahun)												
	1.0101	1.0526	1.1111	1.25	2	5	10	25	50	100	200		1000
	Peluang Terjadinya Banjir (%)												
	99.00	95.00	90.00	80.00	50.00	20.00	10.00	4.00	2.00	1.00	0.50	0.10	
-0.0	-2.326	-1.645	-1.282	-0.842	0.000	0.842	1.282	1.751	2.054	2.326	2.576	3.090	
-0.1	-2.400	-1.673	-1.292	-0.836	0.017	0.846	1.270	1.716	2.000	2.252	2.482	2.950	
-0.2	-2.472	-1.700	-1.301	-0.830	0.033	0.850	1.258	1.680	1.945	2.178	2.388	2.810	
-0.3	-2.544	-1.726	-1.309	-0.824	0.050	0.853	1.245	1.643	1.890	2.104	2.294	2.675	
-0.4	-2.615	-1.750	-1.317	-0.816	0.066	0.855	1.231	1.606	1.834	2.029	2.201	2.540	
-0.5	-2.686	-1.774	-1.323	-0.808	0.083	0.856	1.216	1.567	1.777	1.955	2.108	2.400	
-0.6	-2.755	-1.797	-1.328	-0.800	0.099	0.857	1.200	1.528	1.720	1.880	2.016	2.275	
-0.7	-2.824	-1.819	-1.333	-0.790	0.116	0.857	1.183	1.488	1.663	1.806	1.926	2.150	
-0.8	-2.891	-1.839	-1.336	-0.780	0.132	0.856	1.166	1.448	1.606	1.733	1.837	2.035	
-0.9	-2.957	-1.858	-1.339	-0.769	0.148	0.854	1.147	1.407	1.549	1.660	1.749	1.910	
-1.0	-3.022	-1.877	-1.340	-0.758		0.852	1.128	1.366	1.492	1.588	1.664	1.800	
-1.1	-3.087	-1.894	-1.341	-0.745	0.180	0.848	1.107	1.324	1.435	1.518	1.581	1.713	
-1.2	-3.149	-1.190	-1.340	-0.732	0.195	0.844	1.086	1.282	1.379	1.449	1.501	1.625	
-1.3	-3.211	-1.925	-1.339	-0.719	0.210	0.838	1.064	1.240	1.324	1.383	1.424	1.545	
-1.4	-3.271	-1.938	-1.337	-0.705	0.225	0.832	1.041	1.198	1.270	1.318	1.351	1.465	
-1.5	-3.330	-1.951	-1.333	-0.690	0.240	0.825	1.018	1.157	1.217	1.318	1.351	1.373	
-1.6	-3.388	-1.962	-1.329	-0.875	0.254	0.817	0.994	1.116	1.166	1.197	1.216	1.280	
-1.7	-3.444	-1.972	-1.324	-0.660	0.268	0.808	0.970	1.075	1.116	1.140	1.155	1.205	
-1.8	-3.499	-1.981	-1.318	-0.643	0.282	0.799	0.945	1.035	1.069	1.087	1.097	1.130	
-1.9	-3.553	-1.989	-1.310	-0.627	0.294	0.788	0.920	0.996	1.023	1.037	1.044	1.065	
-2.0	-3.605	-1.996	-1.302	-0.609	0.307	0.777	0.895	0.959	0.980	0.990	0.995	1.000	
-2.1	-3.656	-2.001	-1.294	-0.592	0.319	0.765	0.869	0.923	0.939	0.946	0.949	0.955	
-2.2	-3.705	-2.006	-1.284	-0.574	0.330	0.752	0.844	0.888	0.900	0.905	0.907	0.910	
-2.3	-3.753	-2.009	-1.274	-0.555	0.341	0.739	0.819	0.855	0.864	0.867	0.869	0.874	
-2.4	-3.800	-2.011	-1.262	-0.537	0.351	0.725	0.795	0.823	0.830	0.832	0.833	0.838	
-2.5	-3.845	-2.012	-1.290	-0.518	0.360	0.711	0.771	0.793	0.798	0.799	0.800	0.802	
-2.6	-3.889	-2.013	-1.238	-0.499	0.368	0.696	0.747	0.764	0.768	0.769	0.769	0.775	
-2.7	-3.932	-2.012	-1.224	-0.479	0.376	0.681	0.724	0.738	0.740	0.740	0.741	0.748	
-2.8	-3.973	-2.010	-1.210	-0.460	0.384	0.666	0.702	0.712	0.714	0.714	0.714	0.722	
-2.9	-4.013	-2.007	-1.195	-0.440	0.330	0.651	0.681	0.683	0.689	0.690	0.690	0.695	
-3.0	-4.051	-2.003	-1.180	-0.420	0.390	0.636	0.660	0.666	0.666	0.667	0.667	0.668	

Sumber: (Soemarto & Indarto, 1999)

## 2.7. Intensitas Curah Hujan

Intensitas curah hujan merujuk pada tingkat kepadatan hujan saat air terkumpul dalam suatu waktu, dan biasanya diukur dalam satuan milimeter per jam. Dengan kata lain, intensitas curah hujan juga diartikan ketinggian curah hujan yang terjadi dalam suatu kurun waktu tertentu.

Sifat umum hujan mencakup hubungan antara durasi hujan, intensitas hujan, dan periode ulang hujan. Intensitas curah hujan cenderung lebih tinggi ketika hujan terjadi dalam waktu yang singkat. Selain itu, semakin besar periode ulang (interval antara hujan serupa), semakin tinggi intensitas curah hujan tersebut. Penentuan intensitas curah hujan ini dilakukan dengan menganalisis data hujan yang terjadi di masa lampau. Data ini dapat memberikan wawasan tentang pola dan karakteristik hujan di suatu daerah.

Berdasarkan pengamatan observasi hujan di Indonesia, hujan terpusat hanya terjadi maksimal 7 jam dalam satu waktu. Berdasarkan observasi ini dapat diasumsikan bahwa hujan terpusat paling lama terjadi selama 6 jam dalam sehari. Pola sebaran hujan dalam berbagai jam dihitung menggunakan rumus Mononobe:

Bentuk umum Rumus Mononobe untuk menghitung rata-rata hujan dari awal hingga jam ke-T

$$R_t = \frac{R_{24}}{t} \left(\frac{t}{T}\right)^{2/3} \dots\dots\dots(2.16)$$

Dimana :  $R_t$  : Intensitas hujan rerata dalam T jam (%)

$R_{24}$  : Curah hujan efektif harian (selama 24 jam/mm)

$t$  : Waktu konsentrasi hujan = 6 (enam) jam

$T$  : Waktu mulai hujan

Berdasarkan persentase intensitas hujan rata-rata yang didapat dari persamaan di atas, dilakukan distribusi hujan untuk setiap jam kejadian hujan tersebut terhadap curah hujan efektif 1 hari ( $R_{24}$ ). Langkah pendekatan persamaan tersebut adalah:

$$R_t = [t \times R_t (R_{24})] - [(t - 1) \times (T - 1)] \dots \dots \dots (2.17)$$

Sedangkan untuk mencari curah hujan rencana efektif untuk setiap jam kejadian dalam periode ulang tertentu diperlukan data-data sebagai berikut:

- a. Intensitas curah hujan maksimum ( $R_{maks}$ ) pada periode ulang tersebut
- b. Data perhitungan curah hujan rancangan dengan Metode Gumbel
- c. Koefisien limpasan ( $c$ )

Berdasarkan data-data tersebut curah hujan netto atau curah hujan efektif dapat dihitung dengan

$$R_n = c \times R_{maks}$$

Sumber: (Amir et al., 2021)

Data ini dikalikan dengan persentasi hujan pada setiap jam kejadian akan diperoleh nilai curah hujan rencana efektif dengan langkah perhitungan sebagai berikut:

$T_r$  : 2 Tahun

$R_{maks}$  : 126,2653

$C$  : 0,4 (Koefisien Hutan Datar)

$R_n$  :  $c \times R_{maks} = 0,4 \times 126,2653$   
 $= 50,51 \text{ mm/hari}$

Jadi curah hujan efektif  $= 55,03 \% \times R_n$   
 $= 55,03 \% \times 50,51 \text{ mm/hari}$   
 $= 27,80 \text{ mm/hari}$

## 2.8. Debit Banjir Rencana

Banjir rencana adalah debit maksimum di sungai atau saluran alamiah dengan periode ulang (rata-rata) yang sudah ditentukan yang dapat dialirkan tanpa membahayakan stabilitas bangunan waduk.

Dalam menentukan besarnya debit banjir rencana dengan kala ulang 2, 5, 10, 25, 50, 100, dan 200 tahun didasarkan pada analisis curah hujan rencana dari data curah hujan harian maksimum. Perhitungan debit banjir rencana dihitung dengan menggunakan metode HSS Nakayasu:

### 1. Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu (HSS Nakayasu)

Konsep hidrograf satuan sintetik merupakan penerapan teori sistem linear dalam hidrologi. Daerah aliran sungan dipandang sebagai black box dan sistemnya ditandai oleh tanggapan (response)  $Q$  terhadap input

tertentu. Dalam hal ini inputnya adalah hujan merata dengan intensitas konstan sebesar  $i$  dalam durasi  $T$  yang terbagi rata di atas daerah aliran sungai.

Hidrograf satuan suatu daerah aliran sungai adalah limpasan langsung yang diakibatkan oleh suatu satuan volume hujan efektif, yang terbagi rata dalam waktu dan ruang (Soemarto & Indarto, 1999).

Hidrograf satuan sintetik metode DR. Nakayasu telah berulang kali diterapkan di Jawa Timur terutama pada DAS kali Brantas. Hingga saat ini hasilnya cukup memuaskan. Penggunaan metode ini memerlukan beberapa karakteristik parameter daerah alirannya.

Hidrograf satuan sintetik metode Nakayasu pada suatu DAS memerlukan beberapa karakteristik parameter daerah alirannya:

- Tenggang waktu dari permulaan hujan sampai puncak hidrograf
- Tenggang waktu dari titik berat hujan sampai titik berat hidrograf
- Tenggang waktu hidrograf
- Luas daerah tangkapan air
- Panjang alur sungai utama terpanjang
- Koefisien limpasan

Rumus-rumus yang digunakan dalam Hidrograf Satuan Sintetik Nakayashu adalah sebagai berikut (Triatmojo B. , 2008):

Lama Hujan Efektif ( $T_r$ )

$$T_r = 0,5 T_g s/d \dots \dots \dots (2.17)$$

Dimana :

$T_r$  : Satuan durasi hujan

$T_g$  : time lag atau waktu antara hujan sampai debit puncak banjir

Untuk menghitung  $T_p$  dan  $T_{0,3}$  menggunakan rumus-rumus berikut :

$$T_p = t_g + 0,8 t_r \dots\dots\dots(2.18)$$

Dimana  $T_g$  didapat dari :

- Jika Panjang sungai > 15 Km

$$t_g = 0,4 + 0,058 L \dots\dots\dots(2.19)$$

- Jika Panjang sungai < 15 Km

$$t_g = 0,21 L^{0,7} \dots\dots\dots(2.20)$$

Sedangkan nilai  $T_{0,3}$  didapat dari:

$$T_{0,3} = \alpha \cdot T_g \dots\dots\dots(2.21)$$

Debit Puncak Banjir ( $Q_p$ )

$$Q_p = \frac{C.A.Ro}{3,6(0,3 T_p + T_{0,3})} \dots\dots\dots(2.22)$$

Parameter Hidrograf

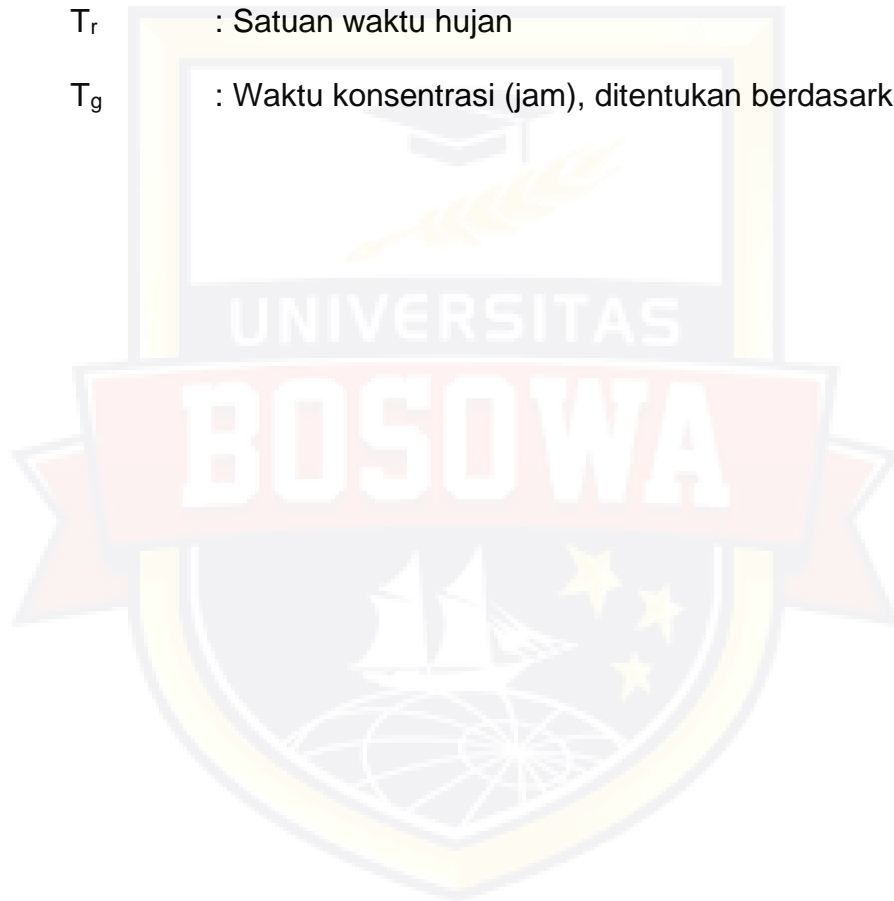
$$\alpha = (0,47x(AxL)^{0,25}/T_g) \dots\dots\dots(2.23)$$

Dimana :

$Q_p$  : Debit puncak banjir (m<sup>3</sup> /det) 24



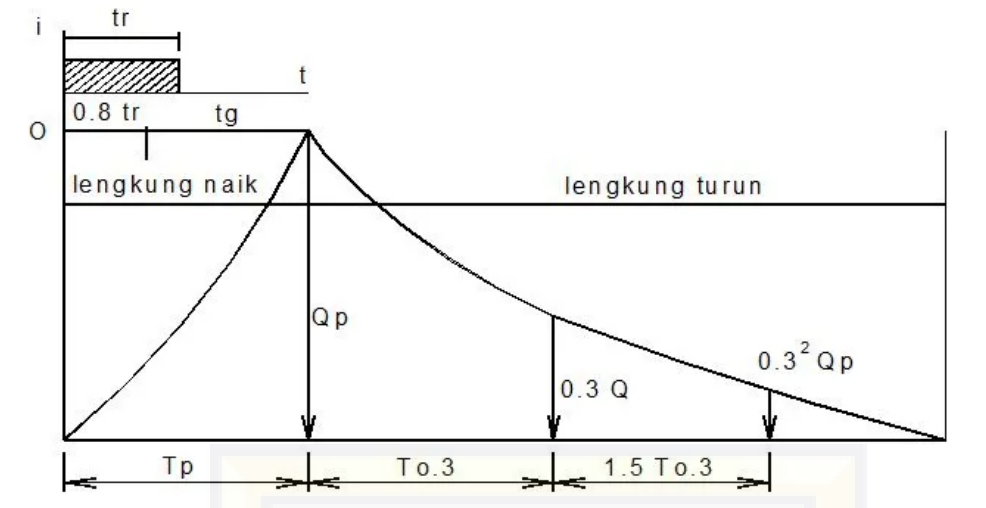
- C : Koefisien limpasan
- $\alpha$  : parameter hidrograf
- A : Luas daerah aliran sungai (km<sup>2</sup> )
- R<sub>0</sub> : Hujan satuan ; 1 mm Tp = Waktu puncak (jam)
- T<sub>0,3</sub> : Waktu yang diperlukan untuk penurunan debit, dari debit puncak menjadi 30% dari debit puncak (jam)
- T<sub>r</sub> : Satuan waktu hujan
- T<sub>g</sub> : Waktu konsentrasi (jam), ditentukan berdasarkan L



Tabel 2.7. Koefisien Limpasan (C)

No	Deskripsi Lahan / Karakter Permukaan	Koefisien C
1.	Bisnis	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Perkotaan</li> <li>▪ Pinggiran</li> </ul>	0,70 – 0,95 0,50 – 0,70
2.	Perumahan	
	▪ rumah tunggal	0,30 – 0,50
	▪ multiunit terpisah, terpisah	0,40 – 0,60
	▪ multiunit, tergabung	0,60 – 0,75
	▪ perkampungan	0,25 – 0,40
▪ apartemen	0,50 – 0,70	
3	Industri	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ ringan</li> <li>▪ berat</li> </ul>	0,50 – 0,80 0,60 – 0,90
	Perkerasan	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ aspal dan beton</li> <li>▪ batu bata, paving</li> </ul>	0,70 – 0,95 0,50 – 0,70
	Atap	0,75 – 0,95
	Halaman, tanah berpasir	
	datar 2%	0,05 – 0,10
	rata-rata 2 – 7%	0,10 – 0,15
	curam 7%	0,15 – 0,20
	Halaman tanah berat	
	datar 2%	0,13 – 0,17
	rata-rata 2 – 7%	0,18 – 0,22
	curam 7%	0,25 – 0,35
	Halaman kereta api	0,10 – 0,35
	Taman tempat bermain	0,20 – 0,35
	Taman, pekuburan	0,10 – 0,25
	Hutan	
	datar, 0 – 5%	0,10 – 0,40
	bergelombang, 5 – 10%	0,25 – 0,50
	berbukit 10 – 30%	0,30 – 0,60

(Sumber : Suripin 2004)



Gambar 2.7. Hidrograf Satuan Sintetis Metode Nakayasu.

(Sumber : Bambang Triatmodjo 2006)

Berdasarkan keadaan kurva di atas, persamaan hidrograf satuan sintetis adalah sebagai berikut:

1. Keadaan kurva naik ( $0 \leq t < T_p$ ) :

$$Q_t = Q_p \left( \frac{t}{T_p} \right)^{2,4} \dots\dots\dots(2.24)$$

2. Keadaan kuva turun:

- a. Interval nilai ( $T_p \leq t < (T_p + T_{0,3})$ )

$$Q_t = Q_p + 0,3 \left( \frac{t-T_p}{T_{0,3}} \right) \dots\dots\dots(2.25)$$

- b. Interval nilai ( $T_p + T_{0,3} \leq t < T_p + T_{0,3} + 1,5 T_{0,3}$ )

$$Q_t = Q_p + 0,3 \left( \frac{t-T_p+T_{0,3}}{1,5 T_{0,3}} \right) \dots\dots\dots(2.26)$$

- c. Interval nilai ( $t > T_p + T_{0,3} + 1,5 T_{0,3}$ )

$$Q_t = Q_p + 0,3 \left( \frac{t-T_p+1,5 T_{0,3}}{1,5 T_{0,3}} \right) \dots\dots\dots(2.27)$$

Karena rumus tersebut bersifat empiris, pemilihan  $T_p$  yang tepat dan parameter serta pola distribusi hujan harus dilakukan sebelum menerapkannya pada DAS untuk menghasilkan pola hidrograf yang sesuai dengan hidrograf banjir yang diamati.

Berdasarkan analisis- analisis di atas, hidrograf banjir dapat dihitung dengan persamaan:

$$Q_k = U_1.R_i + U_2.R_{i-1} + U_3.R_{i-2} + \dots \dots \dots + U_n.R_{i-n} + B_f \dots\dots\dots(2.28)$$

Dimana :

$Q_k$  : Debit banjir pada jam ke-k.

$U_n$  : : Ordinat hidograf satuan.

$R_i$  : Hujan netto pada jam ke-i

$B_f$  : Aliran dasar

Rumus diatas dapat ditampilkan dalam bentuk tabel sebagai berikut:

Tabel 2.8. Hidrograf satuan sintetik nakayasu

Hidrograf Satuan	R1	R2	...	Rm	Aliran dasar	Debit
(m3/dt/mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(m3/det)	(m3/det)
<b>q1</b>	q1.R1	---	---	---	Bf	Q1
<b>q2</b>	q2.R2	q1.R2	---	---	Bf	Q2
<b>q3</b>	q3.R3	q2.R2	q1...	---	Bf	Q3
<b>q4</b>	q4.R4	q3.R2	q2...	q1 . Rm	Bf	Q4
<b>q5</b>	q5.R5	q4.R2	q3...	q2 . Rm	Bf	Q5
...	...	q5.R2	q4...	q3 . Rm	Bf	Qn
<b>qn</b>	qn.R1	...	q5...	q4 . Rm	Bf	Qn+1
		qn.R2	...	q5 . Rm	Bf	Qn+2
			qn...	...	Bf	Qn+3
				qn . Rm	Bf	Qn+m-1

(Sumber : CD.Soemarto)

## 2.9. Efektivitas

Menurut definisi Pius A. Partanto dan M. Dahlan Al Barry, “efektivitas berasal dari kata efek yang artinya pengaruh yang ditimbulkan oleh sebab akibat/dampak”. Efektif yang artinya berhasil, sedangkan efektivitas menurut bahasa berarti ketepatan guna, hasil guna, menunjang tujuan (Partanto Pius & M. Dahlan Al Barry, 1994).

Menurut Dinas Pendidikan Dan Kebudayaan, “efektivitas adalah keadaan berpengaruh, dapat membawa dan berhasil guna (usaha, tindakan).”

Secara umum teori efektivitas berorientasi pada tujuan, sebagai mana Etzioni mengatakan keefektivan adalah derajat dimana organisasi mencapai tujuannya.

Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) memberikan definisi “efektif” secara jelas, yaitu: “kegiatan yang memberikan hasil yang memuaskan dengan memanfaatkan waktu dengan cara yang sebaik-baiknya. Dengan demikian pada dasarnya “efektivitas” merujuk pada suatu ukuran perolehan yang memiliki kesesuaian antara hasil yang dicapai dengan hasil yang diharapkan dan telah ditetapkan terlebih dahulu.

Berdasarkan definisi-definisi diatas, dapat disimpulkan bahwa efektivitas adalah hal yang berkaitan dengan keberhasilan, manfaat dan seberapa target baik kuantitas, kualitas, maupun waktu yang telah dicapai dari suatu perlakuan yang diterapkan kepada subjek penelitian.

Adapun metode untuk menentukan sebuah efektivitas adalah sebagai berikut :

Rumus efektivitas kapasitas tampung waduk/Kolam Regulasi pada saat debit maksimum:

$$Q_{200} = \frac{\text{kapasitas maks}}{Q_{maks}} \dots\dots\dots(2.29)$$

sumber : (Amir et al., 2021)

Dimana :

Kapasitas maks : Kapasitas maksimum Waduk/Kolam Regulasi  
(m<sup>3</sup>)

Qmaks : Debit maksimum HSS Nakayasu (m<sup>3</sup>/det)

## 2.10. Kolam Regulasi

Kolam regulasi merupakan suatu bentuk kolam yang memiliki fungsi mengatur dan mengendalikan aliran air. Kolam ini biasanya di bangun di daerah aliran Sungai atau bendungan dan digunakan untuk menjaga ketersediaan air yang stabil dalam jangka waktu tertentu.

Pengertian umum kolam regulasi sebagai berikut:

- Kolam regulasi dirancang untuk menangkap seluruh atau sebagian air banjir pada bagian hulu areal banjir
- Berfungsi menampung air untuk sementara waktu untuk mengurangi laju aliran dan ketinggian air banjir di daerah hilir selama terjadi puncak banjir dan melepaskannya setelah hujan reda melalui pintu pengatur dan stasiun pompa

- Kolam regulasi harus terletak di hulu dari pada areal yang akan dilindungi banjir

A. Komponen-komponen pada kolam regulasi:

- Kolam (*reservoir*) sebagai tempat penampungan air banjir untuk sementara waktu yang dibuat dari hasil penggalian tanah dengan daya tampung seperti yang diinginkan.
- Bangunan inlet berupa bangunan pelimpah (*spillway*) yang terbuat dari beton bertulang. Bangunan ini berfungsi mengalirkan air banjir dari sungai menuju ke kolam regulasi.
- Bangunan outlet terdiri dari pintu pengatur dari baja dan stasiun pompa, berfungsi mengalirkan air dari kolam menuju ke hilir sungai ketika debit banjir di sungai sudah surut.

B. Karakteristik Kolam Regulasi

- Terletak di daerah hulu untuk mengamankan daerah bagian hilir sungai dari bahaya banjir, terutama sungai yang bermuara di perkotaan.
- Dimensi saluran air tidak terlalu lebar untuk memudahkan dalam pembebasan tanah
- Debit saluran di hilir Kolam Regulasi akan kecil dibandingkan bila tanpa Kolam

Kriteria Kolam Regulasi yang baik

- Bisa dikembangkan dengan baik tanpa mengalami kebocoran dengan mercu sesuai dengan elevasi yang direncanakan.

- Kapasitas Tampung Kolam harus mencukupi sehingga sisa debit banjir yang masih mengalir di Sungai masih mampu ditampung oleh kapasitas Sungai yang berada di sebelah hilirnya.
- Tubuh bendung terlindungi dari temperature tinggi akibat sengatan sinar matahari, misalnya dengan isolator dan pipa Pelepas udara.
- Tubuh bendung aman terhadap gangguan publik dan transportasi Sungai. Tubuh bendung tahan terhadap abrasi sedimen aman terhadap arus air dan angkutan sedimen/sampah.

#### **2.11. Penelitian Terdahulu**

Julian Koby Mujaidir (2016) melakukan penelitian kapasitas waduk promenade menggunakan citra medan di Jawa Timur. Dalam penelitian tersebut rencana distribusi Gumbel dipilih berdasarkan analisis curah hujan tertinggi dan memiliki periode ulang 100 tahun sebesar 151,53 mm, kala ulang 10 tahun sebesar 7.288 m<sup>3</sup>/detik, dan periode 5 tahun sebesar 6.492 m<sup>3</sup> /detik. Setelah melakukan analisis disimpulkan bahwa dimensi waduk 18.025 m<sup>2</sup> belum mampu memenuhi kebutuhan volume waduk, dimana terdapat beberapa titik saluran lidah kulon dengan tinggi muka air banjir yang kritis. Rencana pengecilan waduk menjadi 7000 m<sup>2</sup> berakibat banjir pada saluran lidah kulon karena debit yang masuk ke waduk tidak dapat ditampung oleh waduk secara maksimal.



Sedangkan Lukman Hakim menganalisis daya tampung Waduk Manunggal Daya untuk pemenuhan kebutuhan air irigasi. Dari hasil analisis dan perhitungan diperoleh hasil sebagai berikut: kebutuhan air maksimum yang dicapai pada pertengahan bulan kedua Februari adalah 1,19 L/det/ha.

Pada perhitungan analisis pada ketersediaan air dengan F.J. Nilai beban utama (Q80) maksimum pada bulan Desember sebesar 881,78 l/s dan debit support terkecil (Q80) sebesar 48,15 l/s pada bulan Juli. Hasil analisis metode gelombang menunjukkan total kapasitas tampung tangki adalah 4.479.866 m<sup>3</sup>. Hasil analisis kegunaan topografi menunjukkan volume waduk sebesar 2.943.897.290 m<sup>3</sup>. Tinggi minimal + 90 m dan tinggi maksimal dengan tangki bahan bakar penuh + 105 m. Karena hasil analisis kegunaan topografi lebih rendah daripada analisis metode wavelet, hasil perhitungan kegunaan topografi dari analisis yang lebih rendah digunakan (Hakim, 2019).

Hakim Duppa dalam penelitiannya tentang pengaruh sedimen Waduk Pengatur Nipa-Nipa terhadap pengendalian banjir di kota Makassar. Dari hasil penelusuran, hasil scan menunjukkan klasifikasi kerusakan erosi terendah adalah 33 dan nilai ranking tertinggi adalah 48. Perhitungan klasifikasi kerusakan erosi adalah sebagai berikut:  $K_i = X_1 - X_r / K = 48 - 33 = 15 / 5 = 3$ . Hasil analisis menunjukkan bahwa tingkat interval risiko erosi untuk Sungai Tallo dan Waduk Regulasi Nipa-Nipa adalah skor sekitar 3, angka adalah sekitar 3. Besarnya erosi per 98 satuan lahan adalah total = 558,80 ton/km<sup>2</sup> per tahun, rata-rata erosi yang terjadi di sungai dan danau yang diselaraskan adalah 5,15 ton/km<sup>2</sup>/tahun, sedimentasi yang terjadi di

sungai Tallo dan pengkondisian Kolam Regulasi Nipa-Nipa adalah 40 cm/tahun, yang akan mempengaruhi kapasitas kolam pengatur Nipa-Nipa untuk pengendalian banjir di Kota Makassar (Duppa, 2020).



## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1. Rancangan Penelitian**

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode penelitian dekskriptif yang dilaksanakan dengan langkah-langkah pengumpulan dan klasifikasi data, analisis data serta melakukan interpretasi dan kesimpulan dari data yang diperoleh. Penelitian ini disusun menggunakan pendekatan induktif yaitu mencari dan mengumpulkan data di lapangan dengan tujuan untuk mengetahui faktor-faktor, unsur-unsur bentuk, dan suatu sifat dari fenomena di masyarakat (Nasir, 1998).

Dalam rancangan penelitian, secara garis besar kegiatan yang dilakukan di bagi atas beberapa bagian, yaitu:

1. Studi Kepustakaan dengan mengumpulkan buku referensi dan hasil penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan judul penelitian yang dipilih.
2. Survey Lokasi sebagai tahapan awal penelitian untuk mengetahui tata letak dan keadaan lingkungan obyek penelitian serta mengumpulkan data-data awal
3. Persiapan Alat Survey yang akan diperlukan beberapa alat survey untuk melakukan penelitian di lokasi obyek penelitian.

#### **3.2. Lokasi Penelitian**

Penelitian dilakukan di Kolam Regulasi Nipa-Nipa yang berlokasi di Desa Moncongloe Lapara, Kecamatan Moncongloe, Kabupaten Maros. Di

sisi selatan daerah ini berbatasan dengan Kecamatan Manggala di Kota Makassar dan Kecamatan Pattalassang, Kabupaten Gowa dengan koordinat  $119,520659230^{\circ}$  BT dan  $5,165035460^{\circ}$  LS. Kolam Regulasi Nipa-Nipa terletak di bagian sebelah kanan Sungai Tallo, pada persimpangan Sungai Mangalarang dan jembatan Nipa-Nipa.



Gambar 3.1. Peta Lokasi Kolam Regulasi Nipa-Nipa



Gambar 3.2. Tata letak Kolam Regulasi Nipa-Nipa

### **3.3. Jenis dan Sumber Data Penelitian**

Pengumpulan data adalah tahap dimana informasi diperoleh dari praktik lapangan untuk diterapkan dalam rangka memecahkan permasalahan penelitian. Data berkualitas tinggi diperoleh melalui penerapan keterampilan pengumpulan dan pengolahan data yang relevan. Dalam hal ini, lembaga yang terkait adalah Dinas Pengairan Provinsi Sulawesi Selatan dan Balai Wilayah Sungai Jeneberang yang bertugas mencatat dan merencanakan data yang diperlukan guna mengembangkan pendekatan analisis data. Informasi yang terkumpul kemudian diubah menjadi format yang sesuai dan siap untuk dilakukan analisis lebih lanjut. Untuk ilustrasi lebih rinci, contohnya adalah pengumpulan data harian mengenai curah hujan maksimum yang diambil dari berbagai stasiun pencatat yang tersebar di daerah aliran sungai Tallo.

#### **A. Jenis data**

##### **1. Data primer**

Informasi ini dikumpulkan segera di lokasi percobaan dan setelah itu disusun menggunakan observasi lapangan.

##### **2. Data sekunder**

Data yang berada dari dokumen dan telah di inventarisasi oleh instansi yang berhubungan dengan tempat penelitian ini. Bisa juga diperoleh dari hasil studi literature, Laporan hasil penelitian yang menjadi pokok bahasan penelitian ini.

Data yang dimaksud adalah :

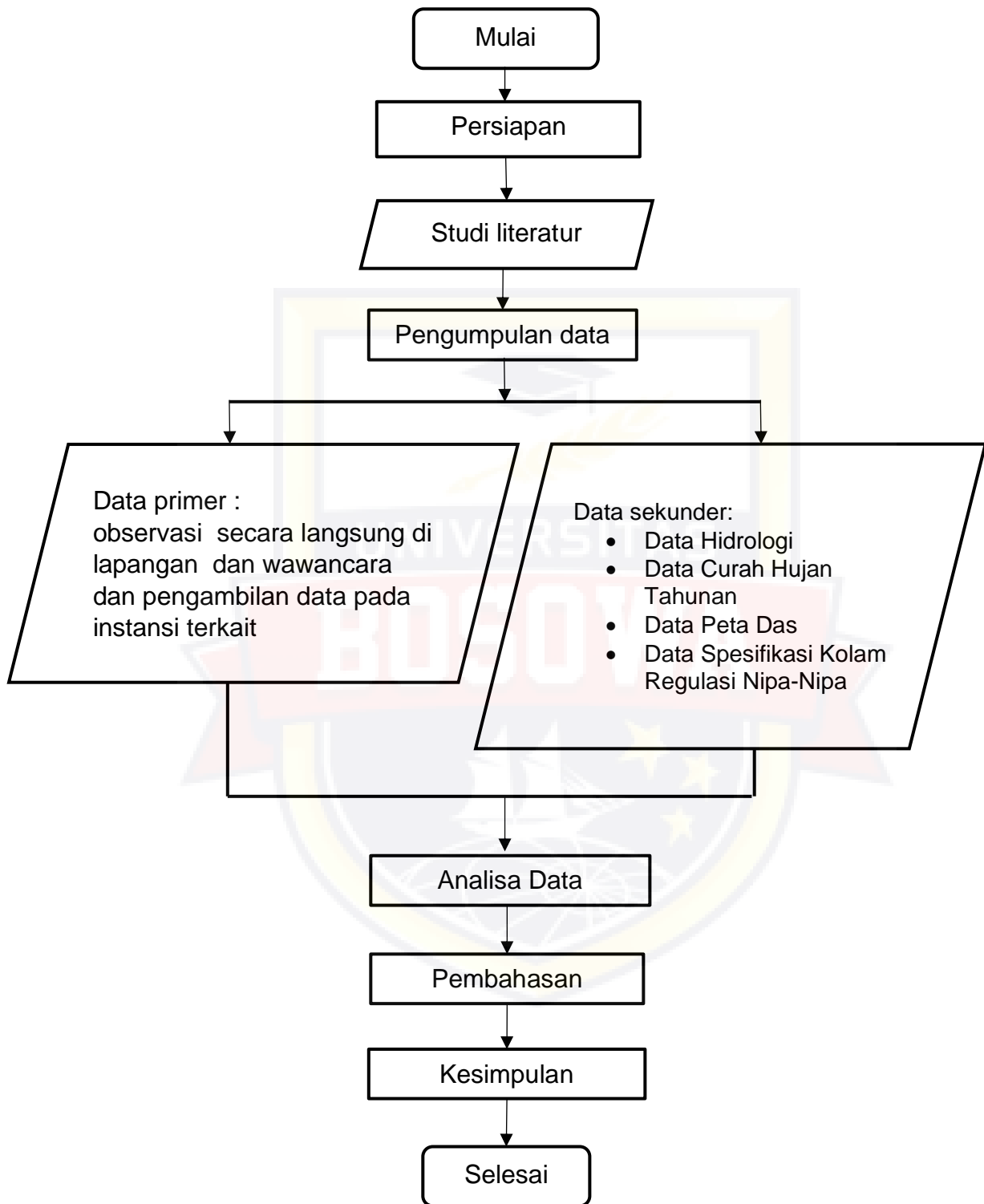
- 1) Data hidrologi, yaitu data curah hujan tiga stasiun
- 2) Data teknis, data luas pengaruh stasiun hujan terhadap DAS Tallo, peta DAS Kolam Regulasi Nipa-Nipa.

#### **3.4. Metode Pengumpulan Data**

Data sangat penting dalam penelitian karena merupakan informasi mengenai curah hujan yang diperoleh dari stasiun pengamatan cuaca di daerah Panakkukang, Tamangapa Kassi, dan Senre. Tambahan dari itu, informasi teknis tentang karakteristik Kolam Regulasi Nipa-Nipa juga memiliki peranan signifikan. Pengumpulan data curah hujan serta parameter teknis kolam dilakukan melalui metode survei langsung di lokasi penelitian.

#### **3.5. Bagan Alur Penelitian**

Untuk mendukung proses penelitian, diperlukan pendekatan terstruktur yang sistematis agar proses penyelesaian dapat berjalan lebih terarah. Tahapan proses yang akan dilakukan dalam penelitian ini dijelaskan dalam diagram alur penelitian pada gambar 3.3.



Gambar 3. 3 Bagan Alir Penelitian

### 3.6. Analisa dan Perhitungan

Analisa dan Perhitungan dilakukan dalam penelitian adalah dengan menggunakan Analisa hidrologi yang terdiri dari,

1. Analisa data curah hujan
2. Analisa curah hujan rencana
3. Analisa debit banjir rencana
4. Perhitungan efektivitas kapasitas tampungan Kolam Regulasi Nipa-Nipa

Metode-metode yang digunakan

1. Metode Gumbel
2. Metode Log pearson Type III
3. Metode Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu

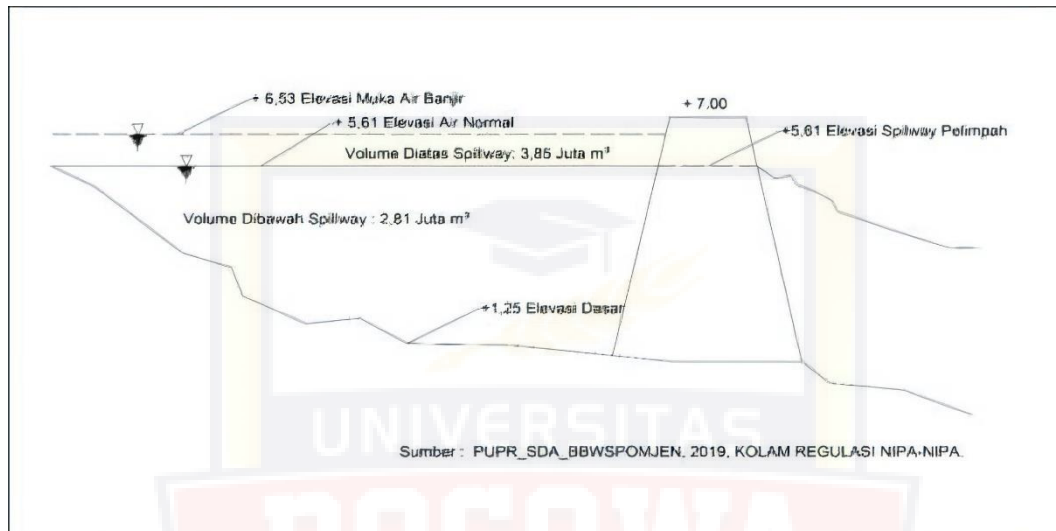


## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1. Data Hasil Penelitian

##### 4.1.1. Data Profil Kolam Regulasi Nipa-Nipa



Gambar 4.1. Profil Kolam Regulasi Nipa - Nipa

Dapat dilihat pada profil diatas, bahwa volume diatas spillway sebesar 3.85 Juta m<sup>3</sup>.

##### 4.1.2. Data Luas Pengaruh Stasiun Hujan Terhadap DAS Tallo

Data luas pengaruh stasiun hujan terhadap DAS Tallo yang digunakan merupakan data sekunder.

Tabel 4.1. Koefisien Thiessen

No	Stasiun	Luas Daerah pengaruh (Km <sup>2</sup> )	Koefisien Thiessen
1.	Panakukkang	17,05	0,07
2.	Tamangapa Kassi	47,33	0,18
3.	Senre	192,35	0,75
Luas Total		256,73	1,00

Sumber: (Amir et al., 2021)

#### 4.1.3. Data Curah Hujan

Selama dua dekade terakhir, mulai dari tahun 1999 hingga 2019, telah tercatat data curah hujan di tiga stasiun hujan, yaitu Stasiun Panakukkang, Tamangapa Kassi, dan Senre. Data ini mengungkapkan bahwa tahun dengan curah hujan tertinggi adalah pada tahun 2006 dengan jumlah curah hujan mencapai 228,69 mm. Di sisi lain, tahun yang paling kering adalah tahun 2011.

Tabel 4.2. Data Curah Hujan Tahun 1999-2019 Stasiun Panakukkang, Tamangapa Kassi dan Senre

Tahun	Tanggal		Stasiun			CH	CH
			Panakukkang	Tamangapa Kassi	Senre	Rata-Rata	MAX
1999	1	01/03/1999	235	25	26	40,45	81
	2	12/12/1999	36	105	0	21,42	
	3	07/07/1999	0	0	108	81	
2000	1	02/03/2000	376	20	18	43,42	145,87
	2	11/03/2000	0	185	10	40,8	
	3	2/26/2000	16	0	193	145,87	
2001	1	02/02/2001	200	36	100	95,48	120,45
	2	02/03/2001	30	145	123	120,45	
	3	02/03/2001	30	145	123	120,45	
2002	1	03/06/2002	161	0	0	11,27	144,53
	2	01/02/2002	156	172	123	134,13	
	3	01/03/2002	68	14	183	144,53	
2003	1	01/10/2003	210	0	0	14,7	103,5
	2	01/11/2003	23	107	83	83,12	
	3	2/20/2003	0	0	138	103,5	
2004	1	1/20/2004	128	0	18	22,46	109,27
	2	1/21/2004	0	93	50	54,24	
	3	02/08/2004	34	73	125	109,27	
2005	1	01/05/2005	141	9	32	35,49	102,8
	2	12/20/2005	38	98	110	102,8	
	3	12/20/2005	38	98	110	102,8	
2006	1	12/29/2006	110	14	18	23,72	228,69
	2	12/30/2006	103	107	15	37,72	
	3	3/29/2006	0	8	303	228,69	

<b>2007</b>	1	01/02/2007	97	101	105	103,72	<b>192,1</b>
	2	12/20/2007	55	120	78	83,95	
	3	01/01/2007	79	99	225	192,1	
<b>2008</b>	1	02/02/2008	181	0	8	18,67	<b>168,75</b>
	2	02/03/2008	22	137	78	84,7	
	3	02/05/2008	33	133	190	168,75	
<b>2009</b>	1	1/29/2009	113	17	0	10,97	<b>86,89</b>
	2	1/17/2009	67	90	88	86,89	
	3	1/30/2009	41	15	20	20,57	
<b>2010</b>	1	1/19/2010	91	50	20	30,37	<b>97,68</b>
	2	1/21/2010	49	80	18	31,33	
	3	1/13/2010	39	15	123	97,68	
<b>2011</b>	1	02/05/2011	90	0	16	18,3	<b>67,57</b>
	2	12/27/2011	20	120	32	47	
	3	3/24/2011	1	0	90	67,57	
<b>2012</b>	1	3/14/2012	115	60	0	18,85	<b>91,79</b>
	2	02/02/2012	39	118	83	86,22	
	3	01/08/2012	47	0	118	91,79	
<b>2013</b>	1	01/01/2013	193	20	78	75,61	<b>170,46</b>
	2	12/10/2013	0	98	42	49,14	
	3	01/02/2013	75	72	203	170,46	
<b>2014</b>	1	04/07/2014	135	0	0	9,45	<b>88</b>
	2	00/00/2014	0	0	0	0	
	3	12/07/2014	25	0	115	88	
<b>2015</b>	1	12/17/2015	139	137	23	51,64	<b>161,12</b>
	2	12/19/2015	31	142	90	95,23	
	3	12/18/2015	131	140	169	161,12	
<b>2016</b>	1	10/24/2016	142	30	24	33,34	<b>89,61</b>
	2	2/23/2016	14	90	13	26,93	
	3	02/12/2016	33	10	114	89,61	
<b>2017</b>	1	12/21/2017	178	125	160	154,96	<b>154,96</b>
	2	12/22/2017	18	145	25	46,11	
	3	12/21/2017	178	125	160	154,96	
<b>2018</b>	1	3/13/2018	149	0	97	83,18	<b>149,37</b>
	2	00/00/2018	0	0	0	0	
	3	02/07/2018	66	0	193	149,37	
<b>2019</b>	1	4/28/2019	125	0	72	62,75	<b>187,6</b>
	2	1/22/2019	55	140	110	111,55	
	3	1/21/2019	115	10	237	187,6	

(Sumber : Stasiun Hujan Panakukkang, Tamapangapa kassi dan Senre)

## 4.2. Analisis Hidrologi

### 4.2.1. Distribusi Probabilitas Kontinyu

Beberapa teknik yang umum digunakan untuk mengkaji pola sebaran frekuensi dalam konteks hidrologi meliputi Distribusi yang Normal, Distribusi Log-Normal, Distribusi Gumbel, dan Distribusi Log Pearson Type III.

Pada penelitian ini, terdapat dua jenis penggunaan distribusi yang akan diterapkan, yaitu Gumbel dan Log Pearson Type III.

### 4.2.2. Distribusi Gumbel

Distribusi gumbel banyak digunakan pada perhitungan hujan harian maksimum untuk menentukan kejadian yang ekstrem.

#### 1. Analisis parameter statistik ( pengukuran depresi)

Besarnya dapat dihitung melalui perhitungan parameter statistik untuk  $(X_i - \bar{X})$ ,  $(X_i - \bar{X})^2$ ,  $(X_i - \bar{X})^3$ ,  $(X_i - \bar{X})^4$ .

Dimana :

$X_i$  : Besarnya curah hujan daerah (mm)

$\bar{X}$  : Rata-rata curah hujan maksimum (mm)

Persamaan berikut dapat digunakan dalam pengukuran dispersi:

$$\begin{aligned} \text{Harga rata-rata } (\bar{X}_i) &= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i \\ &= \frac{1}{20} (2652,4) \\ &= 132,62 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Standar deviasi (S)} &= \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} \\ &= \sqrt{\frac{38163,99}{20-1}} \\ &= 43,97 \end{aligned}$$

$$\text{Koefisien variasi (C}_v\text{)} = \frac{S}{\bar{X}}$$

$$= \frac{43,97}{132,62}$$

$$= 0,33$$

$$\text{Koefisien Asimetri (C}_s\text{)} = \frac{n \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^3}{(n-1)(n-2)S^3}$$

$$= \frac{20 \times (633916,8)}{(20-1) \times (20-2) \times 43,97^3}$$

$$= \frac{12.678.335,97}{29.072.826,14} = 0,44$$

$$\text{Koefisien kurtosis (C}_k\text{)} = \frac{n^2 \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)S^4}$$

$$= \frac{20^2 \times (151.070.732)}{(20-1) \times (20-2) \times 43,97^4}$$

$$= \frac{3.021.414.640}{21.731.509.178} = 2,78$$

Tabel 4.3 menunjukkan perhitungan parameter statistik

Tabel 4.3. Analisis parameter Statistik Curah Hujan Maksimum

Tahun	X	(Xi-Xr)	(Xi-Xr) <sup>2</sup>	(Xi-Xr) <sup>3</sup>	(Xi-Xr) <sup>4</sup>
2006	228,69	96,07	9229,44	886672,77	85182653,16
2007	192,10	59,48	3537,87	210432,53	12516526,97
2019	187,60	54,98	3022,80	166193,57	9137322,26
2013	170,46	37,84	1431,87	54181,79	2050239,10
2008	168,75	36,13	1305,38	47163,27	1704008,85
2015	161,12	28,5	812,25	23149,13	659750,06
2017	154,96	22,34	499,08	11149,35	249076,45
2018	149,37	16,75	280,56	4699,42	78715,32
2000	145,87	13,25	175,56	2326,20	30822,19
2002	144,53	11,91	141,85	1689,41	20120,88
2001	120,45	-12,17	148,11	-1802,49	21936,25
2004	109,27	-23,35	545,22	-12730,95	297267,57
2003	103,50	-29,12	847,97	-24693,01	719060,58
2005	102,80	-29,82	889,23	-26516,91	790734,26
2010	97,68	-34,94	1220,80	-42654,88	1490361,43
2012	91,79	-40,83	1667,09	-68067,24	2779185,40
2014	88	-44,62	1990,94	-88835,94	3963859,60
2009	86,89	-45,73	2091,23	-95632,08	4373255,04
1999	81	-51,62	2664,62	-137547,91	7100223,19
2011	67,57	-65,05	4231,50	-275259,24	17905613,41
<b>Jumlah</b>	<b>2652,40</b>	<b>0,00</b>	<b>36733,39</b>	<b>633916,80</b>	<b>151070731,99</b>

(Sumber : Hasil Perhitungan, 2023)

1. Hitung curah hujan Rencana dengan menggunakan metode Gumbel

Evaluasi penghitungan estimasi curah hujan rencana pada nilai curah hujan harian maksimum dengan Metode Gumbel .menggunakan persamaan berikut:

- a) Perhitungan rata-rata curah hujan (Xr)

Diketahui : n = (Jumlah data curah hujan) 20 tahun

$$\sum X = 2652,4$$

$$X_r = \frac{\sum X}{n} = \frac{2652,4}{20} = 132,62 \text{ mm}$$

b) Perhitungan simpangan baku ( $S_x$ )

$$\sum(X_i - X_r)^2 = 36733.39$$

$$\begin{aligned} S_x &= \sqrt{\frac{\sum(X_i - X_r)^2}{n-1}} \\ &= \sqrt{\frac{36733.39}{20-1}} = 43,97 \end{aligned}$$

c) Perhitungan faktor frekuensi ( $K$ )

Diketahui

$Y_t$  : 0,3065 (Tabel 2.2) untuk kala ulang 2 tahun

$Y_n$  : 0.5236 (Tabel 2.3)

$S_n$  : 1.0628 (Tabel 2.4)

$$\begin{aligned} K &= \frac{(Y_t - Y_n)}{S_n} \\ &= \frac{(0,3065 - 0,5236)}{(1,0915)} \\ &= -0,145 \end{aligned}$$

Nilai  $Y_t$  disesuaikan dengan kala ulang yang digunakan, nilainya terdapat pada tabel reduksi fungsi dari probabilitas (tabel 2.2).

$$\begin{aligned} X_t &= X_r + K \cdot S_x \\ &= 132,62 + (-0,145) \times 43,97 \\ &= 126,3 \text{ mm} \end{aligned}$$

Tabel Distribusi Sebaran Metode Gumbel (Tabel 4.4) digunakan dalam Perhitungan hujan rencana dengan kala ulang 2-100 tahun

Tabel 4.4. Distribusi Frekuensi Metode Gumbel

No	Kala Ulang	Xr	Sx	K	K.Sx	Xt=Xr+(K.Sx)
1	2	132,62	43,97	-0,14	-6,35	126,27
2	5	132,62	43,97	0,92	40,40	173,02
3	10	132,62	43,97	1,62	71,42	204,04
4	25	132,62	43,97	2,30	101,21	233,83
5	50	132,62	43,97	3,18	139,69	272,31
6	100	132,62	43,97	3,84	168,65	301,27

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2023)

#### 4.2.3. Distribusi Log Pearson Type III

Metode Pearson Log Type III dapat digunakan untuk memprediksi curah hujan yang diantisipasi untuk periode ulang tertentu setelah curah hujan maksimum tercapai. Analisis curah hujan rancangan, yang menunjukkan waktu pemulihan 2–200 tahun, diadopsi sebagai curah hujan rancangan. Analisis parameter statistik menggunakan teknik logaritma

No	Tahun	Xi	Log Xi	(Log Xi-Xr)2	(Log Xi-Xr)3
1	2006	228,69	2,359	0,0674	0,01752
2	2007	192,10	2,284	0,0338	0,00623
3	2019	187,60	2,273	0,0302	0,00524
4	2013	170,46	2,232	0,0174	0,00230
5	2008	168,75	2,227	0,0163	0,00208
6	2015	161,12	2,207	0,0116	0,00125
7	2017	154,96	2,190	0,0082	0,00075
8	2018	149,37	2,174	0,0056	0,00042
9	2000	145,87	2,164	0,0041	0,00027
10	2002	144,53	2,160	0,0036	0,00022
11	2001	120,45	2,081	0,0004	-0,00001
12	2004	109,27	2,039	0,0037	-0,00023



13	2003	103,50	2,015	0,0072	-0,00061
14	2005	102,80	2,012	0,0077	-0,00067
15	2010	97,68	1,990	0,0120	-0,00132
16	2012	91,79	1,963	0,0187	-0,00256
17	2014	88	1,944	0,0240	-0,00373
18	2009	86,89	1,939	0,0258	-0,00414
19	1999	81	1,908	0,0365	-0,00697
20	2011	67,57	1,830	0,0728	-0,01964
<b>Jumlah</b>		<b>2652,40</b>	<b>41,991</b>	<b>0,4072</b>	<b>-0,00361</b>

(Sumber : Hasil Perhitungan, 2023)

Untuk pengukuran parameter dapat dihitung dengan rumus, sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Nilai rata-rata (Log Xi)} &= \frac{\sum_{i=1}^{n=1} \text{Log Xi}}{n} \\
 &= \frac{41,1}{20} \\
 &= 2,09
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Standar deviasi (Sx)} &= \sqrt{\frac{\sum (\log Xi - \log Xr)^2}{n-1}} \\
 &= \sqrt{\frac{0,407}{20-1}} \\
 &= 0,146
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Koefisien Skewnes (Cs)} &= \frac{\sum_{i=1}^{n=1} (\log Xi)^3}{(n-1)(n-2)S_x^3} \\
 &= \frac{25 \times (-0,00361)}{(25-1) \times (25-2) \times 0,146^3} \\
 &= -0,067
 \end{aligned}$$

2. Perhitungan Periode ulang Curah Hujan Rencana Log pearson Type  
 Dari nilai Cs maka dapat di tentukan nilai G pada tabel (2.6)

Diketahui nilai Cs = -0.067

Karena Cs berada di antara -0,0 dan -0,1 maka nilai G didapatkan dengan cara interpolasi (mencari variable yang hilang). Berikut tabel nilai G yang didapatkan dengan menggunakan cara interpolasi;

Tabel 4.5. Mencari nilai Harga (G) Dengan cara interpolasi dengan cara melihat nilai Cs

Cs	Periode ulang						
	2	5	10	25	50	100	200
0	0	0,842	1,282	1,751	2,054	2,326	2,576
<b>-0,0673</b>	<b>0,01143</b>	<b>0,84469</b>	<b>1,27042</b>	<b>1,71683</b>	<b>2,00096</b>	<b>2,25312</b>	<b>2,48327</b>
-0,1	0,017	0,846	1,27	1,716	2	2,252	2,482

(Sumber : Hasil Perhitungan, 2023)

Perhitungan Jumlah prakiraan curah hujan untuk kala ulang tertentu dapat ditemukan di halaman berikutnya.

Menghitung curah hujan rencana untuk periode ulang 2 tahun :

$$\begin{aligned}
 \text{Log } X_t &= \text{Log } X_i + G \cdot S_x \\
 &= 2,0995 + (0,0114 \times 0.1467) \\
 &= 2,1
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 X &= \text{antilog } X \\
 X_t &= 126.25
 \end{aligned}$$

Untuk langkah perhitungan periode ulang tahun (t) selanjutnya sama dengan diatas. Hasil perhitungan dapat dilihat pada tabel berikut

Tabel 4.6. Curah Hujan Rencana dengan Metode Log Pearson Type III

No	Periode Ulang	G	Log Xt	Xt
1	2	0,01143	2,1012	126,2473
2	5	0,84469	2,2232	167,1864
3	10	1,27042	2,2855	192,9844
4	25	1,71683	2,3508	224,3219
5	50	2,00096	2,3924	246,8678
6	100	2,25312	2,4293	268,7690

(Sumber : Hasil Perhitungan, 2023)

Hasil Perhitungan Hujan Rencana untuk semua metode terdapat pada (Tabel 4.7)

Tabel 4.7. Rekapitulasi Perhitungan Curah Hujan Rencana

No	Periode Ulang	Hujan Rancangan	
		D. Gumbel (mm)	D. Log Perason Type III (mm)
1	2	126,265	126,247
2	5	173,015	167,186
3	10	204,044	192,984
4	25	233,831	224,322
5	50	272,307	246,868
6	100	301,267	268,769

(Sumber : Hasil Perhitungan, 2023)

(Tabel 4.8) Menunjukkan Syarat penggunaan jenis distrbusi. Ditunjukkan beberapa nilai Cs dan Ck yang menjadi syarat penggunaan suatu jenis ditstrbusi yang akan di pakai.

Tabel 4.8. Syarat Penggunaan Jenis Distribusi Frekuensi

Metode	Syarat	Hasil Perhitungan	Kesimpulan
Gumbel	Cs = 1,14	Cs = 0,44	Memenuhi
	Ck = 5,4002	Ck = 2,78	
Log Pearson Type III	Cs≠0	Cs = -0,0673	Tidak Memenuhi

(Sumber : Hasil Perhitungan, 2023)

Berdasarkan data dari tabel di atas dapat dinyatakan bahwa nilai yang paling mendekati adalah sebaran Metode Gumbel dengan nilai **Cs = 0,44** dan **Ck = 2,78** dan memenuhi syarat Cs = 1,14 dan Ck = 5,4002.

#### 4.3. Intensitas Curah Hujan

Perhitungan intensitas curah hujan pada daerah Kolam Regulasi Nipa-Nipa diperlukan untuk menganalisa debit banjir rencana. Dari data sebaran hujan, perhitungan distribusi hujan rata-rata untuk setiap jam kejadian pada daerah Kolam Regulasi Nipa-Nipa dengan persamaan berikut:

Rumus Mononobe:

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

Dimana :

$R_t$  : Intensitas hujan rata-rata dalam 1 jam (mm/jam)

$R_{24}$  : Curah hujan efektif (mm)

$T$  : Waktu mulai hujan

$t$  : Waktu konsentrasi hujan

Untuk di Indonesia rata-rata  $t = 6$  jam, maka:

$$T = 1 \text{ jam} \rightarrow R_1 = \left(\frac{R_{24}}{6}\right) \left(\frac{6}{1}\right)^{2/3} = 0,5503xR_{24}$$

$$T = 2 \text{ jam} \rightarrow R_1 = \left(\frac{R_{24}}{6}\right) \left(\frac{6}{2}\right)^{2/3} = 0,3467xR_{24}$$

$$T = 3 \text{ jam} \rightarrow R_1 = \left(\frac{R_{24}}{6}\right) \left(\frac{6}{3}\right)^{2/3} = 0,2646xR_{24}$$

$$T = 4 \text{ jam} \rightarrow R_1 = \left(\frac{R_{24}}{6}\right) \left(\frac{6}{4}\right)^{\frac{2}{3}} = 0,2184xR_{24}$$

$$T = 5 \text{ jam} \rightarrow R_1 = \left(\frac{R_{24}}{6}\right) \left(\frac{6}{5}\right)^{\frac{2}{3}} = 0,1882xR_{24}$$

$$T = 6 \text{ jam} \rightarrow R_1 = \left(\frac{R_{24}}{6}\right) \left(\frac{6}{6}\right)^{\frac{2}{3}} = 0,1667xR_{24}$$

Menghitung Ratio (%) Curah hujan jam-jaman :

$$R_t = [t \times R_t (R_{24})] - [(t - 1) \times (T - 1)]$$

$$\begin{aligned} 1 \text{ jam} \rightarrow R_1 &= [1 \times 0,5503 \times R_{24}] - [(1 - 1) \times (1 - 1)] \\ &= (0,5503 \times R_{24}) - (0,0) \\ &= 0,5503 \times 100\% \\ &= 55,03\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 2 \text{ jam} \rightarrow R_2 &= [2 \times 0,3467 \times R_{24}] - [(2 - 1) \times (0,5503 \times R_{24})] \\ &= (0,6934 \times R_{24}) - (1 \times 0,5503 \times R_{24}) \\ &= 0,1431 \times 100\% \\ &= 14,31\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 3 \text{ jam} \rightarrow R_3 &= [3 \times 0,2646 \times R_{24}] - [(3 - 1) \times (0,3467 \times R_{24})] \\ &= (0,7937 \times R_{24}) - (2 \times 0,3467 \times R_{24}) \\ &= 0,1004 \times 100\% \\ &= 10,04\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 4 \text{ jam} \rightarrow R_4 &= [4 \times 0,2184 \times R_{24}] - [(4 - 1) \times (0,2646 \times R_{24})] \\ &= (0,8736 \times R_{24}) - (3 \times 0,2646 \times R_{24}) \\ &= 0,0798 \times 100\% \\ &= 7,98\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 5 \text{ jam} \rightarrow R_5 &= [5 \times 0,1882 \times R_{24}] - [(5 - 1) \times (0,2184 \times R_{24})] \\ &= 7,98\% \\ &= 0,0674 \times 100\% \\ &= 6,74\% \end{aligned}$$

$$6 \text{ jam} \rightarrow R_6 = [6 \times 0,1667 \times R_{24}] - [(6 - 1) \times (0,1882 \times R_{24})]$$

$$\begin{aligned}
&= (1,0 \times R_{24}) - (5 \times 0,2184 \times R_{24}) \\
&= 0,0592 \times 100\% \\
&= 5,92\%
\end{aligned}$$

Tabel 4.9. Intensitas Curah Hujan setiap jam kejadian dan Ratio

No	Jam Ke	Rata-Rata Hujan (Rt) Dari 01 sampai jam ke-t	Hujan Jam-Jaman $RT = T \times R_t - (t-1) \times (T-1)$	Ratio (%)
1	0-1	$0,55032 \times R_{24}$	$0,5503 \times R_{24}$	55,03
2	1-2	$0,34668 \times R_{24}$	$0,1431 \times R_{24}$	14,31
3	2-3	$0,26457 \times R_{24}$	$0,1004 \times R_{24}$	10,04
4	3-4	$0,21840 \times R_{24}$	$0,0798 \times R_{24}$	7,98
5	4-5	$0,18821 \times R_{24}$	$0,0674 \times R_{24}$	6,74
6	5-6	$0,16667 \times R_{24}$	$0,0592 \times R_{24}$	5,92

Sumber: Hasil Perhitungan

Dari hasil perhitungan dengan menggunakan Rumus Mononobe dapat dinyatakan bahwa intensitas curah hujan terbesar terjadi di jam ke-1 dan terkecil di jam ke-6 sebagaimana ditampilkan pada Tabel 4.9.

Sedangkan untuk mencari curah hujan rencana efektif untuk setiap jam kejadian dalam periode ulang tertentu diperlukan data-data sebagai berikut:

- d. Intensitas curah hujan maksimum ( $R_{maks}$ ) pada periode ulang tersebut
- e. Data perhitungan curah hujan rancangan dengan Metode Gumbel
- f. Koefisien limpasan (c)

Berdasarkan data-data tersebut curah hujan netto atau curah hujan efektif dapat dihitung dengan:

$$R_n = c \times R_{maks}$$

Sumber: (Amir et al., 2021)

Data ini dikalikan dengan persentasi hujan pada setiap jam kejadian akan diperoleh nilai curah hujan rencana efektif dengan langkah perhitungan sebagai berikut:

Tr : 2 Tahun

$R_{maks}$  : 126,2653

C : 0,4 (Koefisien Hutan Datar)

$R_n$  :  $c \times R_{maks} = 0,4 \times 126,2653$

= 50,51 mm/hari

Jadi curah hujan efektif = 55,03 % x  $R_n$

= 55,03 % x 50,51 mm/hari

= 27,80 mm/hari.

Waktu	Ratio	Komulatif	Curah Hujan Rencana (mm)					
Jam	%		2	5	10	25	50	100
1	55,03%	55,03	27,7935	38,0841	44,9141	51,471	59,9402	66,3149
2	14,31%	69,34	7,22743	9,90339	11,6795	13,3845	15,5869	17,2445
3	10,04%	79,38	5,07082	6,94829	8,1944	9,39067	10,9359	12,0989
4	7,98%	87,36	4,03039	5,52265	6,51308	7,4639	8,69204	9,61645
5	6,74%	94,1	3,40411	4,66449	5,50102	6,3041	7,3414	8,12216
6	5,92%	100	2,98996	4,097	4,83176	5,53713	6,44823	7,13401
<b>Hujan Efektif</b>			<b>50,5162</b>	<b>69,2199</b>	<b>81,6339</b>	<b>93,5513</b>	<b>108,945</b>	<b>120,531</b>
Koef, limpasan			0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Curah Hujan Gumbel			126,265	173,015	204,044	233,831	272,307	301,267

Tabel 4.10. Rekap Perhitungan Curah hujan Efektif

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2023)

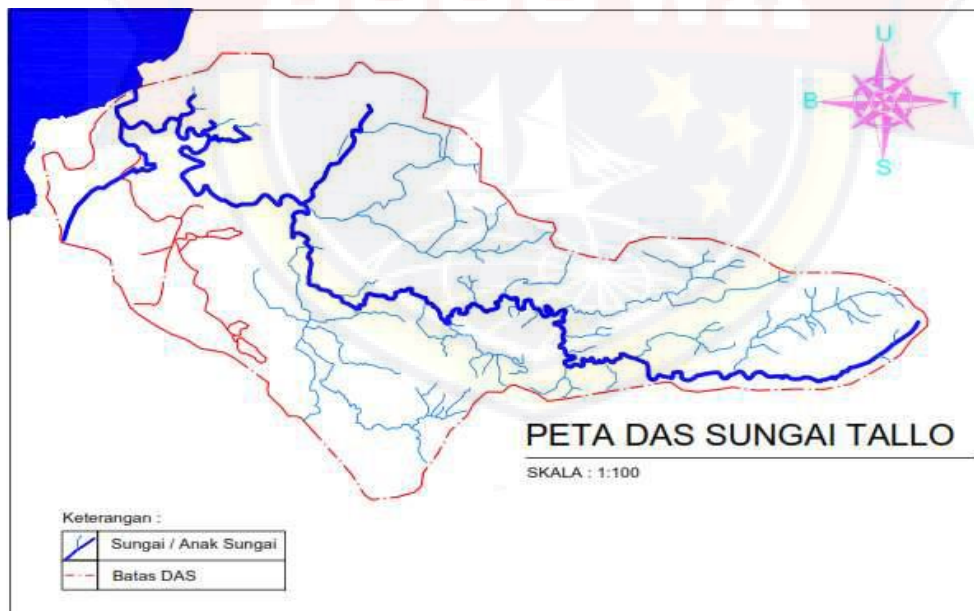
Dari tabel di atas adalah hasil perhitungan curah hujan efektif dengan kala ulang 2,5,10,25,50, dan 100 tahun. Dengan rasio tertinggi pada jam ke-1 55,03 % di dapatkan curah hujan efektif kala ulang 100 tahun didapat 66,31 mm/hari, dan yang terkecil berada di kala ulang 2 tahun dengan hasil 27,79 mm/hari dan total hujan efektif kala ulang 100 tahun sebesar 120,531 mm/hari.



#### 4.4. Perhitungan Debit Banjir Rencana

Hidrograf satuan adalah hidrograf limpasan permukaan yang di akibatkan oleh hujan efektif (limpasan hujan) yang terjadi merata di seluruh DAS dan intensitas tetap selama waktu yang di tetapkan. Tujuannya yaitu untuk memperkirakan hubungan antara hujan efektif (limpasan hujan) dan aliran permukaan, serta memperkirakan banjir atau debit banjir pada suatu DAS atau sub- DAS.

Metode hidrograf satuan sintetik Nakayasu (HSS nakayasu) menggunakan pendekatan satuan sintetik untuk mengestimasi aliran banjir. Melalui pengamatan dan analisis sungai-sungai berbagai lokasi yang ada di jepang, Nakayasu mengembangkan suatu formula hidrograf satuan sintetik.



Gambar 4.2. Peta DAS Sungai Tallo

Dalam setiap desain bendung pada umumnya diperlukan data banjir dengan periode ulang 2, 5, 10, 25, 50 dan 100 tahun. Untuk menganalisa debit banjir rencana, terlebih dahulu harus dibuat hidrograf banjir pada sungai yang bersangkutan.

Parameter yang mempengaruhi unit hidrograf:

- Tenggang waktu dari permulaan hujan sampai puncak hidrograf
- Tenggang waktu dari titik berat hujan sampai titik berat hidrograf
- Tenggang waktu hidrograf
- Luas daerah tangkapan air
- Panjang alur sungai utama terpanjang
- Koefisien pengaliran

Adapun data-data hidrograf untuk DAS Tallo adalah sebagai berikut:

Luas DAS (A)	:	256,73 km <sup>2</sup>
Panjang Sungai Utama (L)	:	70,4 km
Koefisien limpasan (c)	:	0,4
Paramater alfa ( $\alpha$ )	:	1,21
Hujan Satuan (Ro)	:	1,00

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

$$\begin{aligned}T_g &= 0,4 + (0,058 \times L) \\ &= 0,4 + (0,058 \times 70,4) = 4,49\end{aligned}$$

Lama Hujan Efektif ( $T_r$ )

$$\begin{aligned}T_r &= 0,5 \times T_g \\ &= 0,5 \times 4,49\end{aligned}$$

$$= 2,24 \text{ jam}$$

Waktu mencapai puncak ( $T_p$ )

$$\begin{aligned} T_p &= T_g + 0,8 T_r \\ &= 4,49 + (0,8 \times 2,24) \\ &= 6,28 \text{ jam} \end{aligned}$$

Nilai  $T_{0,3}$

$$\begin{aligned} T_{0,3} &= \alpha \times t_g \\ &= 1,21 \times 4,49 \\ &= 5,43 \text{ jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T_p + T_{0,3} &= 6,27 + 5,43 \\ &= 11,7 \text{ jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 1,5 T_{0,3} &= 1,5 \times 5,43 \\ &= 8,17 \text{ jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T_p + T_{0,3} + 1,5 T_{0,3} &= 6,27 + 5,43 + 8,17 \\ &= 13,6 \text{ jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T_p + T_{0,3} + (T_{0,3})^2 &= 6,27 + 5,43 + 5,43^2 \\ &= 19,90 \text{ jam} \end{aligned}$$

Debit Puncak Banjir ( $Q_p$ )

$$Q_p = \frac{C \times A \times R_0}{3,6 (0,3 T_p + T_{0,3})} = \frac{1 \times 256,73 \times 1}{3,6 ((0,3 \times 6,27) + 5,34)} = 9,73 \text{ m}^3/\text{det}$$

Tabel 4.11. Waktu Lengkung Higrograf Nakayasu

No	Karakteristik	Notasi	Awal (jam)		Akhir (Jam)	
			Notasi	Nilai	Notasi	Nilai
1	Lengkung (Kurva) Naik	Qd0	0	0,000	TP	6,27
2	Lengkung (Kurva) Turun tahap 1	Qd1	TP	6,27	TP+ T <sub>0,3</sub>	11,7
3	Lengkung (Kurva) Turun tahap 2	Qd2	TP+T <sub>0,3</sub>	11,7	TP+ 1,5T <sub>0,3</sub>	19,90
4	Lengkung (Kurva) Turun tahap 3	Qd3	TP+ T <sub>0,3</sub> + 1,5T <sub>0,3</sub>	19,90	-	

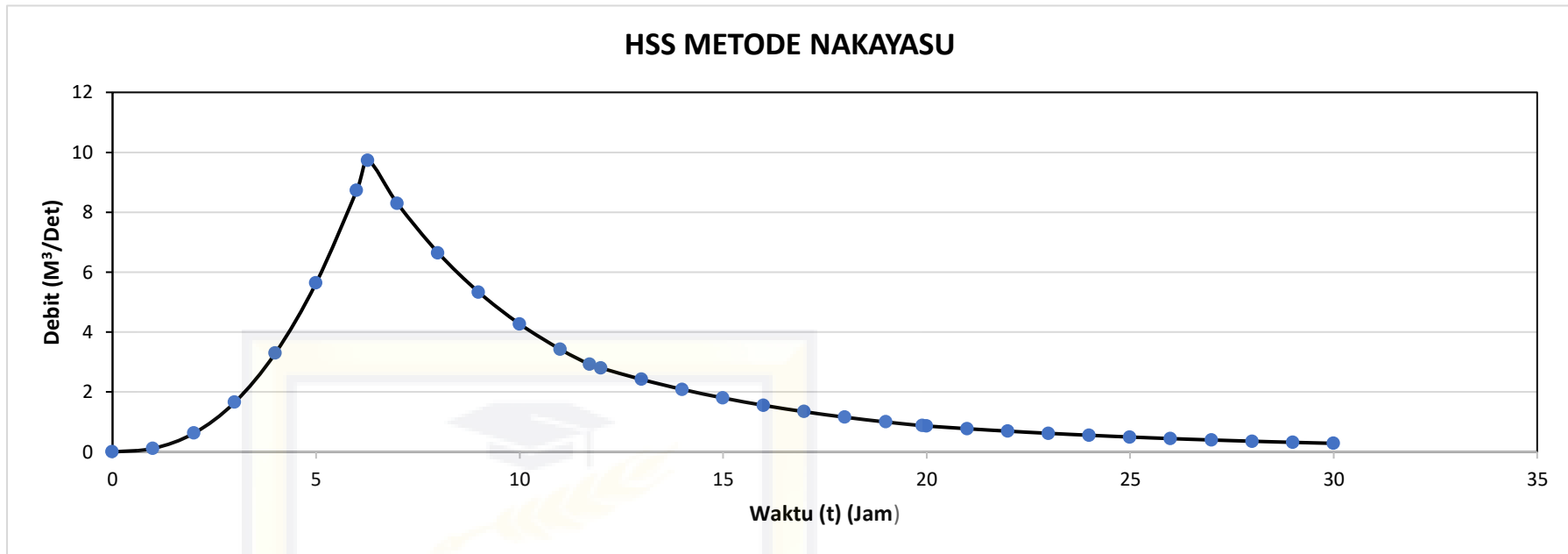
(Sumber : Hasil Perhitungan, 2023)



Tabel 4.12. Ordinart Hidrograf satuan sintetik dengan metode Nakayasu

	<b>T (jam)</b>	<b>Qt (m/detik)</b>	<b>Rumus</b>
<b>qd0</b>	0	0,00	$Qt=Qp(t/Tp)^{2.4}$
	1	0,12	
	2	0,62	
	3	1,65	
	4	3,30	
	5	5,64	
	6	8,73	
	<b>6,28</b>	<b>9,73</b>	
<b>qd1</b>	7	8,29	$Qp \times 0.3^{(t-Tp/T0.3)}$
	8	6,65	
	9	5,33	
	10	4,27	
	11	3,43	
<b>qd2</b>	11,73	2,92	$Qp \times 0.3^{(t-Tp+0.5T/1.5T0.5)}$
	12	2,80	
	13	2,42	
	14	2,09	
	15	1,80	
	16	1,55	
	17	1,34	
	18	1,16	
19	1,00		
<b>qd3</b>	19,90	0,88	$Qp \times 0.3^{(t-Tp+1.5T0.3/2T0.3)}$
	20	0,87	
	21	0,78	
	22	0,69	
	23	0,62	
	24	0,56	
	25	0,50	
	26	0,45	
	27	0,40	
	28	0,36	
	29	0,32	
	30	0,29	

(Sumber : Hasil Perhitungan, 2023)



Gambar 4. 3 Grafik Hidrograf Hujan Rancangan Nakayasu

Dari Grafik diatas merupakan hasil perhitungan hidrograf hujan rancangan Nakayasu dimana debit banjir tertinggi/puncak (t = jam ) = 6,28 jam dengan debit 9,73 m<sup>3</sup>/det.

Tabel 4.13. Hidrograf Banjir Rencana Metode HSS Nakayasu dengan periode 2 Tahun.

Kala Ulang 2 Tahun								
Jam	Qt	Akibat Intensitas Curah Hujan						Qbanjir
Ke	M <sup>3</sup> /det	27,79	7,23	5,07	4,03	3,40	2,99	M <sup>3</sup> /det
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000
1	0,12	3,29	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,291
2	0,62	17,37	4,52	0,00	0,00	0,00	0,00	21,888
3	1,65	45,97	11,95	8,39	0,00	0,00	0,00	66,306
4	3,30	91,68	23,84	16,73	13,30	0,00	0,00	145,547
5	5,64	156,63	40,73	28,58	22,71	19,18	0,00	267,834
6	8,73	242,61	63,09	44,26	35,18	29,71	26,10	440,959
<b>6,28</b>	<b>9,73</b>	<b>270,31</b>	<b>70,29</b>	<b>49,32</b>	<b>39,20</b>	<b>33,11</b>	<b>29,08</b>	<b>491,308</b>
7	8,29	230,38	59,91	42,03	33,41	28,22	24,78	418,729
8	6,65	184,71	48,03	33,70	26,79	22,62	19,87	335,725
9	5,33	148,10	38,51	27,02	21,48	18,14	15,93	269,175
10	4,27	118,74	30,88	21,66	17,22	14,54	12,77	215,817
11	3,43	95,20	24,76	17,37	13,81	11,66	10,24	173,036
11,73	2,92	81,09	21,09	14,80	11,76	9,93	8,72	147,392
12	2,80	77,89	20,25	14,21	11,29	9,54	8,38	141,563
13	2,42	67,22	17,48	12,26	9,75	8,23	7,23	122,175
14	2,09	58,01	15,09	10,58	8,41	7,11	6,24	105,443
15	1,80	50,07	13,02	9,13	7,26	6,13	5,39	91,002
16	1,55	43,21	11,24	7,88	6,27	5,29	4,65	78,539
17	1,34	37,29	9,70	6,80	5,41	4,57	4,01	67,783
18	1,16	32,19	8,37	5,87	4,67	3,94	3,46	58,500
19	1,00	27,78	7,22	5,07	4,03	3,40	2,99	50,488
19,90	0,88	24,33	6,33	4,44	3,53	2,98	2,62	44,218
20	0,87	24,06	6,26	4,39	3,49	2,95	2,59	43,734
21	0,78	21,55	5,60	3,93	3,12	2,64	2,32	39,160
22	0,69	19,29	5,02	3,52	2,80	2,36	2,08	35,064
23	0,62	17,27	4,49	3,15	2,50	2,12	1,86	31,397
24	0,56	15,47	4,02	2,82	2,24	1,89	1,66	28,114
25	0,50	13,85	3,60	2,53	2,01	1,70	1,49	25,173
26	0,45	12,40	3,22	2,26	1,80	1,52	1,33	22,541
27	0,40	11,10	2,89	2,03	1,61	1,36	1,19	20,183
28	0,36	9,94	2,59	1,81	1,44	1,22	1,07	18,073
29	0,32	8,90	2,32	1,62	1,29	1,09	0,96	16,182
30	0,29	7,97	2,07	1,45	1,16	0,98	0,86	14,490

(Sumber : Hasil Perhitungan, 2023)

Tabel diatas diketahui Debit maksimum di kala ulang 2 tahun jam ke-6,28 dengan debit banjir  $Q_2 = 491,31 \text{ m}^3/\text{det}$ .

Tabel 4.14. Hidrograf Banjir Rancangan Metode HSS Nakayasu dengan periode 5 Tahun.

Kala Ulang 5 Tahun								
Jam	Qt	Akibat Intensitas Curah Hujan						Qbanjir
Ke	M <sup>3</sup> /det	38,08	9,90	6,94	5,52	4,66	4,10	M <sup>3</sup> /det
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000
1	0,12	4,51	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,510
2	0,62	23,80	6,19	0,00	0,00	0,00	0,00	29,992
3	1,65	62,99	16,38	11,48	0,00	0,00	0,00	90,841
4	3,30	125,63	32,67	22,89	18,22	0,00	0,00	199,407
5	5,64	214,62	55,81	39,11	31,12	26,28	0,00	366,947
6	8,73	332,44	86,44	60,58	48,21	40,71	35,76	604,143
<b>6,28</b>	<b>9,73</b>	<b>370,40</b>	<b>96,31</b>	<b>67,50</b>	<b>53,71</b>	<b>45,36</b>	<b>39,85</b>	<b>673,124</b>
7	8,29	315,68	82,09	57,53	45,78	38,66	33,96	573,686
8	6,65	253,10	65,81	46,12	36,70	31,00	27,23	459,965
9	5,33	202,93	52,77	36,98	29,43	24,85	21,83	368,787
10	4,27	162,70	42,31	29,65	23,59	19,93	17,50	295,683
11	3,43	130,45	33,92	23,77	18,92	15,98	14,03	237,071
11,73	2,92	111,12	28,89	20,25	16,11	13,61	11,95	201,937
12	2,80	106,72	27,75	19,45	15,48	13,07	11,48	193,951
13	2,42	92,11	23,95	16,78	13,36	11,28	9,91	167,388
14	2,09	79,49	20,67	14,49	11,53	9,74	8,55	144,464
15	1,80	68,61	17,84	12,50	9,95	8,40	7,38	124,679
16	1,55	59,21	15,40	10,79	8,59	7,25	6,37	107,604
17	1,34	51,10	13,29	9,31	7,41	6,26	5,50	92,867
18	1,16	44,10	11,47	8,04	6,40	5,40	4,74	80,148
19	1,00	38,06	9,90	6,94	5,52	4,66	4,09	69,172
19,90	0,88	33,34	8,67	6,07	4,83	4,08	3,59	60,581
20	0,87	32,97	8,57	6,01	4,78	4,04	3,55	59,918
21	0,78	29,52	7,68	5,38	4,28	3,62	3,18	53,652
22	0,69	26,43	6,87	4,82	3,83	3,24	2,84	48,041
23	0,62	23,67	6,15	4,31	3,43	2,90	2,55	43,016
24	0,56	21,19	5,51	3,86	3,07	2,60	2,28	38,518
25	0,50	18,98	4,93	3,46	2,75	2,32	2,04	34,489
26	0,45	16,99	4,42	3,10	2,46	2,08	1,83	30,882
27	0,40	15,22	3,96	2,77	2,21	1,86	1,64	27,653
28	0,36	13,62	3,54	2,48	1,98	1,67	1,47	24,761
29	0,32	12,20	3,17	2,22	1,77	1,49	1,31	22,171
30	0,29	10,92	2,84	1,99	1,58	1,34	1,18	19,852

(Sumber : Hasil Perhitungan, 2023)

Tabel di atas diketahui Debit maksimum di kala ulang 5 tahun jam ke-6,28 dengan debit banjir Q5 = 673,22 m<sup>3</sup> /det.



Tabel 4.15. Hidrograf Banjir Rancangan Metode HSS Nakayasu dengan periode 10 Tahun.

Kala Ulang 10 Tahun								
Jam	Qt	Akibat Intensitas Curah Hujan						Qbanjir
Ke	M <sup>3</sup> /det	44,91	11,68	8,19	6,51	5,50	4,83	M <sup>3</sup> /det
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000
1	0,12	5,32	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,318
2	0,62	28,07	7,30	0,00	0,00	0,00	0,00	35,371
3	1,65	74,28	19,32	13,55	0,00	0,00	0,00	107,149
4	3,30	148,16	38,53	27,03	21,48	0,00	0,00	235,204
5	5,64	253,11	65,82	46,18	36,70	31,00	0,00	432,818
6	8,73	392,06	101,95	71,53	56,85	48,02	42,18	712,586
<b>6,28</b>	<b>9,73</b>	<b>436,82</b>	<b>113,59</b>	<b>79,70</b>	<b>63,34</b>	<b>53,50</b>	<b>46,99</b>	<b>793,950</b>
7	8,29	372,29	96,81	67,92	53,99	45,60	40,05	676,663
8	6,65	298,49	77,62	54,46	43,29	36,56	32,11	542,529
9	5,33	239,32	62,23	43,66	34,70	29,31	25,75	434,985
10	4,27	191,88	49,90	35,01	27,83	23,50	20,64	348,759
11	3,43	153,85	40,01	28,07	22,31	18,84	16,55	279,625
11,73	2,92	131,05	34,08	23,91	19,00	16,05	14,10	238,185
12	2,80	125,86	32,73	22,96	18,25	15,42	13,54	228,765
13	2,42	108,63	28,25	19,82	15,75	13,30	11,69	197,435
14	2,09	93,75	24,38	17,10	13,59	11,48	10,09	170,395
15	1,80	80,91	21,04	14,76	11,73	9,91	8,70	147,059
16	1,55	69,83	18,16	12,74	10,13	8,55	7,51	126,919
17	1,34	60,27	15,67	11,00	8,74	7,38	6,48	109,537
18	1,16	52,01	13,53	9,49	7,54	6,37	5,60	94,535
19	1,00	44,89	11,67	8,19	6,51	5,50	4,83	81,588
19,90	0,88	39,31	10,22	7,17	5,70	4,82	4,23	71,456
20	0,87	38,88	10,11	7,09	5,64	4,76	4,18	70,673
21	0,78	34,82	9,05	6,35	5,05	4,26	3,75	63,282
22	0,69	31,18	8,11	5,69	4,52	3,82	3,35	56,664
23	0,62	27,92	7,26	5,09	4,05	3,42	3,00	50,738
24	0,56	25,00	6,50	4,56	3,62	3,06	2,69	45,431
25	0,50	22,38	5,82	4,08	3,25	2,74	2,41	40,680
26	0,45	20,04	5,21	3,66	2,91	2,45	2,16	36,426
27	0,40	17,95	4,67	3,27	2,60	2,20	1,93	32,616
28	0,36	16,07	4,18	2,93	2,33	1,97	1,73	29,205
29	0,32	14,39	3,74	2,63	2,09	1,76	1,55	26,151
30	0,29	12,88	3,35	2,35	1,87	1,58	1,39	23,416

(Sumber : Hasil Perhitungan, 2023)

Tabel di atas diketahui Debit maksimum di kala ulang 10 tahun jam ke-6,28 dengan debit banjir  $Q_{10} = 793,95 \text{ m}^3 / \text{det}$ .

Tabel 4.16. Hidrograf Banjir Rancangan Metode HSS Nakayasu dengan periode 25 Tahun.

Kala Ulang 25 Tahun								
Jam	Qt	Akibat Intensitas Curah Hujan						Qbanjir
Ke	M <sup>3</sup> /det	51,47	13,38	9,39	7,46	6,30	5,54	M <sup>3</sup> /det
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000
1	0,12	6,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,095
2	0,62	32,17	8,37	0,00	0,00	0,00	0,00	40,534
3	1,65	85,13	22,14	15,53	0,00	0,00	0,00	122,792
4	3,30	169,79	44,15	30,98	24,62	0,00	0,00	269,540
5	5,64	290,06	75,43	52,92	42,06	35,53	0,00	496,003
6	8,73	449,29	116,83	81,97	65,15	55,03	48,33	816,614
<b>6,28</b>	<b>9,73</b>	<b>500,59</b>	<b>130,17</b>	<b>91,33</b>	<b>72,59</b>	<b>61,31</b>	<b>53,85</b>	<b>909,856</b>
7	8,29	426,64	110,94	77,84	61,87	52,25	45,90	775,446
8	6,65	342,07	88,95	62,41	49,60	41,90	36,80	621,731
9	5,33	274,26	71,32	50,04	39,77	33,59	29,50	498,486
10	4,27	219,90	57,18	40,12	31,89	26,93	23,66	399,672
11	3,43	176,31	45,85	32,17	25,57	21,59	18,97	320,446
11,73	2,92	150,18	39,05	27,40	21,78	18,39	16,16	272,957
12	2,80	144,24	37,51	26,32	20,92	17,67	15,52	262,161
13	2,42	124,48	32,37	22,71	18,05	15,25	13,39	226,257
14	2,09	107,44	27,94	19,60	15,58	13,16	11,56	195,270
15	1,80	92,72	24,11	16,92	13,45	11,36	9,97	168,527
16	1,55	80,02	20,81	14,60	11,60	9,80	8,61	145,447
17	1,34	69,06	17,96	12,60	10,02	8,46	7,43	125,527
18	1,16	59,61	15,50	10,87	8,64	7,30	6,41	108,336
19	1,00	51,44	13,38	9,39	7,46	6,30	5,53	93,499
19,90	0,88	45,05	11,72	8,22	6,53	5,52	4,85	81,887
20	0,87	44,56	11,59	8,13	6,46	5,46	4,79	80,990
21	0,78	39,90	10,38	7,28	5,79	4,89	4,29	72,520
22	0,69	35,73	9,29	6,52	5,18	4,38	3,84	64,936
23	0,62	31,99	8,32	5,84	4,64	3,92	3,44	58,145
24	0,56	28,64	7,45	5,23	4,15	3,51	3,08	52,064
25	0,50	25,65	6,67	4,68	3,72	3,14	2,76	46,619
26	0,45	22,97	5,97	4,19	3,33	2,81	2,47	41,743
27	0,40	20,56	5,35	3,75	2,98	2,52	2,21	37,378
28	0,36	18,41	4,79	3,36	2,67	2,26	1,98	33,469
29	0,32	16,49	4,29	3,01	2,39	2,02	1,77	29,968
30	0,29	14,76	3,84	2,69	2,14	1,81	1,59	26,834

(Sumber : Hasil Perhitungan, 2023)

Tabel diatas diketahui Debit maksimum di kala ulang 25 tahun jam ke-6,28 dengan debit banjir  $Q_{25} = 909,86 \text{ m}^3 / \text{det}$ .

Tabel 4.17. Hidrograf Banjir Rancangan Metode HSS Nakayasu dengan periode 50 Tahun.

Kala Ulang 50 Tahun								
Jam	Qt	Akibat Intensitas Curah Hujan						Qbanjir
Ke	M <sup>3</sup> /det	59,94	15,59	10,94	8,69	7,34	6,45	M <sup>3</sup> /det
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000
1	0,12	7,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7,098
2	0,62	37,46	9,74	0,00	0,00	0,00	0,00	47,204
3	1,65	99,13	25,78	18,09	0,00	0,00	0,00	142,996
4	3,30	197,73	51,42	36,07	28,67	0,00	0,00	313,891
5	5,64	337,79	87,84	61,63	48,98	41,37	0,00	577,618
6	8,73	523,22	136,06	95,46	75,87	64,08	56,29	950,983
<b>6,28</b>	<b>9,73</b>	<b>582,96</b>	<b>151,59</b>	<b>106,36</b>	<b>84,54</b>	<b>71,40</b>	<b>62,71</b>	<b>1059,567</b>
7	8,29	496,84	129,20	90,65	72,05	60,85	53,45	903,041
8	6,65	398,36	103,59	72,68	57,77	48,79	42,85	724,033
9	5,33	319,39	83,05	58,27	46,32	39,12	34,36	580,509
10	4,27	256,08	66,59	46,72	37,13	31,36	27,55	465,436
11	3,43	205,32	53,39	37,46	29,77	25,15	22,09	373,174
11,73	2,92	174,89	45,48	31,91	25,36	21,42	18,81	317,870
12	2,80	167,97	43,68	30,65	24,36	20,57	18,07	305,298
13	2,42	144,97	37,70	26,45	21,02	17,76	15,60	263,487
14	2,09	125,11	32,53	22,83	18,14	15,32	13,46	227,401
15	1,80	107,98	28,08	19,70	15,66	13,23	11,62	196,258
16	1,55	93,19	24,23	17,00	13,51	11,41	10,03	169,379
17	1,34	80,43	20,91	14,67	11,66	9,85	8,65	146,182
18	1,16	69,41	18,05	12,66	10,07	8,50	7,47	126,162
19	1,00	59,91	15,58	10,93	8,69	7,34	6,44	108,884
19,90	0,88	52,47	13,64	9,57	7,61	6,43	5,64	95,361
20	0,87	51,89	13,49	9,47	7,52	6,36	5,58	94,317
21	0,78	46,47	12,08	8,48	6,74	5,69	5,00	84,453
22	0,69	41,61	10,82	7,59	6,03	5,10	4,48	75,621
23	0,62	37,25	9,69	6,80	5,40	4,56	4,01	67,712
24	0,56	33,36	8,67	6,09	4,84	4,09	3,59	60,631
25	0,50	29,87	7,77	5,45	4,33	3,66	3,21	54,290
26	0,45	26,75	6,95	4,88	3,88	3,28	2,88	48,612
27	0,40	23,95	6,23	4,37	3,47	2,93	2,58	43,528
28	0,36	21,44	5,58	3,91	3,11	2,63	2,31	38,976
29	0,32	19,20	4,99	3,50	2,78	2,35	2,07	34,899
30	0,29	17,19	4,47	3,14	2,49	2,11	1,85	31,250

(Sumber : Hasil Perhitungan, 2023)

Tabel diatas di ketahui Debit maksimum di kala ulang 50 tahun jam ke-6,28 dengan debit banjir  $Q_{50} = 1059,57 \text{ m}^3/\text{det}$ .

Tabel 4.18. Hidrograf Banjir Rancangan Metode HSS Nakayasu dengan periode 100 Tahun.

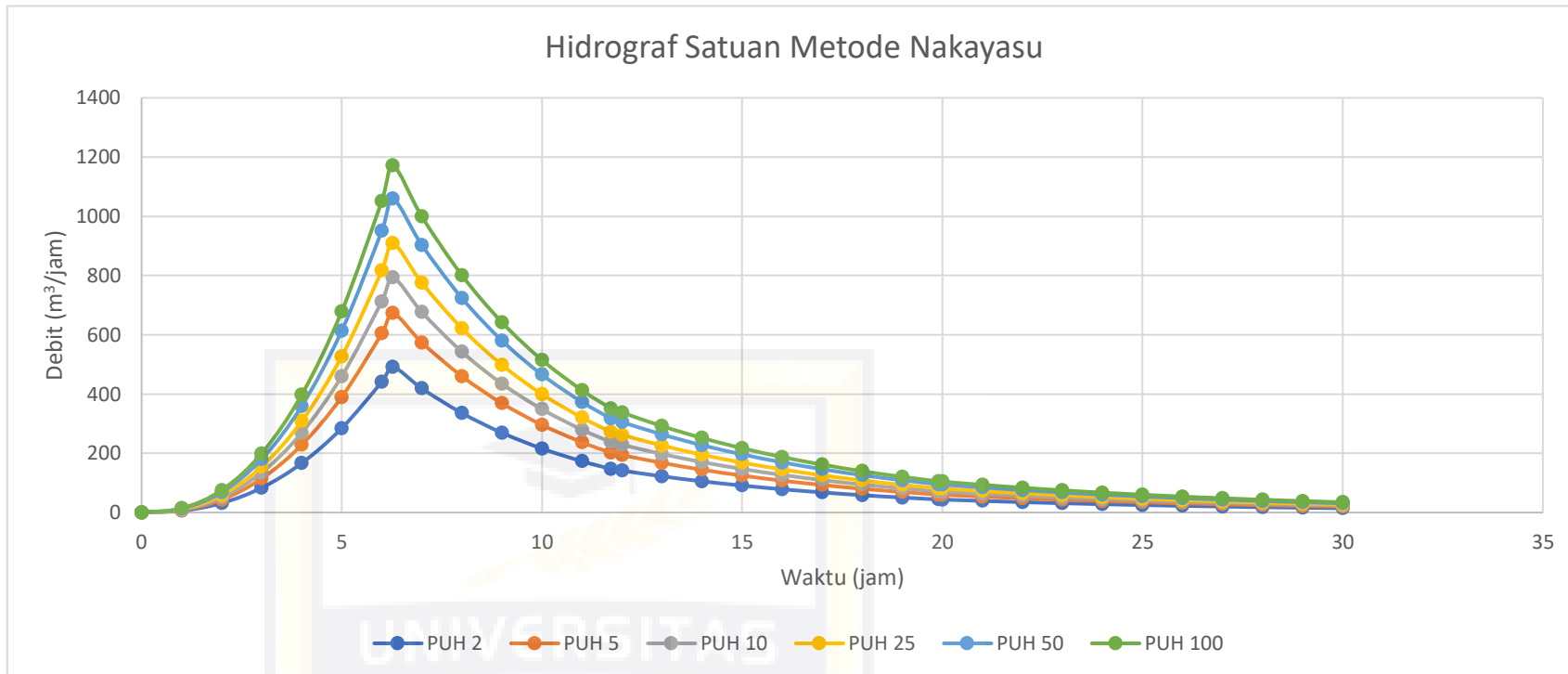
Kala Ulang 100 Tahun								
Jam	Qt	Akibat Intensitas Curah Hujan						Qbanjir
Ke	M <sup>3</sup> /det	66,31	17,24	12,10	9,62	8,12	7,13	M <sup>3</sup> /det
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000
1	0,12	7,85	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7,853
2	0,62	41,45	10,78	0,00	0,00	0,00	0,00	52,224
3	1,65	109,67	28,52	20,01	0,00	0,00	0,00	158,204
4	3,30	218,76	56,89	39,91	31,72	0,00	0,00	347,274
5	5,64	373,72	97,18	68,18	54,19	45,77	0,00	639,048
6	8,73	578,87	150,53	105,61	83,94	70,90	26,10	1015,947
<b>6,28</b>	<b>9,73</b>	<b>644,96</b>	<b>167,72</b>	<b>117,67</b>	<b>93,53</b>	<b>78,99</b>	<b>29,08</b>	<b>1131,949</b>
7	8,29	549,68	142,94	100,29	79,71	67,32	24,78	964,730
8	6,65	440,72	114,61	80,41	63,91	53,98	19,87	773,494
9	5,33	353,36	91,89	64,47	51,24	43,28	15,93	620,166
10	4,27	283,31	73,67	51,69	41,08	34,70	12,77	497,231
11	3,43	227,15	59,07	41,44	32,94	27,82	10,24	398,666
11,73	2,92	193,49	50,31	35,30	28,06	23,70	8,72	339,585
12	2,80	185,84	48,32	33,91	26,95	22,76	8,38	326,154
13	2,42	160,39	41,71	29,26	23,26	19,64	7,23	281,486
14	2,09	138,42	35,99	25,25	20,07	16,95	6,24	242,935
15	1,80	119,46	31,07	21,80	17,32	14,63	5,39	209,664
16	1,55	103,10	26,81	18,81	14,95	12,63	4,65	180,950
17	1,34	88,98	23,14	16,23	12,90	10,90	4,01	156,168
18	1,16	76,80	19,97	14,01	11,14	9,41	3,46	134,780
19	1,00	66,28	17,23	12,09	9,61	8,12	2,99	116,322
19,90	0,88	58,05	15,09	10,59	8,42	7,11	2,62	101,875
20	0,87	57,41	14,93	10,47	8,33	7,03	2,59	100,760
21	0,78	51,41	13,37	9,38	7,45	6,30	2,32	90,222
22	0,69	46,03	11,97	8,40	6,67	5,64	2,08	80,787
23	0,62	41,22	10,72	7,52	5,98	5,05	1,86	72,338
24	0,56	36,91	9,60	6,73	5,35	4,52	1,66	64,772
25	0,50	33,05	8,59	6,03	4,79	4,05	1,49	57,998
26	0,45	29,59	7,69	5,40	4,29	3,62	1,33	51,933
27	0,40	26,50	6,89	4,83	3,84	3,25	1,19	46,501
28	0,36	23,72	6,17	4,33	3,44	2,91	1,07	41,638
29	0,32	21,24	5,52	3,88	3,08	2,60	0,96	37,284
30	0,29	19,02	4,95	3,47	2,76	2,33	0,86	33,384

(Sumber : Hasil Perhitungan, 2023)

Tabel diatas diketahui Debit maksimum di kala ulang 100 tahun jam ke-6,28 dengan debit banjir  $Q_{100} = 1172,25 \text{ m}^3 / \text{det}$ .

Tabel 4.19. Rekapitulasi Debit Banjir Rancangan Metode HSS Nakayasu

Jam	Kala Ulang					
	2	5	10	25	50	100
Ke	Tahun	Tahun	Tahun	Tahun	Tahun	Tahun
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	5,98	8,20	9,67	11,08	12,90	14,27
2	31,57	43,26	51,02	58,47	68,09	75,33
3	83,55	114,48	135,01	154,72	180,18	199,34
4	166,64	228,34	269,29	308,60	359,38	397,60
5	284,68	390,09	460,05	527,21	613,96	679,25
6	440,96	604,22	712,59	816,61	950,98	1052,12
<b>6,28</b>	<b>491,31</b>	<b>673,22</b>	<b>793,95</b>	<b>909,86</b>	<b>1059,57</b>	<b>1131,95</b>
7	418,73	573,76	676,66	775,45	903,04	999,08
8	335,72	460,03	542,53	621,73	724,03	801,03
9	269,17	368,84	434,98	498,49	580,51	642,25
10	215,82	295,72	348,76	399,67	465,44	514,94
11	173,04	237,10	279,62	320,45	373,17	412,86
11,73	147,39	201,96	238,19	272,96	317,87	351,68
12	141,56	193,98	228,76	262,16	305,30	337,77
13	122,18	167,41	197,43	226,26	263,49	291,51
14	105,44	144,48	170,40	195,27	227,40	251,59
15	91,00	124,70	147,06	168,53	196,26	217,13
16	78,54	107,62	126,92	145,45	169,38	187,39
17	67,78	92,88	109,54	125,53	146,18	161,73
18	58,50	80,16	94,54	108,34	126,16	139,58
19	50,49	69,18	81,59	93,50	108,88	120,46
19,90	44,22	60,59	71,46	81,89	95,36	105,50
20	43,73	59,93	70,67	80,99	94,32	104,35
21	39,16	53,66	63,28	72,52	84,45	93,43
22	35,06	48,05	56,66	64,94	75,62	83,66
23	31,40	43,02	50,74	58,14	67,71	74,91
24	28,11	38,52	45,43	52,06	60,63	67,08
25	25,17	34,49	40,68	46,62	54,29	60,06
26	22,54	30,89	36,43	41,74	48,61	53,78
27	20,18	27,66	32,62	37,38	43,53	48,16
28	18,07	24,76	29,21	33,47	38,98	43,12
29	16,18	22,17	26,15	29,97	34,90	38,61
30	14,49	19,85	23,42	26,83	31,25	34,57



Gambar 4.4. Grafik Hidrograf Banjir Metode HSS Nakayasu

Dari grafik diatas dapat disimpulkan bahwa debit banjir tertinggi (puncak) berada pada T jam ke 6,28 dari kala ulang mulai dari 2, 5, 10, 25, 50, dan 100tahun. Dengan debit tertinggi  $Q_{100}$  dengan debit **1.131,95** m<sup>3</sup>/det.

#### 4.5. Perhitungan Efektivitas Kapasitas Tampungan Kolam Regulasi Nipa-Nipa.

Berdasarkan analisa hidrologi yang meliputi curah hujan wilayah, curah hujan rencana dan debit banjir rencana maka diperoleh debit banjir rencana maksimum  $Q_{100}$  adalah  $1.131,95 \text{ m}^3/\text{det}$ . Daya tampung efektif Kolam Regulasi Nipa-Nipa terjadi pada saat  $Q_{100}$   $3.850.000 \text{ m}^3/1.131,95 \text{ m}^3/\text{det} = 3.284 \text{ detik} = (49 \text{ Menit})$  dan pada saat  $Q_2$   $3.850.000 \text{ m}^3/491,31 \text{ m}^3/\text{det} = 7.836 \text{ detik} = 130 \text{ Menit} (2 \text{ jam } 10 \text{ menit})$ .

Efektivitas kapasitas tampungan dapat diketahui melalui persamaan.

$$\begin{aligned}
 T_{(Q_2)} &= \frac{\text{Kapasitas Maks}}{Q_{maks}} \\
 &= \frac{3.850.000 \text{ m}^3}{491,31 \text{ m}^3/\text{det}} \\
 &= 7.836 \text{ detik} \\
 &= \mathbf{130 \text{ Menit} / 2 \text{ jam } 10 \text{ menit}}
 \end{aligned}$$

Perhitungan tersebut dilakukan untuk setiap kala ulang untuk melihat keefektifan daya tampung dari Kolam Regulasi Nipa-Nipa.

Tabel 4.20. Rekap Efektivitas Kapasitas Tampungan

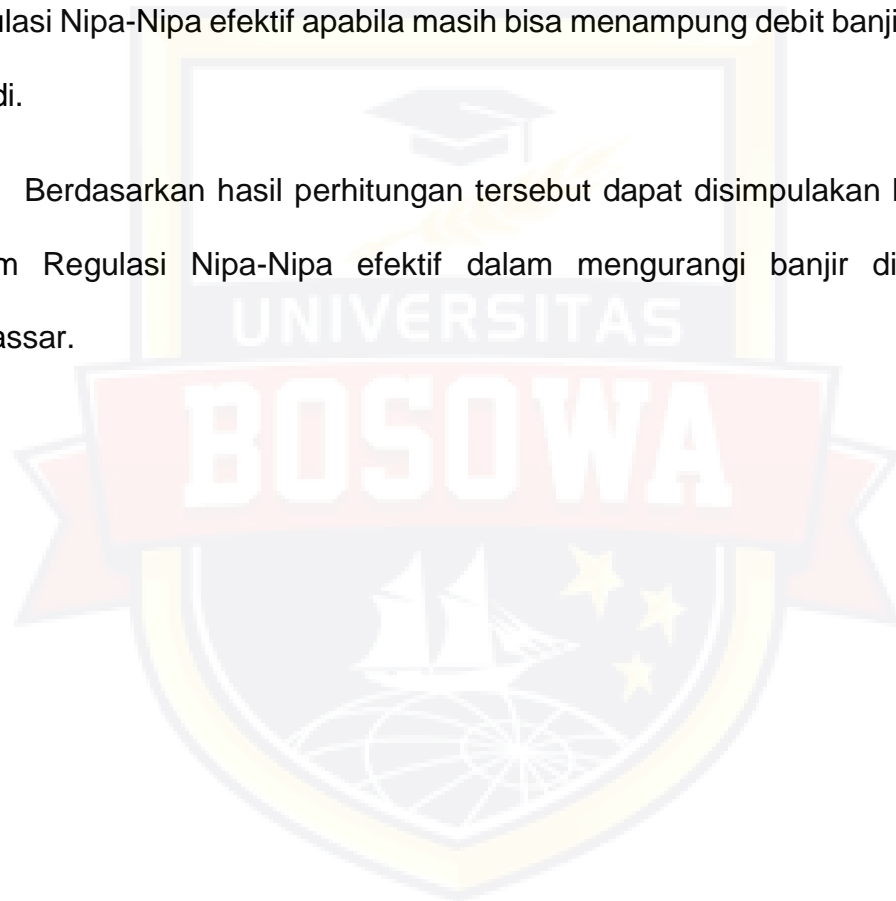
Kala ulang (Tahun)	Kapasitas maks ( $\text{m}^3$ )	Debit Banjir ( $\text{m}^3/\text{detik}$ )	Menit	
2	3.850.000	$491,31 \text{ m}^3/\text{dt}$	7.836 detik	130 Menit
5	3.850.000	$673,22 \text{ m}^3/\text{dt}$	5.718 detik	95 Menit
10	3.850.000	$793,95 \text{ m}^3/\text{dt}$	4.849 detik	80 Menit
25	3.850.000	$909,86 \text{ m}^3/\text{dt}$	4.231 detik	70 Menit
50	3.850.000	$1.059,57 \text{ m}^3/\text{dt}$	3.633 detik	60 Menit
100	3.850.000	$1.131,95 \text{ m}^3/\text{dt}$	3.284 detik	56 Menit

(Sumber : Hasil Perhitungan, 2023)



Pada tabel diatas dapat kita lihat bahwa tingkat keefektifan Kolam Regulasi Nipa-Nipa dalam menampung debit banjir pada debit puncak  $Q_2$  tahun ( $491,31 \text{ m}^3/\text{detik}$ ) yaitu selama 130 menit (2 jam 10 menit). Adapun pada saat  $Q_{100}$  tahun ( $1.131,95 \text{ m}^3/\text{det}$ ) selama (56 menit). Dapat disimpulkan bahwa efektivitas kapasitas Kolam Regulasi Nipa-Nipa Pada kala ulang tertentu terjadi tingkat keefektifan yang semakin menurun. Kolam Regulasi Nipa-Nipa efektif apabila masih bisa menampung debit banjir yang terjadi.

Berdasarkan hasil perhitungan tersebut dapat disimpulkan bahwa Kolam Regulasi Nipa-Nipa efektif dalam mengurangi banjir di Kota Makassar.





## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1. Kesimpulan**

1. Curah hujan DAS Tallo berdasarkan Metode Gumbel pada Periode Ulang 100 tahun adalah 301,267 mm/hari. Adapun curah hujan efektif (limpasan hujan) yang terjadi di DAS Tallo adalah 120,531 mm/hari.
2. Efektivitas Kolam Regulasi Nipa-Nipa dalam menampung debit banjir pada debit puncak  $Q_2$  tahun ( $491,31 \text{ m}^3/\text{detik}$ ) yaitu selama 130 menit (2 jam 10 menit). Adapun pada saat  $Q_{100}$  tahun ( $1.131,95 \text{ m}^3/\text{det}$ ) selama (56 menit). Dapat disimpulkan bahwa Efektivitas kapasitas Kolam Regulasi Nipa-Nipa pada kala ulang tertentu terjadi tingkat keefektifan yang semakin menurun. Kolam Regulasi Nipa-Nipa efektif apabila masih bisa menampung debit banjir yang terjadi. Berdasarkan hasil perhitungan tersebut didapatkan Kolam Regulasi Nipa-Nipa efektif dalam mengurangi banjir di Kota Makassar.

#### **5.2. Saran**

Untuk Penelitian selanjutnya, berdasarkan penelitian yang telah ada atau dilaksanakan:

1. Perlu dilakukan penelitian terkait alternatif solusi apabila Kolam Regulasi Nipa-Nipa tidak dapat menampung debit banjir yang direncanakan atau tingkat keefektifannya menurun drastis.

2. Diperlukannya pemeliharaan berkala untuk mengatasi sedimen yang terjadi di Kolam Regulasi Nipa-Nipa, agar mendapatkan kinerja Kolam Regulasi yang maksimum.



## DAFTAR PUSTAKA

- Amir, M., Rahmawati, & Ikhlas, M. R. (2021). *Analisis Kapasitas Daya Tampung Kolam Regulasi*. 14, 73–85
- Duppa, H., & Sipil, J. (n.d.). *PENGARUH SEDIMEN KOLAM REGULASI NIPA-NIPA Hakim duppa, Jurusan Teknik Sipil & Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Pepabri Makassar*. 1–10.
- Hakim, L. (2019). *Analisa Kapasitas Tampung Waduk Manunggal Daya Terhadap Kebutuhan Air Irigasi Menggunakan Metode Ripple*. Malang: ITN.
- Ilyas, Arif, M., & Marsudi. (1991). Salah Satu Cara Teknik Simulasi Pengoperasian Reservoir. *Prosiding Pertemuan Ilmiah Tahunan VIII*, Jakarta.
- Kasiro, I., & et al. (1997). *Pedoman Kriteria Desain Embung Kecil untuk Daerah Semi Kering di Indonesia*. Jakarta: DPU.
- Limantara, L. M. (2010). *Hidrologi Praktis*. Bandung: CV Lubuk Agung.
- Linsey, R., Franzini, J., & Sasongko, D. (1985). *Teknik Sumber Daya Air*. Jakarta: Erlangga.
- Loebis, J. (1984). *Perencanaan Bangunan Air*. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
- Nasir. (1998). *Metode Penelitian*. Jakarta: Ghalia Indonesia.
- Partanto Pius, A., & M. Dahlan Al Barry. (1994). *Kamus Ilmiah Populer*. Surabaya: Arloka.
- Seyhan, E. (1990). *Dasar-Dasar Hidrologi*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Pres.
- Soemarto, C., & Indarto, P. (1999). *Hidrologi Teknik Edisi Ke-2*. Jakarta: Erlangga.

Soewarno. (1995). *Hidrologi Aplikasi Metode Statistik untuk Analisis Data*. Bandung: Nova.

Sosrodarsono, S., & Takeda, K. (1977). *Hidrologi Untuk Pengairan*. Jakarta: PT. Pradnya Paramita.

Suripin. (2004). *Sistem Drainase Perkotaan Yang Berkemajuan*. Yogyakarta: Andi.

Triatmojo, B. (2008). *Hidrolika Terapan*. Yogyakarta: UGM-Press.

Triatmojo, B. (2010). *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta: Beta Offset.



# LAMPIRAN





Stasiun pompa Kolam Regulasi Nipa-Nipa



Spillway (Bangunan pelimpah) Kolam Regulasi Nipa-Nipa



Sluiceway (pintu air masuk) Kolam Regulasi Nipa-Nipa

