

SKRIPSI

MILIK PERPUSTAKAAN
UNISMUH MAKASSAR

"ANALISIS KAPASITAS DAYA TAMPUNG KOLAM REGULASI

NIPA-NIPA SEBAGAI SOLUSI BANJIR KOTA MAKASSAR"

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan Guna Memperoleh Gelar
Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Sipil Pengairan Fakultas Teknik Universitas
Muhammadiyah Makassar

OLEH :

22/09/2021

1 exp.
smb Alumni

R/0057/Sip/21/20

RAH

a'

RAHMAWATI

MUH. IKHSAN RIDWAN

105 81 2298 14

105 81 2078 14

JURUSAN TEKNIK SIPIL PENGAIRAN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR

2021



PENGESAHAN

Skripsi atas nama Muh.Ikhsan Ridwan dengan nomor induk Mahasiswa 105 81 2078 14 dan Rahmawati dengan nomor induk mahasiswa 105 81 2298 14, dinyatakan diterima dan disahkan oleh Panitia Ujian Tugas Akhir/Skripsi sesuai dengan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar Nomor : 0012/SK-Y/22201/091004/2021, sebagai salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Pengairan Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar pada hari Selasa tanggal 31 Agustus 2021.

Makassar, 22 Muharam 1443 H
31 Agustus 2021 M

Panitia Ujian:

1. Pengawas Umum

- a. Rektor Universitas Muhammadiyah Makassar
Prof. Dr. H. Ambo Asse, M.Ag
- b. Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin
Prof. Dr. Ir. H. Muhammad Arsyad Thaha, MT

2. Penguji:

- a. Ketua : Dr. Ir.Hj.Nurawaty,ST.,MT.,IPM
- b. Sekretaris : Farida Gaffar, ST., MM

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

2. Ir. Andi Rahmat, MT

3. Mahmuddin, ST., MT., IPM

Mengetahui:

Pembimbing I

Pembimbing II

Prof.Dr.Ir.H.Darwis Pangunadita, M.Sc

Muh.Amir Zainuddin,ST.,MT.,IPM



Dr. Ir. Hj. Nurawaty, ST., MT., IPM
NBM : 855 500



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR

FAKULTAS TEKNIK

GEDUNG MENARA IQRA LT. 3

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

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

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

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

HALAMAN PERSETUJUAN

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

Judul Skripsi : ANALISIS KAPASITAS DAYA TAMPUNG KOLAM REGULASI NIPA-NIPA SEBAGAI SOLUSI BANJIR KOTA MAKASSAR.

Nama : RAHMAWATI

MUH IKHSAN RIDWAN

No. Stambuk : 105 81 2298 14

105 81 2078 14

Makassar, 25 Agustus 2021

Telah Diperiksa dan Disetujui
Oleh Dosen Pembimbing

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Prof.Dr.Ir.H.Darwis Pangurseng,M.Sc

Muh.Amir Zainuddin,ST.,MT.,IPM

Mengetahui,
Ketua Prodi Teknik Pengairan

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

**ANALISIS KAPASITAS DAYA TAMPUNG KOLAM REGULASI
NIPA-NIPA SEBAGAI SOLUSI BANJIR KOTA MAKASSAR**

**ANALISIS OF THE CARRYING CAPACITY OF THE NIPA-NIPA
REGULATORY POOL AS A SOLUTION TO FLOODING
THE CITY OF MAKASSAR**

¹Rahmawati, rahmawati7oktober@gmail.com

²Muh. Ikhsan Ridwan, ikhsanridwan81@gmail.com

¹Jurusan Teknik Pengairan, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Makassar

²Jurusan Teknik Pengairan, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Makassar



Alamat Korespondensi

Rahmawati

Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Pengairan

Universitas Muhammadiyah Makassar, 90221

Hp : 085242306434

Email : rahmawati7oktober@gmail.com

Abstrak

Banjir adalah ancaman musiman yang terjadi apabila meluapnya air dari saluran dan menggenangi wilayah sekitarnya yang dampaknya dapat merugikan. Berdasarkan informasi dari masyarakat dan juga dari UPT (Unit Pelaksana Teknis) terkait di area tergenang paling parah di Antang pada tahun 2012 merupakan puncak dari tidak sanggupnya DAS Tallo menampung kapasitas debit yang berlebih. Saluran alam atau sungai dan anak sungai yang ada pada daerah aliran Sungai Tallo tersebut pada saat ini sudah banyak mengalami pendangkalan sehingga kapasitasnya sudah tidak mampu menampung debit banjir yang ada. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efektivitas tampungan Kolam Regulasi Nipa-Nipa dalam mengurangi banjir di kota Makassar dan menganalisis fluktuasi muka air kolam pasca banjir akibat evaporasi dan rembesan air waduk. Metode yang digunakan dalam menganalisis curah hujan rencana adalah metode *Gumbel*. Untuk perhitungan debit banjir rancangan digunakan metode hidrograf satuan sintetik *Nakayasu* (HSS *Nakayasu*). Dalam penelitian ini digunakan rumus efektivitas untuk menganalisis seberapa efektif Kolam Regulasi Nipa-Nipa dalam mengurangi banjir di kota Makassar dengan memperhatikan fluktuasi muka air kolam pasca banjir akibat evaporasi dan rembesan air waduk. Penelitian ini dilakukan dengan pengambilan data lewat instansi terkait. Dari hasil penelitian diperoleh nilai tampungan maksimum yang terjadi adalah sebesar $\pm 3,447,917,35 \text{ m}^3$ dengan luas $\pm 1,181,1067 \text{ m}^2$. Waduk Kolam Regulasi Nipa-Nipa efektif menampung air banjir pada Q_{200} sampai 103 hari. Fluktuasi muka air waduk turun rata-rata 0,838 m/bulan pada saat cuaca cerah dan tidak ada lagi input air dari sungai. Kesimpulan penelitian menjadikan Waduk Kolam Regulasi Nipa-Nipa efektif dalam mengurangi banjir di kota Makassar.

Kata kunci : banjir, efektivitas, fluktuasi muka air, evaporasi, rembesan air waduk.

Abstract

Flood is a seasonal threat that occurs when air overflows from the channel and inundates the surrounding area which can be detrimental. Based on information from the community and also from the related UPT (Technical Implementation Unit) in the area the worst inundation in 2021 is the culmination of the inability of the tallo watershed to accommodate the excess discharge capacity. The natural channel of the river and its children in the Tallo watershed is currently experiencing a lot of silting so that its capacity is no longer able to accommodate the existing flooded river. This study aims to analyze the affectiveness of nipa-nipa pond storage regulations in reducing flooding in makassar city and post-flood pond water level fluctuations due to evaporation and seepage of reservoir water. The method used in analyzing the planned rainfall is the gumbel method. For the calculation of the design flood discharge, the nakayasu synthetic unit hydrograph (HSS Nakayasu) method is used. In this Study, the effectiveness formula was used to analyze how effective the nipa-nipa regulation pond was in reducing by observing fluctuations in pound water after flooding due to evaporation and seepage water conducted by collecting data through the relevant agencies. From the results of the study the study, the maximum stroge value thet occurred was $\pm 3,447,917,35 \text{ m}^3$ with an area of $\pm 1,181,1067 \text{ m}^2$. Nipa-nipa regulation reservoir effectively accommodates flood water in Q_{200} to 103 Days.

Reservoir water fluctuations decreased by an average of 0,838 m/month when it was sunny and there was no more water input from the river. The conclusion of the study is that the nipa-nipa regulation pond reservoir is effective in reducing flooding in the city of makassar.

Keywords: flooding, effectiveness, water level fluctuations, evaporation, seepage water reservoirs.



KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Bismillahirrohmanirrohim

Assalamualaikum Warohmatullahi Wabarokatuh.

Puji syukur Alhamdulillah penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, karena rahmat dan Karunia-Nyalah sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini, dan dapat kami selesaikan dengan baik.

Skripsi ini disusun sebagai salah satu persyaratan Akademik yang harus ditempuh dalam rangka menyelesaikan Studi pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar. Adapun judul tugas kami adalah : **"ANALISIS KAPASITAS DAYA TAMPUNG KOLAM REGULASI NIPA-NIPA SEBAGAI SOLUSI BANJIR KOTA MAKASSAR"**

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

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

1. Ibu Dr.Hj.Nurnawaty.,ST.,MT,IPM sebagai Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
2. Bapak Andi Makbul Syamsuri, ST, MT., IPM. sebagai Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
3. Bapak Prof. Dr. Ir. H. Darwis Panguriseng, M.Sc Selaku pembimbing I dan Bapak Ir. Muh. Amir Zainuddin, ST.,MT.,IPM Selaku pembimbing II yang telah banyak meluangkan waktu dalam membimbing kami.
4. Bapak dan Ibu dosen serta segenap staf pegawai pada Fakultas Teknik atas segala waktunya telah mendidik dan melayani penulis selama mengikuti proses belajar mengajar di Universitas Muhammadiyah Makassar.
5. Ayahanda dan Ibunda yang tercinta, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya atas segala limpahan kasih sayang, doa dan pengorbanannya terutama dalam bentuk materi dalam menyelesaikan kuliah.
6. Saudara-saudaraku serta rekan-rekan mahasiswa fakultas teknik terkhusus angkatan 2014 yang dengan keakraban dan persaudaraannya banyak membantu dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

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

Makassar, 30 Agustus 2021

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	x
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah.....	4
C. Tujuan Penelitian.....	5
D. Manfaat Penelitian.....	5
E. Batasan Masalah.....	6
F. Sistematika Penulisan.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
A. Siklus Hidrologi.....	8
B. Sungai.....	9
C. Kota Makassar.....	11
D. Banjir.....	12
E. Daerah Aliran Sungai (DAS) dan Karakteristik.....	13
F. Hujan.....	16
G. Analisis Curah Hujan	16
1. Analisis Distribusi Curah Hujan Wilayah.....	17
2. Analisis Curah Hujan Rencana.....	20

H. Analisis Debit Banjir Rencana	29
1. Intensitas Curah Hujan	29
2. Debit Banjir Rencana	30
I. Waduk	35
J. Kolam Regulasi	40
K. Perhitungan Kapasitas Tampung Waduk	42
L. Efektivitas	42

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

A. Lokasi Penelitian	45
B. Jenis Penelitian	47
C. Alat dan bahan	48
D. Pengumpulan Data	48
E. Pelaksanaan Penelitian	50
F. Bagan Alir Penelitian	52

BAB IV ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

A. Data Hasil Penelitian	53
B. Analisis Hidrologi	53
1. Analisis Curah Hujan	53
2. Analisis parameter statistic (pengukuran Depresi)	58
C. Perhitungan Distribusi Frekuensi Curah Hujan	60
1. Metode Gumbel	60
2. Metode Log Person Tipe III	62
D. Intensitas Curah Hujan	66
E. Perhitungan Debit Rancangan	71

1. Metode Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu (HSS Nakayasu)	72
F. Perhitungan Kapasitas Tampung Kolam Regulasi Nipa-Nipa ..	87
G. Perhitungan Efektivitas Kapasitas Tampung Kolam Regulasi Nipa-Nipa	90
H. Fluktuasi Muka Air Waduk	90
I. Pembahasan	96
1. Kapasitas Tampung	96
2. Efektivitas Tampung Waduk	96
3. Fluktuasi Muka Air Waduk	97
BAB V	
KESIMPULAN DAN SARAN	
A. Kesimpulan	98
B. Saran	98

DAFTAR PUSTAKA

DOKUMENTASI

LAMPIRAN



DAFTAR TABEL

Nomor	Tabel	Halaman
Tabel 2.1	Kesimpulan Jenis Distribusi	22
Tabel 2.2	Reduksi Fungsi dari Probabilitas	24
Tabel 2.3	Hubungan reduced mean Y_n dengan banyaknya data n	24
Tabel 2.4	Hubungan reduced standart deviation S_n dengan banyaknya data n	25
Tabel 2.5	Harga G Pada Distribusi Log Person III (Untuk C_s Positif).....	26
Tabel 2.6	Harga G Pada Distribusi Log Person III (Untuk C_s Negatif).....	28
Tabel 2.7	Hitungan Hidrograf Banjir Cara Super posisi	35
Tabel 3.1	Alat dan Bahan Penelitian	48
Tabel 4.1	Luas Pengaruh Stasiun Hujan Terhadap DAS Nipa-Nipa.....	54
Tabel 4.2	Perhitungan Curah Hujan Harian Maksimum DAS Nipa-Nipa.....	55
Tabel 4.3	Analisis Parameter Statistik Curah Hujan Maksimum Harian	58
Tabel 4.4	Distribusi Frekuensi Metode Gumbel	62
Tabel 4.5	Distribusi Frekuensi Metode Log Pearson Tipe III	63
Tabel 4.6	Curah Hujan Rencana dengan Metode Log Pearson Type III	65
Tabel 4.7	Resume Curah Hujan Rencana.....	65
Tabel 4.8	Syarat Penggunaan Jenis Distribusi/ Sebaran Frekuensi	66
Tabel 4.9	Intensitas Curah Hujan Jam-Jaman dan Ratio.....	68
Tabel 4.10	Rekap Perhitungan Curah Hujan Efektif	70
Tabel 4.11	Waktu Lengkung Hidrograf Nakayasu	74

Tabel 4.12	Ordinat Hidrograf Satuan Sintetik dengan Metode Nakayasu	75
Tabel 4.13	Hidrograf Banjir Rancangan Metode HSS Nakayasu dengan Periode Ulang 2 tahun.....	77
Tabel 4.14	Hidrograf Banjir Rancangan Metode HSS Nakayasu dengan Periode Ulang 5 tahun.....	78
Tabel 4.15	Hidrograf Banjir Rancangan Metode HSS Nakayasu dengan Periode Ulang 10 tahun.....	79
Tabel 4.16	Hidrograf Banjir Rancangan Metode HSS Nakayasu dengan Periode Ulang 25 tahun.....	80
Tabel 4.17	Hidrograf Banjir Rancangan Metode HSS Nakayasu dengan Periode Ulang 50 tahun.....	81
Tabel 4.18	Hidrograf Banjir Rancangan Metode HSS Nakayasu dengan Periode Ulang 100 tahun.....	82
Tabel 4.19	Hidrograf Banjir Rancangan Metode HSS Nakayasu dengan Periode Ulang 200 tahun.....	83
Tabel 4.20	Rekapitulasi Debit Banjir Rancangan Metode HSS Nakayasu.....	84
Tabel 4.21	Rekapitulasi Debit Banjir Rancangan Metode HSS Nakayasu.....	85
Tabel 4.22	Rekapitulasi Perhitungan debit banjir Rencana.....	88



DAFTAR GAMBAR

Nomor	Gambar	Halaman
Gambar 2.1	Siklus Hidrologi	8
Gambar 2.2	Daerah Aliran Sungai	14
Gambar 2.3	Jaringan Sungai dan Tingkatannya	15
Gambar 2.4	Polligon Thiessen	18
Gambar 2.5	Isohyet	20
Gambar 2.6	Hubungan Antara Hujan Efektif dengan Limpasan Langsung	31
Gambar 2.7	HSS Nakayasu	33
Gambar 2.8	HSS Nakayasu	34
Gambar 2.9	On Stream	37
Gambar 2.10	Waduk Off Stream	37
Gambar 3.1	Peta Lokasi Penelitian	45
Gambar 3.2	Peta Lokasi Kolam Regulasi Nipa-nipa	46
Gambar 3.3	Peta Tata Letak kolam Regulasi Nipa-nipa	46
Gambar 3.4	Posisi Stasiun Curah Hujan	47
Gambar 3.5	Bagan Alir Penelitian	52
Gambar 4.1	Profil Waduk Kolam Regulasi Nipa-Nipa	53
Gambar 4.2	Luas Pengaruh Stasiun Curah Hujan Dihitung dengan Metode Poligon Thiessen	55
Gambar 4.3	Grafik Pola Distribusi Hujan	71
Gambar 4.4	Peta DAS Nipa-Nipa	72
Gambar 4.5	Grafik Hidrograf Hujan Rancangan Nakayasu	76
Gambar 4.6	Grafik Hidrograf Banjir Metode HSS Nakayasu	86

Gambar 4.7	Peta Topografi Waduk Kolam Regulasi Nipa-Nipa	87
Gambar 4.8	Grafik Hubungan Elevasi dengan luas dan Volume.....	89
Gambar 4.9	Profil Tampungan Waduk Kolam Regulasi Nipa-Nipa	89
Gambar 4.10	Data Elevasi Tinggi Muka Air Waduk Bulan Desember tahun 2020..	95
Gambar 4.11	Data Elevasi Tinggi Muka Air Waduk Bulan Januari tahun 2021	96
Gambar 4.12	Data Elevasi Tinggi Muka Air Waduk Bulan Februari tahun 2021	97
Gambar 4.13	Data Elevasi Tinggi Muka Air Waduk Bulan Maret tahun 2021	98
Gambar 4.14	Data Elevasi Tinggi Muka Air Waduk Bulan April tahun 2021	99



BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Banjir adalah ancaman musiman yang terjadi apabila meluap air dari saluran yang ada dan menggenangi wilayah sekitarnya. Banjir merupakan ancaman alam yang paling sering terjadi dan paling banyak merugikan. Sungai-sungai di Indonesia 30 tahun terakhir ini mengalami peningkatan diantaranya adalah Sungai Tallo. Banjir terjadi karena adanya dua faktor, faktor pertama disebabkan oleh manusia karena pesatnya urbanisasi (perpindahan penduduk dari desa ke kota) di suatu kota akan segera diikuti dengan pertumbuhan permukiman yang makin lama makin padat. Dengan bertambahnya sarana permukiman yaitu perumahan, jalan, dan lain-lain maka akan bertambahlah daerah yang kedap air (impervius) sehingga hal ini akan menambah besarnya limpasan permukaan (surface run off). Sedangkan faktor kedua disebabkan oleh faktor alam karena intensitas curah hujan yang tinggi dan sedimentasi di sepanjang aliran sungai. Dengan tingginya curah hujan serta faktor manusia yang menyebabkan perubahan karakteristik terutama pada daerah hulu menjadikan air dari aliran sungai tallo ini pada musim hujan sering meluap, dan menyebabkan banjir pada kawasan sekitarnya.

Berdasarkan informasi dari masyarakat dan juga dari UPT (Unit Pelaksana Teknis) terkait di area tergenang paling parah di Antang pada tahun 2012 merupakan puncak dari tidak sanggupnya DAS Tallo Menampung kapasitas debit

yang berlebih.

Secara Umum permasalahan yang terjadi pada Sungai Tallo disebabkan kapasitas Sungai Tallo yang tidak memadai yang diakibatkan buangan air drainase kota yang ada di Makassar, seperti Saluran Primer Sinrijali, Gowa dan Antang, serta saluran sekunder yang ada di sepanjang sungainya, mengingat luas Daerah Pengaliran Sungai Tallo itu sendiri mencapai 418,6 km². Dengan panjang total sungai mencapai 70,5 km. Lebar sungai rata-rata pada ruas jembatan Tello ke hulu 50-80 m dan dari jembatan Tello ke muara adalah 80-300 m. Kedalaman bervariasi dari jembatan Tello ke mulut muara antara 0,5 s/d 8,3 m.

Selain itu Sungai Tallo juga difungsikan sebagai sumber air untuk irigasi dan tambak oleh warga sekitar. Sehingga jika terjadi hujan dengan curah yang tinggi dapat dipastikan warga sekitar tidak dapat menggunakan irigasi juga tambaknya dan sudah dapat dipastikan banjir dan genangan pada daerah – daerah di sekitar sungai.

Disamping kondisi tersebut, morfologi sungai tallo yang berkelok-kelok atau (*meandering*) turut menyumbang permasalahan banjir yang ada, karena sungai tipe ini erosi secara umum lemah, sehingga pengendapan sedimen kuat. Erosi horizontalnya lebih besar pada waktu banjir. Hal ini menyebabkan aliran sungai sering berpindah tempat secara mendatar hingga menyebabkan banjir di hilir Sungai Tallo.

Pada daerah Makassar bagian Timur, sampai saat ini belum tersedia fasilitas jaringan drainase kota yang memadai. Penggunaan lahan pada daerah ini mulai dari Jembatan Tallo ke hilir antara lain berupa daerah pemukiman padat,

kawasan Kampus, areal tambak, dan areal perkebunan. Pada wilayah ini juga terdapat suatu kawasan industri yang dinamakan Kawasan Industri Makassar (KIMA). Untuk itu kawasan ini menjadi sangat strategis yang mempunyai nilai ekonomi tinggi, sehingga diperlukan suatu upaya untuk mengamankannya dari bahaya banjir dan genangan.

Saluran alam atau sungai dan anak sungai yang ada pada daerah tersebut pada saat ini sudah banyak mengalami pendangkalan sehingga kapasitasnya sudah tidak mampu menampung debit banjir yang ada. Dengan perkembangan kota yang ada, pada daerah ini saat ini telah banyak bangunan perumahan sehingga menambah permasalahan genangan yang ada. Mengingat adanya perkembangan pembangunan yang sangat pesat tersebut, maka sudah sangat perlu segera dilaksanakan detail desain yang dilanjutkan dengan konstruksi pembangunan jaringan drainase pada area ini. Hal ini juga untuk mencegah terjadinya pemanfaatan lain pada jalur-jalur saluran pembuang alam yang sebenarnya diperuntukkan bagi saluran drainase.

Kota Makassar sebagai kawasan metropolitan mengalami perkembangan yang sangat pesat. Untuk itu diperlukan fasilitas dan sarana penunjang yang dapat mendukung rencana pengembangan yang diprogramkan. Diantaranya adalah menyediakan sarana dan prasarana pengendalian banjir dan drainase pada daerah ini.

Berdasarkan pertimbangan-pertimbangan tersebut salah satu program Pengendalian Banjir Sungai Tallo selain Pembangunan Tanggul serta Normalisasi Sungai adalah dengan adanya rencana Pembangunan Kolam Regulasi Nipa-Nipa.

Kolam Regulasi adalah sarana pengendali banjir yang dibangun di daerah yang masih kosong atau yang tidak produktif. Kapasitas tampungan Kolam Regulasi bisa dibuat sedemikian rupa sehingga air banjir yang mengalir di daerah hilir tidak melampaui kapasitas yang ada. Pembangunan Kolam Regulasi Nipa-Nipa diharapkan mampu mereduksi puncak banjir agar dapat mengurangi terjadinya luapan banjir yang sering terjadi di ruas sungai dihilirnya. Kolam Regulasi Nipa-Nipa mulai di bangun pada tahun 2014, selesai pada tahun 2019, dan diresmikan pada tahun 2021.

Berdasarkan uraian permasalahan tersebut peneliti tertarik untuk mengangkat judul **“Analisis Kapasitas Daya Tampung Kolam Regulasi Nipa-Nipa Sebagai Solusi Banjir Kota Makassar”** dengan menggunakan data curah hujan dari tahun 1996 hingga tahun 2020 ditiap stasiun-stasiun curah hujan dan data elevasi tinggi muka air dari bulan desember tahun 2020 hingga april tahun 2021.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian diatas, maka Rumusan masalah yang harus dijawab dalam penelitian ini adalah:

- 1) Berapa kapasitas daya tampung kolam regulasi nipa-nipa sebagai pengendali banjir kota makassar?
- 2) Bagaimana efektivitas tampungan dan fluktuasi muka air kolam regulasi nipa-nipa dalam mengurangi banjir kota makassar?

C. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

- 1) Untuk menganalisis kapasitas daya tampungan kolam regulasi nipa-nipa sebagai pengendali banjir kota makassar.
- 2) Untuk menganalisis efektivitas tampungan dan fluktuasi muka air kolam regulasi nipa-nipa dalam mengurangi banjir kota makassar.

D. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah :

- 1) untuk memberikan rekomendasi terhadap pengendalian banjir di Daerah Kota Makassar khususnya penanganan banjir Sungai Tallo sehingga diharapkan dapat mengurangi masalah banjir di area tersebut.
- 2) Untuk menambah wawasan terkini tentang fasilitas teknis sumber daya air.
- 3) Untuk ilmu pengetahuan penelitian ini dan dapat pula dijadikan referensi untuk penelitian selanjutnya.
- 4) Sebagai pengendali banjir kota Makassar
- 5) Dalam hal pengelolaan kolam regulasi nipa-nipa juga dapat dijadikan tempat pariwisata dan olahraga, dengan pemandangan yang indah juga dapat di manfaatkan untuk rekreasi dan tempat latihan atlet olahraga.

E. Batasan Masalah

Agar penelitian ini tidak terlalu luas tinjauannya dan tidak menyimpang dari rumusan masalah, maka perlu adanya pembatasan masalah yang ditinjau dengan batasan sebagai berikut :

- 1) Penelitian menggunakan data curah hujan dari tahun 1996 hingga tahun 2020 yang di peroleh dari Dinas Pekerjaan Umum Provinsi Sulawesi Selatan Bidang Pengairan dan Balai Besar Wilayah Sungai Jeneberang.
- 2) Penelitian menggunakan data rencana tata letak, peta topografi, peta DAS Sungai Tallo, dan peta topografi dari program dan perencanaan dari Balai Besar Wilayah Sungai Jeneberang. Data tinggi muka air di peroleh dari pengawas yang bertugas mengamati tinggi muka air di Waduk Kolam Regulasi Nipa-Nipa.
- 3) Peneliti menggunakan satu metode tiap penyelesaian analisa data.
- 4) Peneliti menggunakan tiga stasiun curah hujan.
- 5) Penelitian tidak memperhitungkan pengaruh infiltrasi, sedimentasi dan penguapan dalam penentuan kapasitas tampungan.

F. Sistematika Penulisan

Berdasarkan uraian dari latar belakang, rumusan masalah, dan tujuan penelitian yang hendak dicapai dalam penelitian ini, maka disusun sistematika penulisan dalam penelitian ini yang terdiri dari lima bab, yaitu:

BAB I Pendahuluan memberikan gambaran secara umum, mulai dari latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batas masalah, dan sistematika penulisan.

BAB II Tinjauan Pustaka yang memuat secara sistematis tentang teori pemikiran dan hasil penelitian terdahulu yang ada hubungannya dengan penelitian ini. Bagian ini akan memberikan pemahaman mendasar tentang siklus hidrologi, sungai, kota makassar, daerah aliran sungai (DAS) dan karakteristiknya, waduk, kolam regulasi, dan analisa hidrologi.

BAB III Metodologi Penelitian yang menjelaskan waktu dan lokasi penelitian, alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian, pengumpulan data, jenis penelitian, lokasi penelitian, pelaksanaan penelitian, dan bagan alir penelitian.

BAB IV Analisis Data dan Pembahasan yang menguraikan tentang hasil perhitungan yang diperoleh dari proses penelitian ini dan hasil pembahasannya. Penyajian hasil penelitian memuat akan deskripsi sistematis tentang data yang diperoleh. Sedangkan pada bagian pembahasannya mengenai mengolah data hasil penelitian dengan tujuan untuk menyelesaikan penelitian.

BAB V Kesimpulan dan Saran membahas tentang kesimpulan dan hasil penelitian ini serta saran untuk kedepannya.

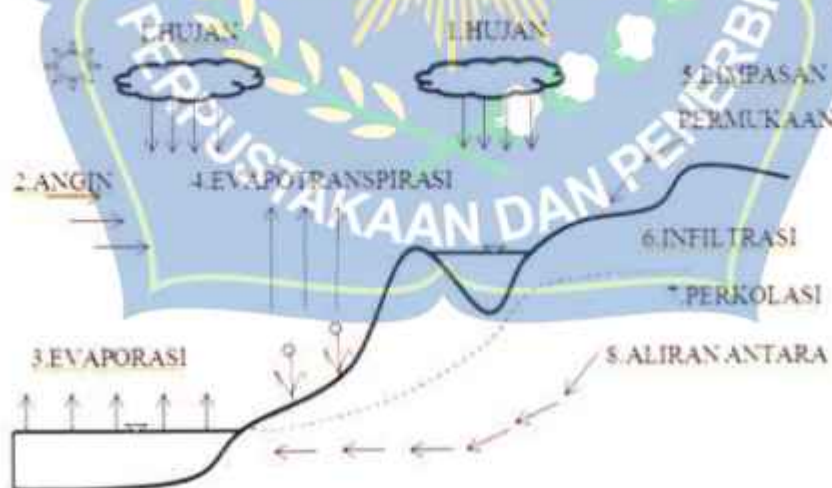
BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Siklus Hidrologi

Soemarto (1999) mengemukakan bahwa hidrologi adalah suatu ilmu tentang kehadiran dan gerakan air di bumi, meliputi bentuk air, termasuk perubahan antara keadaan cair, padat, dan gas dalam atmosfer, di atas dan di bawah permukaan tanah. Di dalamnya tercakup pula air laut yang merupakan sumber dan penyimpan air yang mengatiskan kehidupan di planet bumi ini. Secara umum peranan hidrologi untuk analisis karakteristik keberadaan air tentang jumlah, waktu dan tempat, serta persoalan yang ada terkait dengan rencana pemanfaatan sumber daya air. Selanjutnya hasil analisis tersebut merupakan masukan untuk menyusun petunjuk perencanaan dan pengelolaan sumber daya air.

Daur atau siklus hidrologi adalah gerakan air laut ke udara, kemudian jatuh ke permukaan tanah, dan akhirnya mengalir ke laut kembali. Siklus air tersebut dapat digambarkan secara skema pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Siklus hidrologi (Triatmodjo, 2008).

Air di permukaan tanah dan laut menguap ke udara. Uap air tersebut bergerak dan naik ke atmosfer, yang kemudian mengalami kondensasi dan berubah menjadi titik-titik air yang berbentuk awan. Selanjutnya titik-titik air tersebut jatuh sebagai hujan ke permukaan laut dan daratan. Hujan yang jatuh sebagian tertahan oleh tumbuh-tumbuhan (intersepsi) dan selebihnya sampai ke permukaan tanah. Sebagian air hujan yang sampai ke permukaan tanah akan meresap ke dalam tanah (infiltrasi) dan sebagian lainnya mengalir di atas permukaan tanah (aliran permukaan atau *surface run off*) mengisi cekungan tanah, danau, masuk ke sungai, dan akhirnya mengalir ke laut. Air yang meresap ke dalam tanah sebagian mengalir di dalam tanah (perkolasi) mengisi air tanah yang kemudian keluar sebagai mata air atau mengalir ke sungai. Akhirnya aliran air di sungai akan sampai ke laut. Proses tersebut berlangsung secara terus-menerus yang disebut dengan siklus hidrologi (Triatmodjo, 2008).

B. Sungai

Sebagian besar air hujan yang turun ke permukaan tanah, mengalir ke tempat-tempat yang lebih rendah dan setelah mengalami bermacam-macam perlawanan akibat gaya berat, akhirnya melimpah ke danau atau ke laut. Suatu alur yang panjang di atas permukaan bumi tempat mengalirnya air yang berasal dari hujan disebut alur sungai. Bagian yang senantiasa tersentuh aliran air ini disebut alur sungai. Dan perpaduan antara alur sungai dan aliran air di dalamnya disebut sungai (Suyono Sosrodarsono, dkk, 2008).

Defenisi diatas merupakan defenisi sungai yang ilmiah alami, sedangkan menurut Undang-undang tentang peraturan pemerintah RI Nomor 35 Tahun 1991 tentang sungai yaitu dalam peraturan pemerintah pasal 1 ayat 1 ini yang dimaksud dengan sungai adalah suatu tempat dan wadah-wadah serta jaringan pengaliran air mulai dari mata air sampai muara dengan dibatasi kanan dan kirinya serta sepanjang pengalirannya oleh garis sempadan.

Sungai atau saluran terbuka menurut Bambang Triatmodjo (1993) dalam Andi Abd. Rahim 2017 adalah saluran dimana air mengalir dengan muka air bebas. Pada saluran terbuka, misalnya sungai (saluran alam), variabel aliran sangat tidak teratur terhadap ruang dan waktu. Variabel tersebut adalah tampang lintang saluran, kekasaran, kemiringan dasar, belokan, debit dan sebagainya.

Sedangkan undang-undang persungai Jepang menjelaskan mengenai daerah sungai sebagai berikut (Suyono Sosrodarsono,dkk, 2008):

- 1) Suatu daerah yang didalamnya terdapat air yang mengalir secara terus menerus.
- 2) Suatu daerah yang kondisi topografinya, keadaan tanamannya dan keadaan lainnya mirip dengan daerah yang didalamnya terdapat air yang mengalir secara terus-menerus (termasuk tanggul sungai, tetapi tidak termasuk bagian daerah yang hanya secara sementara memenuhi keadaan tersebut diatas, yang disebabkan oleh banjir atau peristiwa alam lainnya).

C. Kota Makassar

Makassar terletak di pesisir barat Provinsi Sulawesi Selatan pada koordinat $119^{\circ}18'30,18''$ sampai $119^{\circ}32' 31,03''$ BT dan $5^{\circ}00'30,18''$ sampai $5^{\circ}14 6,49''$ LS, dengan batas wilayah sebelah Selatan berbatasan dengan kabupaten Gowa, sebelah Utara berbatasan dengan Kabupaten Pangkep, sebelah berbatasan dengan Kabupaten Maros dan sebelah Barat berbatasan dengan selat makassar.

Luas wilayah kota Makassar seluruhnya berjumlah kurang lebih 175.77 km² daratan dan termasuk 11 (sebelas) pulau di selat Makassar ditambah luas perairan kurang lebih 100 Km². Jumlah kecamatan di kota Makassar sebanyak 14 kecamatan dan memiliki 143 kelurahan.

Kota Makassar berada di antara dua daerah aliran sungai, yaitu DAS Jeneberang yang luas nya 727 km² dan panjang sungai utama adalah 75 km dan DAS Tallo dengan luas DAS adalah 418,6 km² dan panjang sungai utama adalah 70,5 km.

Alur sungai Tallo merupakan alur yang berbelok-belok dengan belokan-belokan tajam terdapat pada ruas hilir. Lebar sungai rata-rata pada ruas jembatan Tello ke hulu 50-80 meter dan dari jembatan Tello ke muara adalah 80-300 meter. Kedalaman bervariasi dari jembatan Tello ke mulut muara antara 0,5-8,3 meter.

Sungai Tallo menerima buangan air drainase dari saluran-saluran drainase kota yang ada di Makassar, seperti Saluran Primer Sinrijala, Gowa dan Antang, serta saluran pembuangan sekunder yang ada di sepanjang sungainya. Selain itu

sungai Tallo juga dimanfaatkan sebagai sumber air untuk irigasi dan tambak, pemenuhan kebutuhan air bagi PLTU Tello, berfungsi sebagai sarana transportasi air bagi penduduk yang tinggal di sekitar daerah hilir dan di sekitar muara, dan transportasi pengangkut kayu bagi beberapa perusahaan kayu yang berada di tepian muara.

Kota Makassar adalah kota yang letaknya berada dekat dengan pantai, membentang sepanjang koridor Barat dan Utara, lazim dikenal sebagai kota dengan ciri "*Waterfront City*", di dalamnya mengalir beberapa sungai yang kesemuanya bermuara ke dalam kota (Sungai Tallo, Jeneberang, Pampang). Sungai Jeneberang misalnya, yang mengalir melintasi wilayah Kabupaten Gowa dan bermuara ke bagian selatan Kota Makassar merupakan sungai dengan kapasitas sedang (debit air 1-2 m³/detik). Sedangkan sungai Tallo dan Pampang yang bermuara di bagian utara Makassar adalah sungai dengan kapasitas rendah berdebit kira-kira hanya mencapai 0-5 m³/detik di musim kemarau.

D. Banjir

Banjir adalah suatu kondisi dimana tidak tertampungnya air dalam saluran pembuangan (palung sungai) atau terhambatnya aliran air di (daratan banjir) sekitarnya (Suripin 2004). Hal ini dikarenakan debit banjir (2006), banjir adalah perluapan atau genangan yang berasal dari sungai, hujan atau kumpulan air lainnya yang menyebabkan kerusakan sedangkan menurut Arief Rosydie (2013), banjir dapat terjadi karena debit atau volume air yang mengalir pada suatu sungai atau saluran drainase melebihi atau diatas kapasitas pengalirannya.

Banjir dapat terjadi karena faktor alam dan tindakan manusia. Kejadian banjir pada Kota Makassar, khususnya pada daerah Makassar bagian Timur sebagai akibat dari luapan Sungai Tallo sampai saat ini masih selalu terjadi. Daerah rawan genangan banjir pada setiap tahun yang terjadi meliputi areal seluas 3.010 ha. Daerah yang rawan terhadap genangan banjir dari Sungai Tallo meliputi beberapa daerah pemukiman seperti : BTN Asal Mula, BTN Antara/Hamsi, Perumahan Bung Permai, Kompleks Bumi Tamalanrea Permai (BTP), sebagian perumnas Antang, dan di bagian hulu jembatan PAM.

Sungai Tallo mempunyai luas Catchment Area sebesar 407 km² dan panjang sungainya 70 km sampai di muara. Sungai Tallo sangat dipengaruhi oleh pasang surut air laut, dimana ketinggian muka air pasang tertinggi dilaut mencapai + 131 cm, dan terendah mencapai - 131 cm.

E. Daerah Aliran Sungai (DAS) dan Karakteristik

Yang di maksud dengan Daerah Aliran Sungai adalah semua bagian aliran di sekitar sungai yang mengalir menuju alur sungai, aliran air tersebut tidak hanya berupa air permukaan yang mengalir di dalam alur sungai, tetapi termasuk juga aliran dipunggungan bukit yang mengalir menuju alur sungai sehingga daerah tersebut dinamakan daerah aliran sungai (Soemarto,1999).

Sungai mempunyai fungsi utama menampung curah hujan setelah aliran permukaan dan mengalirkannya sampai ke laut. Oleh karena itu, sungai dapat diartikan sebagai wadah atau penampung dan penyalur aliran air yang terbawa dari DAS ketempat yang lebih rendah dan bermuara di laut. Selanjutnya

dijelaskan bahwa DAS adalah suatu sistem yang merubah curah hujan kedalam debit dilepasannya sehingga menjadi sistem yang kompleks (Soewarno, 1995).

Panjang sungai adalah panjang yang diukur sepanjang sungai, dari stasiun yang ditinjau dari muara sungai sampai ujung hulunya. Sungai utama adalah sungai terbesar pada daerah tangkapan dan yang membawa aliran menuju muara sungai. Pengukuran panjang sungai dan panjang DAS sangat penting dalam analisis aliran limpasan dan debit aliran sungai. Panjang DAS adalah panjang maksimum sepanjang sungai utama dari stasiun yang ditinjau (muara) ke titik terjauh dari batas DAS (Triatmodjo, 2010).

DAS adalah suatu area dipermukaan bumi yang didalamnya terdapat sistem pengaliran yang terdiri dari satu sungai utama (main stream) dan beberapa anak cabangnya (tributaries), yang berfungsi sebagai daerah tangkapan air dan mengalirkan air melalui satu keluaran (outlet) (Soewarno, 1995).



Gambar 2.2. Daerah Aliran Sungai

(Sumber : Soewarno, 1995)

DAS adalah daerah yang dibatasi oleh punggung-punggung gunung/pegunungan dimana air hujan yang jatuh di daerah tersebut akan mengalir menuju sungai utama pada suatu titik / stasiun yang ditinjau (Gunawan, 2015).

Jaringan sungai dan anak-anak sungainya mempunyai bentuk seperti percabangan pohon. Parit-parit bergabung membentuk alur yang lebih besar, yang selanjutnya beberapa alur bergabung membentuk anak sungai, dan kemudian beberapa anak sungai tersebut membentuk sungai utama (Triatmodjo, 2008).



Gambar 2.3. Jaringan Sungai dan Tingkatannya

(Sumber : Triatmodjo, 2010)

DAS ada yang kecil dan ada yang sangat luas. DAS yang sangat luas bisa terdiri dari beberapa sub-DAS dan sub-DAS dapat terdiri dari beberapa sub-sub DAS, tergantung banyaknya anak sungai dari cabang sungai yang ada, yang merupakan bagian dari suatu system sungai utama. DAS mempunyai karakteristik yang berkaitan erat dengan unsur utamanya, seperti tata guna lahan, topografi, kemiringan dan panjang lereng. Karakteristik DAS tersebut dalam merespon curah hujan yang jatuh ditempat tersebut dapat memberikan pengaruh terhadap besar kecilnya aliran air sungai (Asdak, 2010).

Luas DAS diperkirakan dengan mengukur daerah itu pada peta topografi. Luas DAS sangat berpengaruh terhadap debit sungai. Pada umumnya semakin besar DAS semakin besar jumlah limpasan permukaan sehingga semakin besar pula aliran permukaan atau debit sungai (Triatmodjo, 2008).

F. Hujan

Hujan merupakan masukan yang paling penting dalam proses hidrologi, karena jumlah kedalaman hujan (rainfall depth) yang dialih ragamkan menjadi aliran di sungai, baik melalui limpasan permukaan, aliran antara maupun sebagai aliran air tanah.

Untuk mendapatkan perkiraan besar banjir yang akan terjadi, maka kedalaman hujan yang terjadi di seluruh DAS harus bisa diketahui. Data yang diperlukan adalah data kedalaman hujan dari banyak stasiun hujan yang tersebar di seluruh DAS.

Untuk memperoleh besaran hujan yang dapat dianggap sebagai kedalaman hujan, maka diperlukan sejumlah stasiun hujan yang dipasang sedemikian rupa sehingga dapat mewakili besaran hujan di DAS tersebut. (limantara.2010).

G. Analisis Curah Hujan

Pokok bahasan pertama yang perlu dikaji dalam analisis hidrologi adalah ketersediaan data hidrologi pada daerah perencanaan bendung. Selanjutnya adalah pemahaman mengenai keadaan hidrologi di daerah-daerah yang berdekatan, serta

pemilihan metode-metode perkiraan hidrologi yang tepat diperlukan sangat berpengaruh terhadap hasil dan kualitas perhitungan hidrologi.

1. Analisis Distribusi Curah Hujan Wilayah

Stasiun penakar hujan hanya memberikan kedalaman hujan dititik dimana stasiun tersebut berada, sehingga hujan pada suatu luasan harus di perkirakan dari titik pengukuran tersebut. Apabila suatu daerah terdapat lebih dari satu stasiun pengukuran yang ditempatkan secara terpencar, hujan yang tercatat di masing-masing stasiun dapat tidak sama. Dalam analisis hidrologi sering diperlukan untuk menentukan hujan rerata pada daerah tersebut, maka dapat dilakukan dengan tiga metode yaitu, metode rerata eritmatika (aljabar), metode polygon thissen, dan metode isohyet. (Bambang Triatmodjo, 2006)

a. Metode Aritmatic (Aljabar)

Perhitungan hujan rata-rata metode aritmatik caranya adalah dengan membagi rata jumlah hujan dari hasil pencatatan stasiun yang ada pada daerah aliran sungai, sehingga dapat dirumuskan sebagai berikut:

Cara ini merupakan cara yang paling sederhana, akan tetapi memberikan hasil yang tidak teliti. Hal tersebut terjadi karena setiap stasiun dianggap mempunyai bobot yang sama, bobot yang sama yang dimaksud di sini adalah luas dari cathmen area dari pos penakar yang ada.

Rumus yang dipakai adalah :

$$p = \frac{p_1 + p_2 + p_3 + \dots + p_n}{n} = \dots \dots \dots (2.1)$$

Dimana:

- p = hujan rata-rata d (mm)
 $p_1, p_2, \dots, p_n$ = jumlah hujan masing-masing yang diamati (mm)
 n = banyaknya pos penakar

b. Cara poligon Thiessen (Thiessen Polygon Method)

Cara ini selain memperhatikan tebal hujan dan jumlah stasiun, juga memperkirakan luas wilayah yang diwakili oleh masing-masing stasiun untuk digunakan sebagai salah satu faktor dalam menghitung hujan rata-rata daerah yang bersangkutan. Poligon dibuat dengan cara menghubungkan garis-garis berat diagonal terpendek dari para stasiun hujan yang ada.



Gambar 2.4. Poligon Thiessen

Poligon didapat dengan cara menarik 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 :

$$P = \frac{P_1.A_1 + P_2.A_2 + P_3.A_3 + \dots + P_n.A_n}{A_1 + A_2 + A_3 + \dots + A_n} \dots\dots\dots(2.2)$$

Dimana :

P = Hujan Rata-rata (mm)

P₁, P₂....P_n = Jumlah hujan masing-masing stasiun yang diamati (mm)

A₁, A₂....A_n = Luas Sub-Area yang mewakili masing-masing stasiun hujan (km²)

c. Isohyet

Isohyet adalah garis yang menghubungkan tempat-tempat yang mempunyai kedalaman hujan sama pada saat yang bersamaan. Cara hitungan sama seperti yang dipakai dalam Poligon Thiessen, kecuali dalam penetapan besaran faktor koreksinya. Faktor koreksi α i dihitung sebagai luas relatif DAS yang dibatasi oleh isohyet terhadap luas DAS. Caranya:

- Lokasi dan stasiun-stasiun pengamatan hujan digambar pada peta berikut nilai urah hujannya.
- Gambar kontur-kontur untuk presipitasi yang sama (isohyet).
- Cari harga rata-rata presipitasi untuk sub daerah yang terletak antara dua isohyet berikut luas sub daerah tersebut diatas.
- Untuk tiap sub daerah dihitung volume presipitasi sebagai perkalian presipitasi rata-ratanya terhadap sub daerah (netto).

$$Pr = \frac{\frac{P_1+P_2}{2} \times A_1 + \frac{P_2+P_3}{2} \times A_2 + \frac{P_3+P_4}{2} \times A_3 \dots \frac{P_4+P_n}{2} \times A_n}{A_{total}} \dots\dots\dots(2.3)$$

Dimana:	P_r	= Tinggi hujan rata-rata.
	P_1, P_2, P_3, P_n	= Tinggi hujan antara garis isohyet.
	A_1, A_2, A_3, A_n	= Luas wilayah antara garis isohyet.
	A_{total}	= Luas wilayah total pos hujan.



Gambar 2.5. Isohyet

2. Analisis Curah Hujan Rencana

Penentuan curah hujan harian maksimum ini digunakan dalam perhitungan curah hujan rencana dengan analisis frekuensi untuk perhitungan debit banjir dengan kala ulang tertentu. Curah hujan harian maksimum rerata daerah mengacu pada curah hujan harian maksimum stasiun terpilih atau yang mewakili pada daerah aliran sungai tersebut.

Tidak semua variat dari variabel hidrologi sama dengan nilai reratanya, tetapi ada yang lebih besar atau lebih kecil. Besarnya derajat sebaran varian disekitar nilai reratanya disebut varian (*variance*) atau penyebaran (*dispersi*, *dispersion*). Adapun cara pengukuran dispersi antara lain (Bambang Triatmodjo, 2006) :

a. Urutkan data curah hujan dari yang terbesar ke yang terkecil (X_i)

b. Hitung harga 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 (S)

Rumus:

$$S = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2} \dots\dots\dots (2.5)$$

d. Koefisien Varian (Cv)

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

Rumus:

$$Cv = \frac{S}{\bar{X}} \dots\dots\dots (2.6)$$

e. Koefisien *Skewness* (Cs)

Kemencengan atau yang biasa disebut *skewness* adalah suatu nilai yang menunjukkan derajat ketidaksimetrisan (*assymetry*) dari suatu bentuk distribusi.

Rumus:

$$Cs = \frac{n}{(n-1)(n-2)S^3} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^3 \dots\dots\dots (2.7)$$

f. Pengukuran Kurtosis (Ck)

Pengukuran Kurtosis menggunakan persamaan dengan rumus sebagai berikut:

Rumus :

$$C_k = \frac{n^2}{(n-1)(n-2)(n-3)S^4} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^4 \dots\dots\dots(2.8)$$

Dimana :

S : Standar deviasi

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

n : Jumlah data

X_i : Nilai pengukuran dari suatu variat ke-i

Pemilihan jenis distribusi tergantung pada kriteria yang terapat pada tabel 2.1 sebagai berikut:

Tabel 2.1. kesimpulan jenis distribusi

Jenis sebaran	Syarat
Normal	$C_s = 0,00$ $C_p = 3,00$
Log Normal	$C_s = C_v^3 + 3C_v$ $C_k = C_v^8 + 6 C_v^6 + 15C_v^4 + 16C_v^2 + 3$
Gumbel	$C_k = 5,4002$
Log Person Type III	Tidak memenuhi sifat-sifat seperti pada ketiga distribusi diatas

(Sumber : Bambang Triatmodjo, 2006)

Untuk menganalisa curah hujan rencana data hidrologi yang ada dari suatu kejadian, terdiri dari beberapa teori yang mengemukakan persamaan distribusi curah hujan rencana dalam perencanaan teknis diantaranya:

1. Distribusi Gumbel

Metode Gumbel menggunakan teori harga ekstrim untuk menunjukkan bahwa deret harga - harga ekstrim $X_1, X_2, \dots \dots \dots X_n$, dimana sample -

sampelnya sama besar dan X merupakan variabel berdistribusi eksponensial.

Rumus perhitungann yang akan digunakan adalah sebagai berikut :

$$X = X + Sx (0.78y - 0.45) \dots\dots\dots(2.9)$$

$$Sx = \sqrt{\frac{\Sigma(Xi - Xr)}{(n-1)}} \dots\dots\dots(2.10)$$

$$Y = -\ln \left[\frac{\tau}{\tau-1} \right] \dots\dots\dots(2.11)$$

Dimana:

X : X rata-rata tahunan

Sx : Simpangan baku

Y : Perubahan reduksi

n : Jumlah data

Xi : Seri data maksimum setiap tahun

t : Kala ulang dalam tahun

Dalam bentuk rumus lain dapat dituliskan sebagai berikut :

$$Xt = Xr + Sd \cdot K \dots\dots\dots(2.12)$$

$$K = \frac{(yt - yr)}{Sn} \dots\dots\dots(2.13)$$

Dimana: Xt : Besarnya curah hujan rencana untuk periode ulang t

Sr : Harga rata-rata dari data curah hujan maksimum

F : Faktor frekuensi

Yn : Reduce mean sebagai fungsi dari banyak data (n)

Sn : Reduce standard deviasi sebagai fungsi dari banyaknya data (n)

Yt : Reduce Variate

t : Kala ulang

Tabel 2.2 Reduksi Fungsi dari Probabilitas

T	Yt	t	Yt
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: Hidrologi Teknik, CD, Soemarto

Tabel 2.3 Hubungan reduced mean Y_n dengan banyaknya data n

n	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0.4952	0.4996	0.5035	0.5070	0.5100	0.5128	0.5157	0.5181	0.5202	0.5220
20	0.5236	0.5252	0.5268	0.5283	0.5296	0.5309	0.5320	0.5332	0.5343	0.5353
30	0.5362	0.5371	0.5380	0.5388	0.5396	0.5402	0.5410	0.5418	0.5424	0.5430
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	0.5530	0.5533	0.5535	0.5538	0.5540	0.5543	0.5545
70	0.5548	0.5550	0.5552	0.5555	0.5557	0.5559	0.5561	0.5563	0.5565	0.5567
80	0.5569	0.5570	0.5572	0.5574	0.5576	0.5578	0.5580	0.5581	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	0.5600									

Sumber : Soewarno, 1995

Tabel 2.4 Hubungan reduced standart deviation Sn dengan banyaknya data n

n	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0.9496	0.9676	0.9833	0.9971	1.0095	1.0206	1.0316	1.0411	1.0493	1.0565
20	1.0628	1.0696	1.0754	1.0811	1.0864	1.0915	1.0961	1.1004	1.1047	1.1086
30	1.1124	1.1159	1.1193	1.1226	1.1255	1.1285	1.1313	1.1339	1.1363	1.1388
40	1.1413	1.1436	1.1458	1.1480	1.1499	1.1519	1.1538	1.1557	1.1574	1.1590
50	1.1607	1.1623	1.1638	1.1658	1.1667	1.1681	1.1696	1.1708	1.1721	1.1734
60	1.1747	1.1759	1.1770	1.1782	1.1793	1.1803	1.1814	1.1824	1.1834	1.1844
70	1.1854	1.1863	1.1873	1.1881	1.1890	1.1898	1.1906	1.1915	1.1923	1.1930
80	1.1938	1.1945	1.1953	1.1959	1.1967	1.1973	1.1980	1.1987	1.1994	1.2001
90	1.2007	1.2013	1.2020	1.2026	1.2032	1.2038	1.2044	1.2049	1.2055	1.2060
100	1.2065									

Sumber : Soewarno, 1995

2. Distribusi Log Person Type III

Persamaan-persamaan yang akan digunakan dalam Distribusi Log Pearson

Tipe III yaitu:

a. Menghitung Nilai Rata-rata:

$$\text{Log } \bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^{inn} (\text{Log } X_i)}{n} \dots\dots\dots (2.14)$$

b. Menghitung Standar Deviasi:

$$Sx^2 = \frac{\sum_{i=1}^{inn} (\text{Log } X_i - \text{Log } \bar{X})^2}{n-1} \dots\dots\dots (2.15)$$

c. Menghitung Koefisien Kepencengan:

$$Cs = \frac{\sum_{i=1}^{n-2} (\log X_i - \log X_{i+1})^3}{(n-1)(n-2)(Sx)^3} \dots\dots\dots (2.16)$$

d. Menghitung Curah Hujan Rencana:

$$\log X = \overline{\log X} + G \times Sx \dots\dots\dots (2.17)$$

$X = \text{Anti Log } X$

Dimana :

$\log X$: Logaritma curah hujan yang dicari

$\overline{\log X}$: logaritma rerata dari curah hujan

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

G : Konstanta Log Pearson Type III berdasarkan Koefisien Kepencengan

Sx : Simpangan baku

Cs : Koefisien kepencengan (skewness)

n : Jumlah data

Untuk harga G pada distribusi log pearson Type III untuk koefisien kepencengan positif dan negatif.

Tabel 2.5 Harga G Pada 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
	Kemungkinan 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

Cs	Kala Ulang											
	1.0101	1.0526	1.1111	1.25	2	5	10	25	50	100	200	1000
	Kemungkinan Terjadinya Banjir (%)											
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	2.066	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	2.106	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	0.675	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 : Hidrologi Teknik CD, Soemarto

Tabel 2.6 Harga G Pada Distribusi Log Pearson III (Untuk Cs Negatif)

Cs	Kala Ulang											1000
	1.0101	1.0526	1.1111	1.25	2	5	10	25	50	100	200	
	Kemungkinan 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	1.483	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	0.164	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	-0.675	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	1.115	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

Cs	Kala Ulang											
	1.0101	1.0526	1.1111	1.25	2	5	10	25	50	100	200	1000
	Kemungkinan Terjadinya Banjir (%)											
-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 : Hidrologi Teknik CD, Soemarto

H. Analisis Debit Banjir Rencana

1. Intensitas Curah Hujan

Intensitas hujan adalah tinggi atau kedalaman air hujan per satuan waktu. Sifat umum hujan adalah makin singkat hujan berlangsung intensitasnya cenderung makin tinggi dan makin besar periode ulangnya makin tinggi pula intensitasnya. Analisis intensitas curah hujan ini dapat diproses dari data curah hujan yang telah terjadi pada masa lampau.

Hasil pengamatan di Indonesia hujan terpusat tidak lebih dari 7 (tujuh) jam, maka dalam perhitungannya ini diasumsikan hujan terpusat maksimum adalah 6 (enam) jam sehari. Sebaran hujan jam-jaman dihitung dengan menggunakan rumus Mononobe, yaitu:

Untuk menghitung rata-rata hujan dari awal hingga jam ke-T

$$R_t = \frac{R_{24}}{t} \left(\frac{t}{T} \right)^{2/3} \dots \dots \dots (2.18)$$

Dimana: R_t : Intensitas hujan rerata dalam T jam (%)
 R_{24} : Curah hujan efektif dalam 1 (satu) hari
 t : Waktu konsentrasi hujan = 6 (enam) jam
 T : Waktu mulai hujan

Berdasarkan persentase kejadian hujan terpusat diatas, maka dilakukan distribusi hujan pada setiap jam kejadian hujan tersebut terhadap curah hujan efektif 1 (satu) hari (R24). Pendekatan persamaan tersebut adalah :

$$R_T = t \cdot R_t(t-1) \cdot R_{(t-1)} \dots \dots \dots (2.19)$$

Dimana:

R_t : Persentase intensitas hujan rerata dalam t jam.

$R_{(t-1)}$: Persentase intensitas hujan rerata dalam (t - 0.5) jam.

2. Debit Banjir Rencana

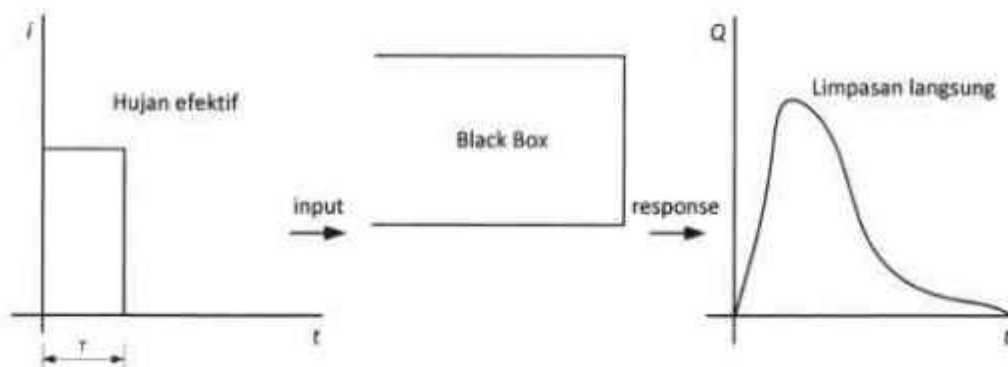
Banjir rencana adalah debit maksimum di sungai atau saluran alamiah dengan periode ulang (rata-rata) yang sudah ditentukan yang dapat dialirkan tanpa membahayakan stabilitas bangunan.

Berdasarkan analisis curah hujan rencana dari data curah hujan harian maksimum dapat dihitung besarnya debit banjir rencana dengan kala ulang 2, 5, 10, 25, 50, 100, dan 200 tahun. Perhitungannya debit banjir rencana dihitung dengan metode-metode berikut:

a. Metode Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu

Teori hidrograf satuan merupakan penerapan teori sistem linear dalam hidrologi. Watershed dipandang sebagai black box dan sistemnya ditandai oleh tanggapan (response) Q terhadap input tertentu.

Inputnya adalah hujan merata, yaitu hujan dengan intensitas konstan sebesar i dan durasi T yang terbagi rata di atas watershed.



Gambar 2.6 Hubungan Antara Hujan Efektif dengan Limpasan Langsung

(Sumber: CD. Soemarto)

Hidrograf satuan suatu watershed adalah suatu limpasan langsung yang diakibatkan oleh suatu satuan volume hujan efektif, yang terbagi rata dalam waktu dan ruang (CD. Soemarto, 1995 : 86).

Hidrograf satuan sintetik metode DR. Naknyasu 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 sebagai berikut :

- 1) Tenggang waktu dari permulaan hujan sampai puncak hidrograf (time of peak)
- 2) Tenggang waktu dari titik berat hujan sampai titik berat hidrograf (timelag)
- 3) Tenggang waktu hidrograf (time base of hydrograph)
- 4) Luas daerah tangkapan air
- 5) Panjang alur sungai utama terpanjang (length of the longest channel)
- 6) Koefisien pengaliran.

Rumus hidrograf satuan sintetik Nakayashu adalah sebagai berikut (Bambang Triatmodjo, 2006) :

$$Qp = \frac{C.A.Re}{3.6(0.3TP + T_{0.3})} \dots\dots\dots (2.20)$$

Untuk menghitung T_p dan $T_{0,3}$ digunakan rumus

$$T_p = t_g + 0,8 t_r \quad (2.21)$$

Jika panjang sungai > 15 Km maka:

$$t_g = 0,4 + 0,058 L \quad (2.22)$$

Jika Panjang sungai < 15 Km maka:

$$t_g = 0,21 L^{0,7} \quad (2.23)$$

$$T_{0,3} = \alpha \cdot t_g \quad (2.24)$$

$$t_r = 0,5 t_g \text{ sampai } t_g$$

Dimana :

Q_p : Debit puncak banjir (m^3/det)

C : Koefisien pengaliran

A : Luas daerah aliran sungai (km^2)

Re : Hujan satuan (1 mm)

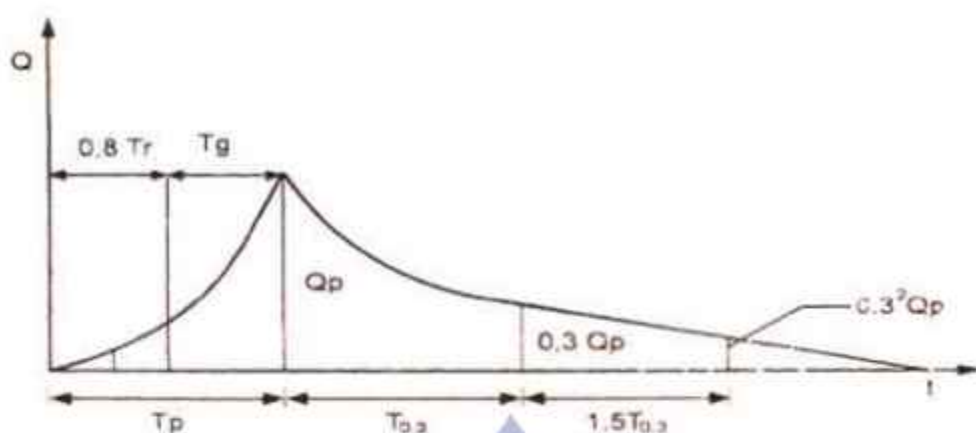
T_p : Waktu dari permulaan hujan sampai puncak banjir (jam)

$T_{0,3}$: Waktu dari puncak banjir sampai 0,30 kali debit puncak (jam)

t_g : Waktu antara hujan sampai debit puncak banjir (jam)

α : Parameter hidrograf

t_r : Satuan waktu hujan (1 jam)



Gambar 2.7 HSS Nakayasu

Persamaan hidrograf satuannya adalah sebagai berikut :

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

$$Q_t = Q_p \left(\frac{t}{T_p} \right)^{2.4} \quad (2.25)$$

Q_p = Limpasan sebelum mencari debit puncak (m^3)

t = Waktu (jam)

2. Waktu turun :

- a. Pada kurva turun ($T_p \leq t < (T_p + T_{0.3})$)

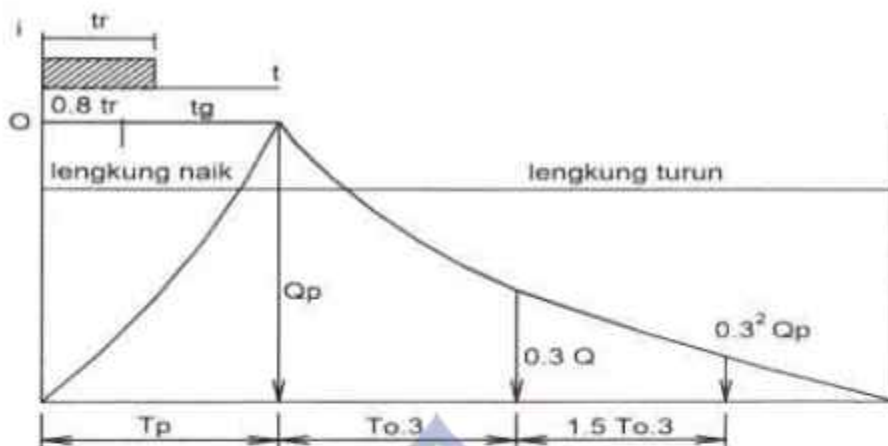
$$Q_t = Q_p \times 0.3 \left(\frac{t - T_p}{T_{0.3}} \right) \quad (2.26)$$

- b. Pada kurva turun ($T_p + T_{0.3} \leq t < T_p + T_{0.3} + 1.5 T_{0.3}$)

$$Q_t = Q_p \times 0.3 \left(\frac{t - T_p + T_{0.3}}{1.5 T_{0.3}} \right) \quad (2.27)$$

- c. Pada kurva turun ($t > T_p + T_{0.3} + 1.5 T_{0.3}$)

$$Q_t = Q_p \times 0.3 \left(\frac{t - T_p + 1.5 T_{0.3}}{1.5 T_{0.3}} \right) \quad (2.28)$$



Gambar 2.8 HSS Nakayasu

(Sumber: Bambang Triatmodjo, 2006)

Rumus di atas merupakan rumus empiris, maka penerapannya terhadap suatu daerah aliran harus didahului dengan suatu pemilihan parameter-parameter yang sesuai yaitu T_p dan Q_p , dan pola distribusi hujan agar didapatkan suatu pola hidrograf yang sesuai dengan hidrograf banjir yang diamati.

Dari hasil perhitungann hidrograf satuan dengan parameter yang telah dikalibrasi sesuai dengan banjir pengamatan, maka hidrograf banjir untuk berbagai kala ulang dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$Q_k = U_1 R_t + U_2 R_{t-1} + U_3 R_{t-2} + \dots + U_n R_{t-n} + B_f \dots \dots \dots (2.29)$$

Dimana:

Q_k : Ordinat hidrograf banjir pada jam ke-k.

U_n : Ordinat hidrograf satuan.

R_i : Hujan netto pada jam ke-i

B_f : Aliran dasar (Base flow)

Rumus di atas dalam bentuk tabel dapat disajikan sebagai berikut :

Tabel 2.7 Hitungan Hidograf Banjir Cara Super posisi

Hidograf Satuan	R1	R2	...	R _m	Aliran Dasar	Debit
(m ³ /dt/mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(m ³ /dt)	(m ³ /dt)
q ₁	q ₁ . R ₁	-	-	-	B _f	Q ₁
q ₂	q ₂ . R ₁	q ₁ . R ₂	-	-	B _f	Q ₂
q ₃	q ₃ . R ₁	q ₂ . R ₂	q ₁	-	B _f	Q ₃
q ₄	q ₄ . R ₁	q ₃ . R ₂	q ₂	q ₁ . R _m	B _f	Q ₄
q ₅	q ₅ . R ₁	q ₄ . R ₂	q ₃	q ₂ . R _m	B _f	Q ₅
...	...	q ₅ . R ₂	q ₄	q ₃ . R _m	B _f	Q _n
q _n	q _n . R ₁	...	q ₅	q ₄ . R _m	B _f	Q _{n+1}
		q _n . R ₂	...	q ₅ . R _m	B _f	Q _{n+2}
			q _n	...	B _f	Q _{n+3}
				q _n . R _m	B _f	Q _{n+m-1}

Sumber: CD. Soemarto

I. Waduk

a. Pengertian Waduk

Pengertian waduk secara umum adalah tempat pada permukaan tanah yang dimaksudkan untuk menyimpan/ menampung air saat terjadi kelebihan air/musim penghujan, kemudian air yang melimpah tersebut dimanfaatkan untuk keperluan pertanian dan berbagai keperluan lainnya pada saat musim kemarau.

b. Tipe Waduk

Tipe waduk dapat dikelompokkan menjadi empat keadaan yaitu :

- Tipe Waduk Berdasarkan Tujuan Pembangunannya

- 1) Waduk penampung air (storage dams) adalah waduk yang digunakan untuk menyimpan air pada masa surplus dan dipergunakan pada masa kekurangan. Termasuk dalam waduk penampung air adalah untuk tujuan rekreasi, perikanan, pengendalian banjir dan lain-lain.
- 2) Waduk serbaguna (multipurpose dams) adalah waduk yang dibangun untuk memenuhi beberapa tujuan misalnya : irigasi (pengairan), air minum dan PLTA, pariwisata dan irigasi dan lain-lain.

- Tipe Waduk Berdasarkan Penggunaannya

- 1) Waduk penampung air (storage dams) adalah waduk yang digunakan untuk menyimpan air pada masa surplus dan dipergunakan pada masa kekurangan. Termasuk dalam waduk penampung air adalah untuk tujuan rekreasi, perikanan, pengendalian banjir dan lain-lain.
- 2) Waduk pembelok (diversion dams) adalah waduk yang digunakan untuk meninggikan muka air, biasanya untuk keperluan mengalirkan air ke dalam sistem aliran menuju ke tempat yang memerlukan.
- 3) Waduk penahan (detention dams) adalah waduk yang digunakan untuk memperlambat dan mengusahakan seoptimal mungkin efek aliran banjir yang mendadak. Air ditampung secara berkala / sementara,

dialirkan melalui pelepasan (outlet). Air ditahan selama mungkin dan dibiarkan meresap ke daerah sekitarnya.

MILIK PERPUSTAKAAN
UNISMU MAKASSAR

– Tipe Waduk Berdasarkan Letaknya Terhadap Aliran Air

Ada dua tipe yaitu waduk pada aliran (*on stream*) dan waduk diluar aliran air (*off stream*) (Sudibyo,1993).

- 1) Waduk pada aliran air (*on stream*) adalah waduk yang dibangun untuk menampung air misalnya pada bangunan pelimpah (*spillway*).



Gamabar 2.9 On Stream

- 2) Waduk di luar aliran air (*off stream*) adalah waduk yang umumnya tidak dilengkapi *spillway*, karena biasanya air dibendung terlebih dahulu di *on stream*-nya baru disuplesi ke tampungan. Kedua tipe ini biasanya dibangun berbatasan dan dibuat dari beton, pasangan batu atau pasangan bata.



Gambar 2.10 waduk Off Stream

– Tipe Waduk berdasarkan Konstruksinya

- 1) Waduk urugan (*embankment dams*)
 - (a) Waduk urugan serba sama (*homogeneous dams*)

(b) Waduk urugan berlapis-lapis (zone dams, rockfill dams)

2) Waduk beton (concrete dams)

(a) Waduk beton berdasar berat sendiri (concrete gravity dams)

Adalah waduk beton yang didesain untuk menahan beban dan gaya yang bekerja padanya hanya berat sendiri saja.

(b) Waduk beton dengan penyangga (concrete buttress dams)

Adalah waduk beton yang mempunyai penyangga untuk menyalurkan gaya-gaya yang bekerja padanya. Banyak dipakai apabila sungainya sangat lebar dan keadaan geologinya baik.

(c) Waduk beton berbentuk lengkung (concrete arch dams)

Adalah waduk beton yang didesain untuk menyalurkan gaya-gaya yang bekerja padanya lewat abutment kiri dan abutment kanan waduk.

(d) Waduk beton kombinasi (combination concrete dams)

Adalah waduk beton dengan kombinasi antara lebih dari satu tipe.

c. Manfaat Waduk

Beberapa manfaat yang mampu diberikan sebuah waduk diantaranya adalah:

1. Irigasi

Pada saat musim hujan, air hujan yang turun di daerah tangkapan air sebagian besar akan mengalir ke sungai-sungai, air itu dapat ditampung sehingga

pada musim kemarau air yang tertampung tersebut dapat dimanfaatkan untuk berbagai keperluan, antara lain untuk irigasi lahan pertanian.

2. Penyediaan Air Baku

Waduk selain sebagai sumber untuk pengairan persawahan juga dimanfaatkan sebagai bahan baku air minum dimana diperkotaan sangat langka dengan air bersih.

3. Sebagai PLTA

Dalam menjalankan fungsinya sebagai PLTA, waduk dikelola untuk mendapatkan kapasitas listrik yang dibutuhkan. Pembangkit listrik tenaga air (PLTA) adalah suatu sistem pembangkit listrik yang biasanya terintegrasi dalam bendungan dengan memanfaatkan energi mekanis aliran air untuk memutar turbin, diubah menjadi energi listrik melalui generator.

4. Pariwisata dan Olahraga Air

Dengan pemandangan yang indah waduk juga dapat dimanfaatkan sebagai tempat rekreasi dan selain tempat rekreasi juga dimanfaatkan sebagai tempat olahraga air maupun sebagai tempat latihan para atlet olahraga air.

5. Pengendali Banjir

Dengan dibangunnya waduk maka kemungkinan terjadinya banjir pada musim hujan dapat dikurangi dan pada musim kemarau air yang tertampung tersebut dapat dimanfaatkan untuk berbagai keperluan, antara lain untuk pembangkit listrik tenaga air, untuk irigasi lahan pertanian, untuk perikanan, untuk pariwisata dan lain sebagainya.

J. Kolam Regulasi

Pengertian Umum Tentang KOLAM REGULASI (Regulation Pond)

- *Regulation pond* adalah salah satu fasilitas pengendali banjir .
- Menyimpan air untuk sementara waktu selama terjadi puncak banjir (melalui *spillway*) dan melepaskannya lagi ke saluran setelah hujan reda melalui (melalui *pintu sluice* dan / atau *pompa air*).
- Regulation Pond harus terletak *di hulu* dari pada areal yang akan dilindungi dari banjir .

Komponen dan Karakteristik Kolam Regulasi

Komponen :

- KOLAM (reservoir) sebagai tempat penyimpanan air banjir untuk sementara waktu yang dibuat dari hasil penggalian tanah yang daya tampung seperti yang diinginkan;
- Bangunan Inlet : yaitu berupa bangunan pelimpah (*spillway*) yang terbuat dari beton bertulang . *Spillway* ini berfungsi sebagai tempat pengaliran air banjir dari Sungai menuju reservoir;
- Bangunan Outlet : terdiri dari Pintu Sluice dari baja dan Stasiun Pompa . Bangunan ini berfungsi untuk sarana pengeluaran air dari reservoir menuju ke Sungai lagi bilamana muka air Sungai sudah surut ;
- Rumah operasi sebagai tempat pengendalian elektronik berupa panel panel;
- Instalasi penyimpanan BBM ;

- Belt Conveyor , untuk mengangkut sampah dari inlet Pompa sampai masuk kedalam Dumptruck pengangkut (optional).

Karakteristik Kolam regulasi :

- Mengamankan daerah bagian hilirnya (biasanya daerah perkotaan) dari bahaya banjir.
- Menghindari adanya penampang saluran yang lebar sehingga memudahkan dalam pembebasan tanah .
- Demikian pula debit saluran di hilir KOLAM REGULASI akan lebih 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 /reservoir 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 temperatur 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.

K. Kapasitas Tampungan Waduk

Kapasitas tampungan waduk yang bentuknya beraturan dapat dihitung dengan rumus-rumus untuk menghitung volume benda padat. Kapasitas waduk pada kedudukan alamiah biasanya haruslah ditetapkan berdasarkan pengukuran topografi (Ray K. Linsley, 1989).

$$V_x = \frac{1}{3} \times Z \times (F_y + F_x + \sqrt{F_y \times F_x}) \dots \dots \dots (2.30)$$

Dimana :

V_x = Volume pada kontur (m^3)

Z = Beda tinggi antar kontur (m)

F_y = Luas pada kontur Y (m^2)

F_x = Luas pada kontur X (m^2)

L. Efektifitas

Menurut pius A. Partanto dan M. Dahlan al barry, "efektifitas berasal dari kata efek yang artinya pengaruh yang ditimbulkan oleh sebab akibat/dampak". Efektif yang artinya berhasil, sedangkan efektifitas menurut bahasa berarti ketepatan guna, hasil guna, menunjang tujuan.

Menurut dinas pendidikan dan kebudayaan, "efektifitas adalah keadaan berpengaruh, dapat membawa dan berhasil guna (usaha, tindakan)."

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

Lebih jelas mengenai pengertian “efektif” dapat kita peroleh dari kamus bahasa indonesia, yaitu: “kegiatan yang memberikan hasil yang memuaskan dengan memanfaatkan waktu dan cara dengan sebaik – baiknya. Dengan demikian, “efektifitas” pada dasarnya menunjukkan kepada suatu ukuran perolehan yang memiliki kesesuaian antara hasil yang dicapai dengan hasil yang diharapkan, sebagaimana telah terlebih dahulu ditetapkan.

Berdasarkan beberapa pendapat para ahli diatas, dapat disimpulkan bahwa efektifitas adalah hal yang bersangkutan paut dengan keberhasilan, manfaat dan seberapa target (kuantitas, kualitas, dan waktu). Yang telah dicapai dari suatu perlakuan yang diterapkan kepada subjek penelitian.

Adapun rumus cara untuk menentukan sebuah efektifitas adalah sebagai berikut :

1. Jika hasil perbandingan sebuah output actual dengan sebuah output target <1 , maka sebuah efektifitas tidak akan tercapai.
2. Jika hasil perbandingan sebuah output actual dengan sebuah target ≥ 1 , maka sebuah efektifitas akan tercapai.

Rumus efektifitas kapasitas tampung waduk pada saat debit maksimum :

$$Q_{200} = \frac{\text{Kapasitas maks}}{Q_{\text{maks}}} \dots\dots\dots(2.31)$$

Dimana :

Kapasitas maks = kapasitas maksimum waduk (m^3)

Q_{maks} = debit maksimum HSS Nakayasu (m^3/jam)



BAB III

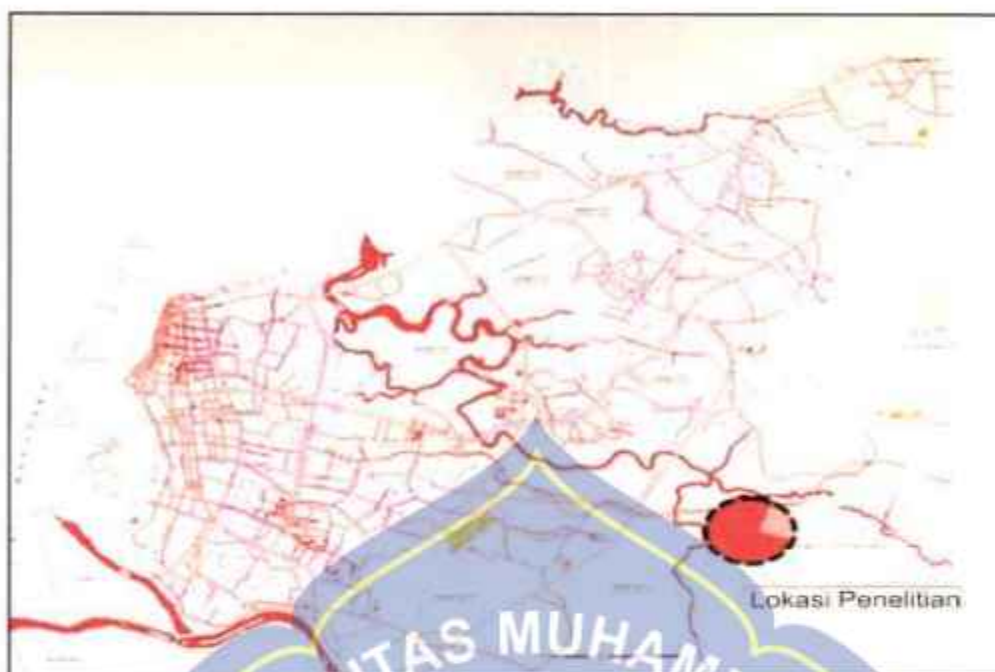
METODOLOGI PENELITIAN

A. Lokasi Penelitian

Kolam Regulasi Nipa Nipa Terletak di Desa Moncongloe Lapara Kecamatan Moncongloe Kabupaten Maros. Adapun batas sebelah barat adalah dengan Kecamatan Manggala Kota Makassar dan disebelah selatan dengan Kecamatan Pattalassang Kabupaten Gowa. Koordinat lokasi : $119,52065923^{\circ}$ BT ; $5,16503546^{\circ}$ LS. Kolam Regulasi Nipa-Nipa direncanakan terletak di sebelah kanan sungai Tallo antara percabangan Sungai Mangalarang dan Jembatan Nipa-Nipa.



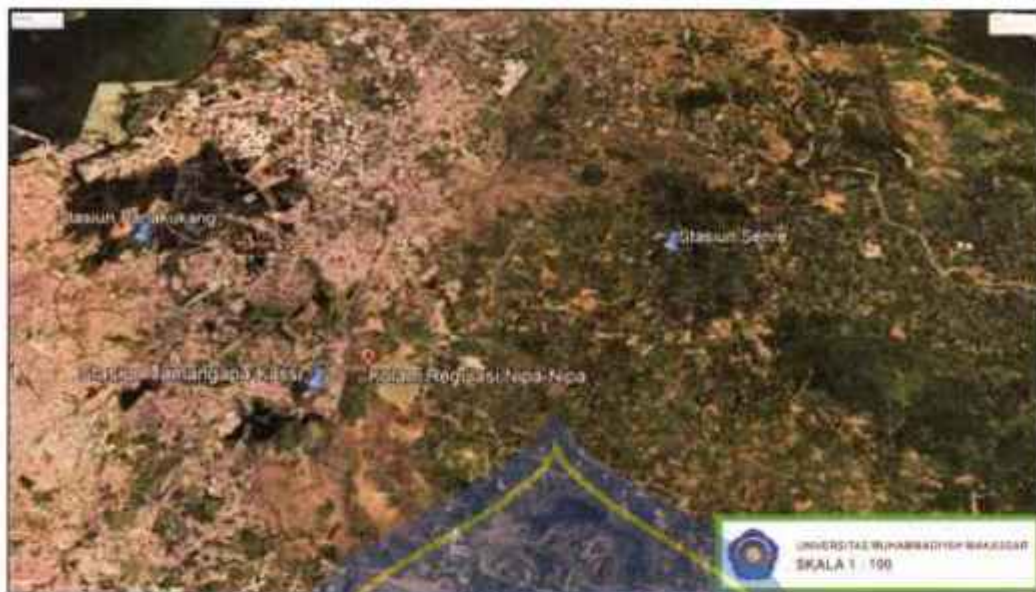
Gambar 3.1 Peta Lokasi Penelitian



Gambar 3.2 Peta Lokasi Kolasi Regulasi Nipa-Nipa



Gambar 3.3 Tata Letak Kolam Regulasi Nipa-Nipa



Gambar 3.4 Posisi Stasiun Curah Hujan

B. Jenis Penelitian

Berdasarkan metode penelitian yang kami lakukan yakni penelitian survei lapangan dan pengumpulan data. Dengan survei lapangan kami mengamati secara langsung lokasi dan melakukan wawancara kepada petugasnya. Dalam pengumpulan data, peranan instansi yang terkait sangat diperlukan. Maka melalui Dinas Pekerjaan Umum Provinsi Sulawesi Selatan Bidang Pengairan dan Balai Besar Wilayah Sungai Jeneberang kami mendapatkan data tersebut kemudian diolah dan dianalisis. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari secara intensif latar belakang keadaan sekarang dan interaksi lingkungan khususnya pada kolam regulasi nipa-nipa.

C. Alat dan Bahan

Penelitian ini akan menggunakan alat dan bahan, berupa data hidrologi dan data topografi seperti pada tabel dibawah ini :

Tabel 3.1 Alat dan Bahan Penelitian

Bahan	Kegunaan
Data hidrologi	Perhitungan hidrograf banjir
Data topografi	Kapasitas tampungan
Peta Lokasi Waduk Nipa-Nipa	Penggambaran
Data Tinggi Muka Air	Fluktuasi

D. Pengumpulan Data

Pengumpulan data merupakan sarana pokok untuk menemukan penyelesaian suatu masalah secara ilmiah. Dalam pengumpulan data, peranan instansi yang terkait sangat diperlukan. Adapun hal-hal yang perlu diperhatikan dalam pengumpulan data adalah :

- 1) Jenis-jenis data.
- 2) Tempat terperolehnya data.
- 3) Jumlah data yang harus dikumpulkan agar diperoleh data yang memadai.

Metode data diperoleh menggunakan data-data yang pernah dicatat dan didesain oleh instansi yang berkepentingan dalam hal ini adalah dari Dinas Pekerjaan Umum Provinsi Sulawesi Selatan Bidang Pengairan dan Balai Besar Wilayah Sungai Jeneberang. Data tersebut kemudian diolah menjadi data siap

pakai yang nantinya menjadi masukan dalam analisis selanjutnya. Adapun data tersebut adalah:

1. Data harian hujan maksimum diambil dari stasiun pencatat yang ada pada daerah pengaliran sungai Tallo
2. Peta lokasi Kolam Regulasi Nipa-Nipa dan peta topografi Kolam Regulasi Nipa-Nipa.
3. Data TMA (Tinggi Muka Air) pada Kolam Regulasi Nipa-Nipa diambil dari pencatatan dari hasil pengamatan perjam dari tiap hariannya dalam satu bulan hingga bulan selanjutnya.

a. Data Primer

Pengumpulan data – data dan inventarisasi yang dilakukan dengan cara observasi lapangan (pengamatan secara langsung) dan terjun langsung dengan melakukan wawancara dengan masyarakat maupun karyawan juga petugas instansi-instansi terkait dengan data primer yang diperlukan oleh peneliti yang terkait penelitian.

b. Data Sekunder

Data Sekunder adalah pengumpulan data sekunder meliputi tinjauan pustaka dan instansional dari instansi- insatansi terkait, yaitu pengumpulan data angka dan peta yang berhubungan dengan penelitian terkait.

Sumber data sekunder yaitu :

- a) Studi pustaka, mencari data yang terdapat pada instansi pemerintah, bahan bacaan dan literature buku yang sesuai dengan permasalahan peneliti atau studi terkait,
- b) Instansional, pengumpulan data yang erat kaitannya dengan masalah studi yang berasal dari instansi-instansi yang terkait.
- c) Berkaitan dengan data yang diperlukan yang berasal dari instansi Balai Besar Wilayah Sungai Pompengan Jeneberang (BBWS P-J).

Yang Merupakan data sekunder adalah :

- 1) Data hidrologi, yaitu data curah hujan 3 (tiga) stasiun
- 2) Data rencana tata letak, peta DAS, dan peta topografi kolam regulasi nipa-nipa.
- 3) Data TMA (Tinggi Muka Air), yaitu data dari 5 bulan pengamatan.

E. Pelaksanaan Penelitian

Dalam tahap ini peneliti mengolah data yang sudah ada untuk dijadikan data awal dalam melakukan analisis dan perhitungan. Dilakukan perataan hujan untuk mencari hujan maksimum dengan menggunakan metode polygon thiessen dari data hujan harian hasil pencatatan curah hujan harian hasil pencatatan curah hujan dari daerah masing-masing pos stasiun hujan yang ada pada daerah DAS Tallo. Kemudian dicari hujan harian maksimum dari hasil perataan tadi, lalu diadakan analisis frekuensi yaitu untuk menentukan jenis sebaran (distribusi frekuensi) apa yang layak dipakai dalam penentuan hujan rancangan. Sebagai

acuan standar dalam analisis frekuensi ini adalah nilai koefisien variasi (C_v), nilai koefisien asimetri (C_s), dan nilai koefisien kurtosis (C_k).

Dari distribusi frekuensi terpilih ditentukan nilai hujan rancangan untuk periode ulang tertentu. Kemudian ditentukan hujan efektif. Parameter DAS seperti: luas DAS, panjang sungai, kemiringan sungai dan sebagainya. Banjir rancangan ini dapat diperoleh dengan hidrograf satuan sintentik (HSS).

Debit banjir dari hidrograf sintetis tersebut di jadikan sebagai debit masukan. Debit masukan melalui pelimpah dan data elevasi muka air kolam regulasi, tampungan (storage), debit keluaran dipakai dalam analisis penelusuran banjir (flood routing). Data debit tersebut juga digunakan untuk penentuan elevasi muka air kolam regulasi maksimum.

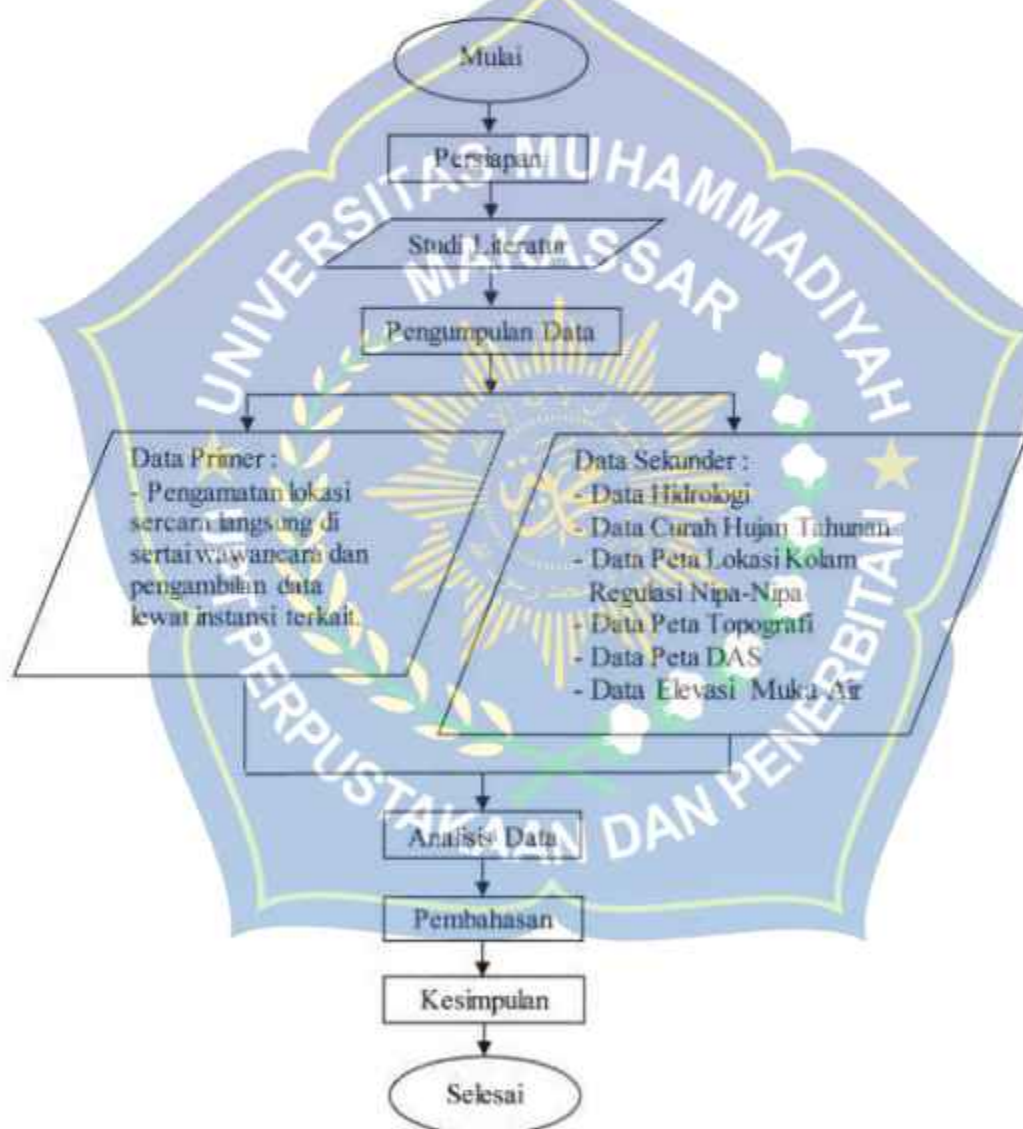
Apabila selesai debit, debit masukan dan debit keluaran lebih kecil dari pada kapasitas tampungan rencana berdasarkan ketersediaan lahan maka kolam regulasi nipa-nipa ini dapat dinyatakan berfungsi secara efektif dalam mereduksi puncak banjir dan apabila tidak maka dapat dinyatakan bahwa kolam regulasi nipa-nipa ini tidak dapat mereduksi puncak banjir. Kondisi tidak efektif tersebutlah yang memerlukan penanggulangan lebih lanjut seperti pelebaran pelimpah dan peninjauan kembali pada kapasitas tampungan.

Dalam tahap selanjutnya dilakukan pengambilan data Tinggi Muka Air yang telah diamati tinggi rendah air pada Kolam Regulasi Nipa-Nipa. Uraian mengenai hasil fluktuasi muka air waduk kemudian dibuat dalam bentuk tabel hingga grafik lalu hasil dari nilai peningkatan elevasi tertinggi dan terendah masing-masing dikurang kemudian dirata-ratakan sebagai hasil.

F. Bagan Alur Penelitian

Dalam menyelesaikan Tugas akhir di perlukan langkah-langkah yang tersusun atau tersistematis agar dalam penyelesaian tugas akhir dapat berjalan dengan baik. Berikut langkah-langkah penyelesaian yang ditunjukkan dalam bagan alur penelitian sebagai berikut :

BAGAN ALIR PENELITIAN



Gambar 3.5 Bagan Alir Penelitian

BAB III

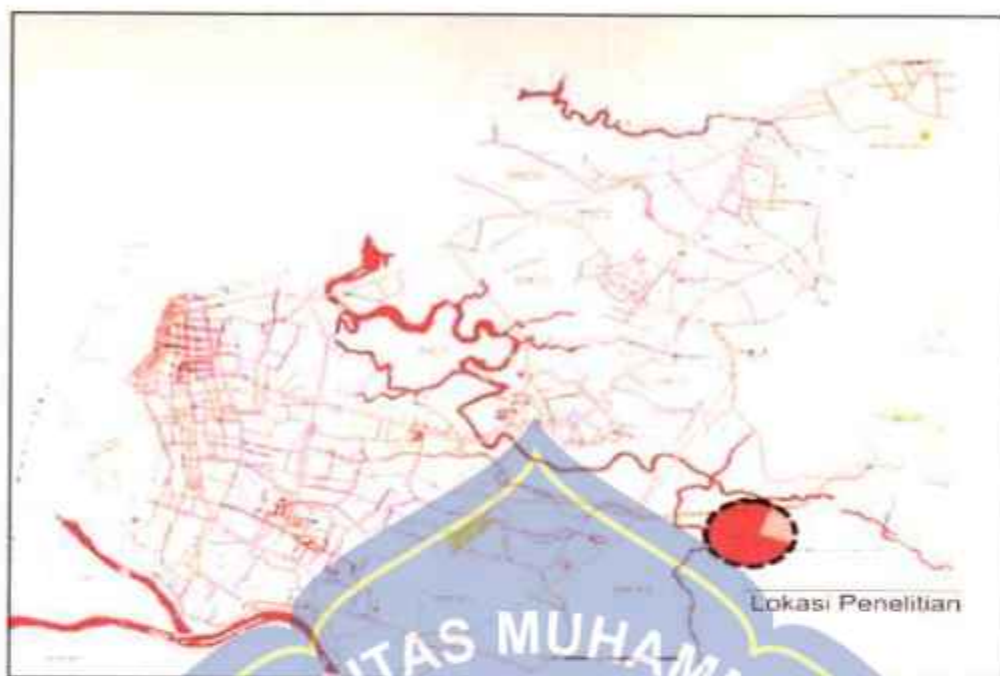
METODOLOGI PENELITIAN

A. Lokasi Penelitian

Kolam Regulasi Nipa Nipa Terletak di Desa Moncongloe Lapara Kecamatan Moncongloe Kabupaten Maros. Adapun batas sebelah barat adalah dengan Kecamatan Manggala Kota Makassar dan disebelah selatan dengan Kecamatan Pattalassang Kabupaten Gowa. Koordinat lokasi : $119,52065923^{\circ}$ BT ; $5,16503546^{\circ}$ LS. Kolam Regulasi Nipa-Nipa direncanakan terletak di sebelah kanan sungai Tallo antara percabangan Sungai Mangalarang dan Jembatan Nipa-Nipa.



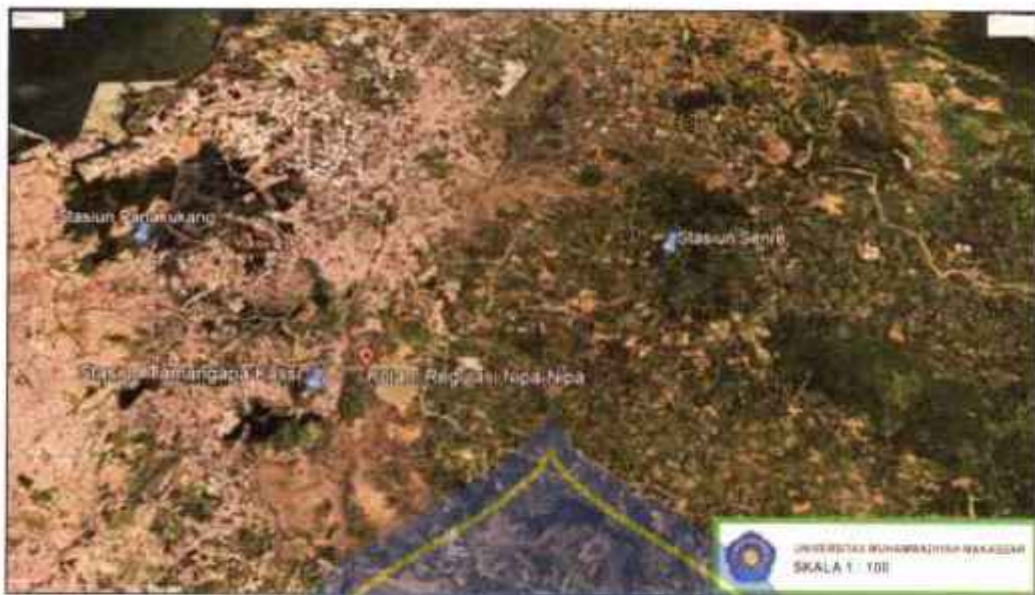
Gambar 3.1 Peta Lokasi Penelitian



Gambar 3.2 Peta Lokasi Kolasi Regulasi Nipa-Nipa



Gambar 3.3 Tata Letak Kolam Regulasi Nipa-Nipa



Gambar 3.4 Posisi Stasiun Curah Hujan

B. Jenis Penelitian

Berdasarkan metode penelitian yang kami lakukan yakni penelitian survei lapangan dan pengumpulan data. Dengan survei lapangan kami mengamati secara langsung lokasi dan melakukan wawancara kepada petugasnya. Dalam pengumpulan data, peranan instansi yang terkait sangat diperlukan. Maka melalui Dinas Pekerjaan Umum Provinsi Sulawesi Selatan Bidang Pengairan dan Balai Besar Wilayah Sungai Jeneberang kami mendapatkan data tersebut kemudian diolah dan dianalisis. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari secara intensif latar belakang keadaan sekarang dan interaksi lingkungan khususnya pada kolam regulasi nipa-nipa.

C. Alat dan Bahan

Penelitian ini akan menggunakan alat dan bahan, berupa data hidrologi dan data topografi seperti pada tabel dibawah ini :

Tabel 3.1 Alat dan Bahan Penelitian

Bahan	Kegunaan
Data hidrologi	Perhitungan hidrograf banjir
Data topografi	Kapasitas tampungan
Peta Lokasi Waduk Nipa-Nipa	Penggambaran
Data Tinggi Muka Air	Fluktuasi

D. Pengumpulan Data

Pengumpulan data merupakan sarana pokok untuk menemukan penyelesaian suatu masalah secara ilmiah. Dalam pengumpulan data, peranan instansi yang terkait sangat diperlukan. Adapun hal-hal yang perlu diperhatikan dalam pengumpulan data adalah :

- 1) Jenis-jenis data.
- 2) Tempat terperolehnya data.
- 3) Jumlah data yang harus dikumpulkan agar diperoleh data yang memadai.

Metode data diperoleh menggunakan data-data yang pernah dicatat dan didesain oleh instansi yang berkepentingan dalam hal ini adalah dari Dinas Pekerjaan Umum Provinsi Sulawesi Selatan Bidang Pengairan dan Balai Besar Wilayah Sungai Jeneberang. Data tersebut kemudian diolah menjadi data siap

pakai yang nantinya menjadi masukan dalam analisis selanjutnya. Adapun data tersebut adalah:

1. Data harian hujan maksimum diambil dari stasiun pencatat yang ada pada daerah pengaliran sungai Tallo
2. Peta lokasi Kolam Regulasi Nipa-Nipa dan peta topografi Kolam Regulasi Nipa-Nipa.
3. Data TMA (Tinggi Muka Air) pada Kolam Regulasi Nipa-Nipa diambil dari pencatatan dari hasil pengamatan perjam dari tiap hariannya dalam satu bulan hingga bulan selanjutnya.

a. Data Primer

Pengumpulan data -- data dan inventarisasi yang dilakukan dengan cara observasi lapangan (pengamatan secara langsung) dan terjun langsung dengan melakukan wawancara dengan masyarakat maupun karyawan juga petugas instansi-instansi terkait dengan data primer yang diperlukan oleh peneliti yang terkait penelitian.

b. Data Sekunder

Data Sekunder adalah pengumpulan data sekunder meliputi tinjauan pustaka dan instansional dari instansi- insatansi terkait, yaitu pengumpulan data angka dan peta yang berhubungan dengan penelitian terkait.

Sumber data sekunder yaitu :

- a) Studi pustaka, mencari data yang terdapat pada instansi pemerintah, bahan bacaan dan literature buku yang sesuai dengan permasalahan peneliti atau studi terkait.
- b) Instansional, pengumpulan data yang erat kaitannya dengan masalah studi yang berasal dari instansi-instansi yang terkait.
- c) Berkaitan dengan data yang diperlukan yang berasal dari instansi Balai Besar Wilayah Sungai Pompengan Jeneberang (BBWS P-J).

Yang Merupakan data sekunder adalah :

- 1) Data hidrologi, yaitu data curah hujan 3 (tiga) stasiun
- 2) Data rencana tata letak, peta DAS, dan peta topografi kolam regulasi nipa-nipa.
- 3) Data TMA (Tinggi Muka Air), yaitu data dari 5 bulan pengamatan.

E. Pelaksanaan Penelitian

Dalam tahap ini peneliti mengolah data yang sudah ada untuk dijadikan data awal dalam melakukan analisis dan perhitungan. Dilakukan perataan hujan untuk mencari hujan maksimum dengan menggunakan metode polygon thiessen dari data hujan harian hasil pencatatan curah hujan harian hasil pencatatan curah hujan dari daerah masing-masing pos stasiun hujan yang ada pada daerah DAS Tallo. Kemudian dicari hujan harian maksimum dari hasil perataan tadi, lalu diadakan analisis frekuensi yaitu untuk menentukan jenis sebaran (distribusi frekuensi) apa yang layak dipakai dalam penentuan hujan rancangan. Sebagai

acuan standar dalam analisis frekuensi ini adalah nilai koefisien variasi (C_v), nilai koefisien asimetri (C_s), dan nilai koefisien kurtosis (C_k).

Dari distribusi frekuensi terpilih ditentukan nilai hujan rancangan untuk periode ulang tertentu. Kemudian ditentukan hujan efektif. Parameter DAS seperti: luas DAS, panjang sungai, kemiringan sungai dan sebagainya. Banjir rancangan ini dapat diperoleh dengan hidrograf satuan sintentik (HSS).

Debit banjir dari hidrograf sintetis tersebut di jadikan sebagai debit masukan. Debit masukan melalui pelimpah dan data elevasi muka air kolam regulasi, tampungan (storage), debit keluaran dipakai dalam analisis penelusuran banjir (flood routing). Data debit tersebut juga digunakan untuk penentuan elevasi muka air kolam regulasi maksimum.

Apabila selesai debit, debit masukan dan debit keluaran lebih kecil dari pada kapasitas tampungan rencana berdasarkan ketersediaan lahan maka kolam regulasi nipa-nipa ini dapat dinyatakan berfungsi secara efektif dalam mereduksi puncak banjir dan apabila tidak maka dapat dinyatakan bahwa kolam regulasi nipa-nipa ini tidak dapat mereduksi puncak banjir. Kondisi tidak efektif tersebutlah yang memerlukan penanggulangan lebih lanjut seperti pelebaran pelimpah dan peninjauan kembali pada kapasitas tampungan.

Dalam tahap selanjutnya dilakukan pengambilan data Tinggi Muka Air yang telah diamati tinggi rendah air pada Kolam Regulasi Nipa-Nipa. Uraian mengenai hasil fluktuasi muka air waduk kemudian dibuat dalam bentuk tabel hingga grafik lalu hasil dari nilai peningkatan elevasi tertinggi dan terendah masing-masing dikurang kemudian dirata-ratakan sebagai hasil.

F. Bagan Alur Penelitian

Dalam menyelesaikan Tugas akhir di perlukan langkah-langkah yang tersusun atau tersistematis agar dalam penyelesaian tugas akhir dapat berjalan dengan baik. Berikut langkah-langkah penyelesaian yang ditunjukkan dalam bagan alur penelitian sebagai berikut :

BAGAN ALIR PENELITIAN



Gambar 3.5 Bagan Alir Penelitian

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Data Hasil Penelitian

Dari hasil penelitian dengan menggunakan basis data berupa data hidrologi data peta topografi dan data tinggi muka air dan peta das kolam regulasi nipa-nipa. Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis efektifitas tampungan waduk, kapasitas tampungan waduk dan fluktuasi muka air waduk.



Gambar 4.1 Profil Waduk Kolam Regulasi Nipa-Nipa

B. Analisis Hidrologi

1. Analisis Curah Hujan

Curah hujan rata-rata wilayah dihitung dengan menggunakan metode Rata-Rata Aljabar dan Polygon Thiessen. Untuk analisis ini dipakai data curah

hujan yang terdiri dari 3 (tiga) stasiun pencatatan curah hujan yakni curah hujan stasiun Panakukang, curah hujan stasiun Tamangapa Kassi, dan curah hujan stasiun Senre. Masing-masing curah hujan yang digunakan dari tahun 1996 hingga tahun 2020 ditiap stasiun-stasiun curah hujan. Mamiliki Luas DAS sebesar 256,73 km². Adapun pembagian daerah aliran menggunakan metode polygon tissen dapat dilihat pada tabel 4.1. Sebagai berikut diperoleh luas pengaruh stasiun-stasiun curah hujan :

Tabel 4.1 Luas Pengaruh Stasiun Hujan Terhadap DAS Nipa-Nipa

No	Stasiun	Luas daerah pengaruh (km ²)	Koefisien Thiessen
1.	Panakukang	17,05	0,07
2.	Tamangapa Kassi	47,33	0,18
3.	Senre	192,35	0,75
	Luas total	256,73	1,00

Dari masing-masing stasiun-stasiun curah hujan mempunyai daerah pengaruh yang dibentuk dengan garis-garis sumbu tegak lurus terhadap garis penghubung antara dua stasiun.



Gambar 4.2 Luas Pengaruh Stasiun Hujan Dihitung dengan Metode

Poligon Thiessen

Hasil perhitungan curah hujan ditunjukkan pada tabel 4.2.

Tabel 4.2 Perhitungan Curah Hujan Harian Maksimum DAS Nipa-Nipa

Tahun	Kondisi / Tanggal	Stasiun			Rata - rata	Max
					Tissen	
		Panakukang	Tamangapa Kassi	Senre		
1996	1 2/12/1996	144	30	2	32.41	
	2 2/4/1996	105	200	44	164.93	164.93
	3 12/14/1996	137	102	142	111.70	
1997	1 2/13/1997	91	0	0	6.04	
	2 1/17/1997	43	101	20	82.22	84.32
	3 2/23/1997	43	92	68	84.32	
1998	1 11/14/1998	103	9	0	13.58	
	2 10/5/1998	0	98	0	73.42	73.42
	3 12/28/1998	20	17	66	26.23	
1999	1 1/3/1999	235	25	26	39.13	
	2 12/12/1999	36	105	0	81.06	81.06
	3 7/7/1999	0	0	108	19.91	
2000	1 2/3/2000	376	20	18	43.27	
	2 11/3/2000	0	185	10	140.45	140.45
	3 2/26/2000	16	0	193	36.64	

Tahun	Kondisi / Tanggal		Stasiun			Rata - rata	Max
			Panakukang	Tamangapa Kassi	Senre	Tisse3n	
2001	1	2/2/2001	200	36	100	58.69	
	2	2/3/2001	30	145	123	133.31	133.31
	3	2/3/2001	30	145	123	133.31	
2002	1	3/6/2002	161	0	0	10.69	
	2	1/2/2002	156	172	123	161.90	161.90
	3	1/3/2002	68	14	183	48.74	
2003	1	1/10/2003	210	0	0	13.95	
	2	1/11/2003	23	107	83	97.00	97.00
	3	2/20/2003	0	0	138	25.44	
2004	1	1/20/2004	128	0	18	11.82	
	2	1/21/2004	0	93	50	78.90	80.00
	3	2/8/2004	34	73	125	80.00	
2005	1	1/5/2005	141	9	32	22.01	
	2	12/20/2005	38	98	110	96.23	96.23
	3	12/20/2005	38	98	110	96.23	
2006	1	12/29/2006	110	14	18	21.11	
	2	12/30/2006	103	107	15	89.77	89.77
	3	3/29/2006	0	8	303	61.85	
2007	1	1/2/2007	97	101	105	101.47	
	2	12/20/2007	55	120	78	107.94	120.90
	3	1/1/2007	79	99	225	120.90	
2008	1	2/2/2008	181	0	8	13.50	
	2	2/3/2008	22	137	78	118.49	136.87
	3	2/5/2008	33	133	190	136.87	
2009	1	1/29/2009	113	17	0	20.24	
	2	1/17/2009	67	90	88	88.10	88.10
	3	1/30/2009	41	15	180	47.15	
2010	1	1/19/2010	91	50	20	47.19	
	2	1/21/2010	49	80	18	66.51	66.51
	3	1/13/2010	39	15	123	36.50	

Tahun	Kondisi / Tanggal		Stasiun			Rata-rata	Max
			Panakukang	Tamangapa	Senre	Tissen	
				Kassi			
2011	1	2/5/2011	90	0	16	8.93	
	2	12/27/2011	20	120	32	97.14	97.14
	3	3/24/2011	1	0	90	16.66	
2012	1	3/14/2012	115	60	0	52.59	
	2	2/2/2012	39	118	83	106.30	106.30
	3	1/8/2012	47	0	118	24.88	
2013	1	1/1/2013	193	20	78	42.18	
	2	12/10/2013	0	98	42	81.17	96.35
	3	1/2/2013	75	72	203	96.35	
2014	1	4/7/2014	135	0	0	8.97	
	2	00/00/2014	0	0	0	0.00	22.86
	3	12/7/2014	25	0	115	22.86	
2015	1	12/17/2015	139	137	23	116.12	
	2	12/19/2015	31	142	90	125.04	144.75
	3	12/18/2015	131	140	169	144.75	
2016	1	10/24/2016	142	30	24	36.33	
	2	2/23/2016	14	90	13	70.76	70.76
	3	2/12/2016	33	10	114	30.70	
2017	1	12/21/2017	178	125	160	134.97	
	2	12/22/2017	18	145	25	114.44	134.97
	3	12/21/2017	178	125	160	134.97	
2018	1	3/13/2018	149	0	97	27.78	
	2	00/00/2018	0	0	0	0.00	39.96
	3	2/7/2018	66	0	193	39.96	
2019	1	4/28/2019	125	0	72	21.58	
	2	1/22/2019	55	140	110	128.82	128.82
	3	1/21/2019	115	10	237	58.82	
2020	1	5/27/2020	160	0	0	10.63	
	2	00/00/2020	0	0	0	0.00	10.63
	3	00/00/2020	0	0	0	0.00	

Sumber : Data Curah Hujan Stasiun 1, Stasiun 2, Stasiun 3.

2. Analisis Parameter Statistic (Pengukuran Depresi)

Besarnya dispersi dapat dilakukan pengukuran dispersi yakni melalui perhitungann parameter statistik untuk $(X_i - X)$, $(X_i - X)^2$, $(X_i - X)^3$, dan $(X_i - X)^4$ terlebih dahulu.

Dimana:

X_i : Besarnya curah hujan daerah (mm)

X : Rata – rata curah hujan maksimum (mm)

Perhitungann parameter statistik dapat dilihat pada tabel 4.3

Tabel 4.3 Analisis Parameter Statistik Curah Hujan Maksimum Harian

Tahun	X	$(X_i - X_r)$	$(X_i - X_r)^2$	$(X_i - X_r)^3$	$(X_i - X_r)^4$
1996	164.93	66.24	4387.54	290623.78	19250478.86
2002	161.90	63.21	3995.66	252570.88	15965322.86
2015	144.75	46.06	2121.15	97691.90	4499297.77
2000	140.45	41.76	1743.78	72817.85	3040771.74
2008	136.87	38.17	1457.29	55631.35	2123698.35
2017	134.97	36.28	1316.22	47751.92	1732425.20
2001	133.51	34.61	1198.14	41472.37	1435528.46
2019	128.82	30.13	907.91	27356.88	824306.74
2007	120.90	22.21	493.20	10953.03	243246.03
2012	106.30	7.61	57.89	440.41	3350.80
2011	97.14	-1.56	2.43	-3.78	5.88
2003	97.00	-1.70	2.88	-4.88	8.27
2013	96.35	-2.34	5.49	-12.86	30.12
2005	96.23	-2.47	6.08	-14.98	36.93

Tahun	X	(Xi-Xr)	(Xi-Xr) ²	(Xi-Xr) ³	(Xi-Xr) ⁴
2006	89.77	-8.92	79.55	-709.53	6328.41
2009	88.10	-10.59	112.12	-1187.26	12571.71
1997	84.32	-14.37	206.54	-2968.24	42657.80
1999	81.06	-17.63	310.91	-5482.11	96663.86
2004	80.00	-18.70	349.55	-6535.17	122182.57
1998	73.42	-25.27	638.47	-16132.98	407648.87
2016	70.76	-27.94	780.39	-21800.58	609009.57
2010	66.51	-32.18	1035.65	-33328.95	1072577.82
2018	39.96	-58.73	3449.04	-202557.00	11895873.79
2014	22.86	-75.83	5750.38	-436058.87	33066901.46
2020	10.63	-88.07	7755.74	-683022.76	60151560.71
Jumlah	2467.32	0.00	38163.99	-512509.56	156602484.56

Sumber: Hasil Perhitungan

Pengukuran dispersi antara lain dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Harga rata-rata } (X_i) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i \dots \dots \dots (2.4)$$

$$= \frac{1}{25} (2467,32) = 98,69$$

$$\text{Standar deviasi } (S) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - X)^2}{n-1}} \dots \dots \dots (2.5)$$

$$= \sqrt{\frac{38163,99}{25-1}}$$

$$= 39.88$$

$$\text{Koefisien variasi } (C_v) = \frac{S}{X} \dots \dots \dots (2.6)$$

$$\frac{39,88}{98,69}$$

$$= 0,40$$

$$\text{Koefisien Skewnes } (C_s) = \frac{n \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^3}{(n-1)(n-2)S^3} \dots\dots\dots (2.7)$$

$$= \frac{25 \times (-207194.78)}{(25-1) \times (25-2) \times 39,88^3}$$

$$= \frac{-512509,56}{35002812,94}$$

$$= -0,37$$

$$\text{Koefisien kurtosis } (C_k) = \frac{n^2 \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)S^4} \dots\dots\dots (2.8)$$

$$= \frac{25^2 \times 156602484,56}{(25-1) \times (25-2) \times (25-3) \times 39,88^4}$$

$$= \frac{97876552850}{30707673742} = 3,19$$

C. Perhitungan Distribusi Frekuensi Curah Hujan

Analisis perhitungannya curah hujan rencana untuk curah hujan harian maksimum menggunakan metode Gumbel dan metode Log Pearson III.

1) Metode Gumbel

Metode Gumbel dihitung menggunakan persamaan berikut:

- a) Perhitungan rata - rata curah hujan ($\bar{X}_r$)

Diketahui : Dengan $n = 25$ Tahun

$$\Sigma X = 2467,32$$

$$\begin{aligned}
 X_r &= \frac{\Sigma X}{n} \\
 &= \frac{2467.32}{25} \\
 &= 98.69 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

b) Perhitungan simpangan baku (S_x)

Diketahui :

$$\Sigma (X_i - X_r)^2 = 38163,99$$

$$S_x = \sqrt{\frac{\Sigma (X_i - X_r)^2}{n-1}} \dots\dots\dots(2.10)$$

$$\begin{aligned}
 &= \sqrt{\frac{38163,99}{25-1}} \dots\dots\dots(2.11) \\
 &= 39,88
 \end{aligned}$$

c) Perhitungan faktor frekuensi (K)

Diketahui :

$$Y_t = 0,3065 \text{ (Lampiran Tabel 2) untuk kala ulang 2 tahun}$$

$$Y_n = 0,5309 \text{ (Lampiran Tabel 3)}$$

$$S_n = 1,0915 \text{ (Lampiran Table 4)}$$

$$\begin{aligned}
 K &= \frac{(y_t - y_n)}{S_n} \dots\dots\dots(2.11) \\
 &= \frac{(0,3065 - 0,5309)}{1,0915} \\
 &= -0,21
 \end{aligned}$$

Y_t sesuai dengan kala ulang yg digunakan nilainya terdapat pada tabel

Reduksi fungsi dari probabilitas (lampiran Tabel 2)

$$X_t = X_r + K \cdot S_x \dots\dots\dots(2.12)$$

$$= 98,69 + (-0,21) \times 39,88$$

$$= 90,49 \text{ mm}$$

Jadi untuk perhitungann hujan rencana metode Gumbel dengan kala ulang 2 – 200 tahun, terdapat pada table distribusi sebaran metode Gumbel (Tabel 4.4)

Tabel 4.4 Distribusi Frekuensi Metode Gumbel

No	Kala Ulang (tahun)	Xr	Sx	K	K .Sx	Xt = Xr + (k.Sx)
1	2	98,69	39,88	-0.21	-8.20	90.49
2	5	98,69	39,88	0.89	35.40	134.09
3	10	98,69	39,88	1.58	62.81	161.51
4	25	98,69	39,88	2.23	89.12	187.81
5	50	98,69	39,88	3.09	123.16	221.85
6	100	98,69	39,88	3.73	148.66	247.36
7	200	98,69	39,88	4.37	174.09	272.78

Sumber : Hasil perhitungan

2) Metode Log Pearson Type III

Metode Log Pearson Type III dihitung menggunakan persamaan berikut, dimana nilai standar deviasi (Sd) dan koefisien kemencengan di hitung menggunakan tabel distribusi frekuensi Metode Log Pearson Type III (Tabel 4.5).

Tabel 4.5 Distribusi frekuensi Metode Log Pearson Type III

No	Kala Ulang (tahun)	P (%)	Xi	Log Xi	(log Xi - log Xr)	(log Xi - log Xr) ²	(log Xi - log Xr) ³
1	26.00	9.09	164.93	2.22	0.28	0.08	0.02
2	13.00	18.18	161.90	2.21	0.27	0.07	0.02
3	8.67	27.27	144.75	2.16	0.22	0.05	0.01
4	6.50	36.36	140.45	2.15	0.21	0.04	0.01

No	Kala Ulang (tahun)	P (%)	Xi	Log Xi	(log Xi - log Xr)	(log Xi - log Xr) ²	(log Xi - log Xr) ³
5	5.20	45.45	136.87	2.14	0.20	0.04	0.01
6	4.33	54.55	134.97	2.13	0.19	0.04	0.01
7	3.71	63.64	133.31	2.12	0.19	0.03	0.01
8	3.25	72.73	128.82	2.11	0.17	0.03	0.01
9	2.89	81.82	120.90	2.08	0.14	0.02	0.00
10	2.60	90.91	106.30	2.03	0.09	0.01	0.00
11	2.36	100.00	97.14	1.99	0.05	0.00	0.00
12	2.17	109.09	97.00	1.99	0.05	0.00	0.00
13	2.00	118.18	96.35	1.98	0.05	0.00	0.00
14	1.86	127.27	96.23	1.98	0.05	0.00	0.00
15	1.73	136.36	89.77	1.95	0.02	0.00	0.00
16	1.63	145.45	88.10	1.94	0.01	0.00	0.00
17	1.53	154.55	84.32	1.93	-0.01	0.00	0.00
18	1.44	163.64	81.06	1.91	-0.03	0.00	0.00
19	1.37	172.73	80.00	1.90	-0.03	0.00	0.00
20	1.30	181.82	73.42	1.87	-0.07	0.01	0.00
21	1.24	190.91	70.76	1.85	-0.09	0.01	0.00
22	1.18	200.00	66.51	1.82	-0.12	0.01	0.00
23	1.13	209.09	39.96	1.60	-0.34	0.11	-0.04
24	1.08	218.18	22.86	1.36	-0.58	0.34	-0.19
25	1.04	227.27	10.63	1.03	-0.91	0.83	-0.76
Jumlah			2467.32	48.45	0.00	1.73	-0.90

Sumber: Hasil Perhitungan

Untuk Distribusi frekuensi dapat dihitung dengan rumus, sebagai berikut:

Nilai rata-rata (Log Xi)
$$= \frac{\sum_{i=1}^{n=1} \text{Log Xi}}{n} \dots\dots\dots(2.14)$$

$$= \frac{48,45}{25}$$

$$= 1,9379$$

$$\text{Standar deviasi (Sx)} = \sqrt{\frac{\sum (\log Xi - \log Xr)^2}{n-1}} \dots\dots\dots(2.15)$$

$$= \sqrt{\frac{1,7315}{25-1}}$$

$$= \sqrt{\frac{1,7315}{24}}$$

$$= 0,2686$$

$$\text{Koefisien skewnes (Cs)} = \frac{\sum_{i=1}^n (\log Xi)^3}{(n-1)(n-2)S_x^3} \dots\dots\dots(2.16)$$

$$= \frac{25 \times (-0,8993)}{(25-1) \times (25-2) \times (0,0194)^3}$$

$$= -2,1017$$

Dari nilai Cs maka dapat di tentukan nilai G (Tabel 5-6)

Hitung curah hujan rencana untuk kala ulang 2 tahun:

$$\log Xt = \log Xi + G.Sx \dots\dots\dots(2.17)$$

$$= 1,9379 + (0,3192 \times 0,2686)$$

$$= 2,0237$$

$$X = \text{antilog } X$$

$$X_t = 105,60$$

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

Tabel 4.6 Curah Hujan Rencana dengan Metode Log Pearson Type III

NO	Periode Ulang	P (%)	G	Log Xt	Xt (mm)
1	2	50	0.3192	2.0237	105.5970
2	5	20	0.7648	2.1433	139.1046
3	10	10	0.8686	2.1712	148.3278
4	25	4	0.9224	2.1857	153.3496
5	50	2	0.9384	2.1900	154.8682
6	100	1	0.9453	2.1918	155.5370
7	200	0,5	0.9483	2.1926	155.8242

Sumber: Hasil Perhitungan

Adapun Hasil Perhitungann Hujan Rencana untuk semua metode terdapat pada tabel rekapitulasi perhitungann hujan rencana metode Gumbel dan metode Log Pearson Type III (Tabel 4.7)

Tabel 4.7 Resume Curah Hujan Rencana

No	Periode Ulang	Hujan Rancangan (mm)	
		Metode Gumbel	Metode Log Person Type III
1	2	90.49	105.60
2	5	134.09	139.10
3	10	161.51	148.33
4	25	187.81	153.35
5	50	221.85	154.87
6	100	247.36	155.54
7	200	272.78	155.82

Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel 4.8 Menunjukkan beberapa parameter yang menjadi syarat penggunaan satu metode distribusi. Dari tabel tersebut ditunjukkan beberapa nilai Cs dan Ck yang menjadi persyaratan dari penggunaan tiga metode distribusi.

Tabel 4.8 Syarat Penggunaan Jenis Distribusi/sebaran Frekuensi

Metode	Syarat	Hasil Perhitungan	Kesimpulan
Gumbel	$C_s = 1,14$	$C_s = -0,37$	Memenuhi
	$C_k = 5,4002$	$C_k = 3,19$	
<i>Log Pearson Type III</i>	$C_s \neq 0$	$C_s = -2,1017$	Tidak Memenuhi

Sumber: Hasil Perhitungan

Dari tabel diatas dapat dinyatakan bahwa yang paling mendekati adalah sebaran Metode gumbel dengan nilai $C_s = -0,37$ dan $C_k = 3,19$ yang memenuhi persyaratan $C_s = 1,14$ dan $C_k = 5,4002$.

D. Intesitas Curah Hujan

Untuk menganalisa debit banjir rencana maka dapat digunakan perhitungan Distribusi hujan jam-jaman pada daerah kolam regulasi nipa – nipa dengan persamaan berikut:

Rumus Mononobe :

$$R_t = \frac{R_{24}}{t} \left(\frac{1}{T} \right)^{2/3} \dots \dots \dots (2.18)$$

Dimana :

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

R_{24} : Curah hujan efektif dalam satu hari (mm)

T : Waktu mulai hujan

t : Waktu konsentrasi hujan

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

$$T = 1 \text{ jam} \longrightarrow R_1 = \left[\frac{R_{24}}{5} \right] \left[\frac{6}{1} \right]^{2/3} = 0,5503 \cdot R_{24}$$

$$T = 2 \text{ jam} \longrightarrow R_1 = \left[\frac{R_{24}}{5} \right] \left[\frac{6}{2} \right]^{2/3} = 0,3467 \cdot R_{24}$$

$$T = 3 \text{ jam} \longrightarrow R_1 = \left[\frac{R_{24}}{5} \right] \left[\frac{6}{3} \right]^{2/3} = 0,2646 \cdot R_{24}$$

$$T = 4 \text{ jam} \longrightarrow R_1 = \left[\frac{R_{24}}{5} \right] \left[\frac{6}{4} \right]^{2/3} = 0,2184 \cdot R_{24}$$

$$T = 5 \text{ jam} \longrightarrow R_1 = \left[\frac{R_{24}}{5} \right] \left[\frac{6}{5} \right]^{2/3} = 0,1882 \cdot R_{24}$$

$$T = 6 \text{ jam} \longrightarrow R_1 = \left[\frac{R_{24}}{5} \right] \left[\frac{6}{6} \right]^{2/3} = 0,1667 \cdot R_{24}$$

Curah hujan jam-jaman

$$R_t = [t \times R_t] - [(t-1) \times (T-1)]$$

$$1 \text{ jam} \longrightarrow R_1 = [1 \cdot 0,5503 \cdot R_{24}] - [(1-1) \cdot (1-1)]$$

$$= (0,5503 \cdot R_{24}) - (0 \cdot 0)$$

$$= 0,5503 \times 100\%$$

$$= 55,03 \%$$

$$2 \text{ jam} \longrightarrow R_2 = [2 \cdot 0,3467 \cdot R_{24}] - [(2-1) \cdot (0,5503 \cdot R_{24})]$$

$$= (0,6934 \cdot R_{24}) - (1 \cdot 0,5503)$$

$$= 0,1431 \times 100\%$$

$$= 14,31 \%$$

$$3 \text{ jam} \longrightarrow R_3 = [3 \cdot 0,2646 \cdot R_{24}] - [(3-1) \cdot (0,3467 \cdot R_{24})]$$

$$= (0,7937 \cdot R_{24}) - (2 \cdot 0,3467)$$

$$= 0,1004 \times 100\%$$

$$= 10,04 \%$$

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

$$\begin{aligned}
 5 \text{ jam} \longrightarrow R_5 &= [5,0,1882.R_{24}] - [(5-1).(0,2184R_{24})] \\
 &= (0,9410.R_{24}) - (4,0,2184) \\
 &= 0,0674 \times 100\% \\
 &= 6,74 \%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 6 \text{ jam} \longrightarrow R_6 &= [6,0,1667.R_{24}] - [(6-1).(0,1882.R_{24})] \\
 &= (1,0.R_{24}) - (5,0,2184) \\
 &= 0,0592 \times 100\% \\
 &= 5,92 \%
 \end{aligned}$$

Tabel 4.9 Intensitas Curah Hujan Jam-Jaman dan Ratio

No	Jam Ke	Rata-rata Hujan (Rt)	Hujan Jam-jaman	Ratio (%)
		Dari 01 sampai jam ke-t	$RT = t . Rt - (t-1).(R1-1)$	
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 tabel diatas dinyatakan bahwa intensitas curah hujan terbesar terjadi di jam ke-1 dan terkecil di jam ke-6.

Untuk mencari curah hujan rancangan efektif jam-jaman dalam periode ulang tertentu, data yang diperlukan:

- Rmaks pada periode ulang tersebut
- Data diambil dari perhitungan curah hujan rancangan dengan Metode Gumbel
- Koefisien pengaliran (c)

Dari data ini dihitung curah hujan netto (bagian hujan yang menjadi limpasan langsung) yaitu:

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

Curah hujan netto juga disebut curah hujan efektif, jika data ini dikalikan dengan prosentase nisbah jam-jaman akan diperoleh harga curah hujan rancangan efektif.

Untuk prosedur perhitungannya dapat dilihat sebagai berikut:

$$Tr = 2 \text{ tahun}$$

$$R_{maks} = 50,12$$

$$C = 0,75 \text{ (koefisien pengaliran untuk pengunungan tersier)}$$

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

$$= 0,75 \times 50,12$$

$$= 37,59 \text{ mm/hari}$$

$$\text{Jadi, curah hujan efektif} = 55,03 \% \times R_n$$

$$= 55,03 \% \times 37,59$$

$$= 20,69 \text{ mm/hari}$$

Tabel 4.10 Rekap Perhitungan Curah Hujan Efektif

Waktu (Jam)	Ratio (%)	Kumu- latif	Curah Hujan Rencana (mm)						
			2 Tahun	5 tahun	10 tahun	25 tahun	50 tahun	100 tahun	200 tahun
1	55.03	55.03	37.35	55.34	66.66	77.52	91.56	102.09	112.59
2	14.31	69.34	9.71	14.39	17.33	20.16	23.81	26.55	29.28
3	10.04	79.38	6.81	10.10	12.16	14.14	16.71	18.63	20.54
4	7.98	87.36	5.42	8.03	9.67	11.24	13.28	14.80	16.33
5	6.74	94.10	4.57	6.78	8.16	9.49	11.21	12.50	13.79
6	5.92	100.00	4.02	5.95	7.17	8.34	9.85	10.98	12.11
Hujan Efektif			67.87	100.57	121.13	140.86	166.39	185.52	204.59
Koefisien Pengaliran			0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
Probabilitas Hujan Maksimum			90.49	134.09	161.51	187.81	221.85	247.36	272.78

Sumber: Hasil Perhitungan

Dari tabel di atas adalah hasil perhitungan curah hujan efektif dengan kala ulang 2,5,10,25,50,100,dan 200 tahun. Dengan rasio tertinggi 55,03 % di dapatkan curah hujan efektif kala ulang 200 tahun didapat 112,59 mm/hari, dan yang terkecil berada di kala ulang 2 tahun dengan hasil 37,35 mm/hari.



Gambar 4.3 Grafik Pola Distribusi Hujan

Dari grafik di atas dinyatakan bahwa dari hasil perhitungan curah hujan efektif setiap jamnya mengalami kenaikan.

E. Perhitungan Debit Banjir Rancangan

Analisis banjir rancangan di analisis dengan beberapa metode yang disesuaikan dengan luas Daerah Aliran Sungai (DAS). Untuk perhitungan debit banjir digunakan metode Metode Nakayasu.



Gambar 4.4 Peta DAS Nipa-Nipa

1. Metode Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu (HSS Nakayasu)

Untuk desain bendung pada umumnya diperlukan data banjir dengan periode ulang 2, 5, 10, 25, 50, 100, dan 200 tahun.

Untuk menganalisa debit banjir rancangan, terlebih dahulu harus dibuat hidrograf banjir pada sungai yang bersangkutan. Parameter yang mempengaruhi unit hidrograf:

- Tenggang waktu dari permulaan hujan sampai puncak hidrograf (time to peak magnitude).
- Tenggang waktu dari titik berat sampai titik berat hidrograf (time log).
- Tenggang waktu hidrograf (time base of hydrograph)
- Luas daerah pengaliran
- Panjang alur sungai utama terpanjang (length of the longest channel).

f) Koefisien pengaliran (run-off coefficient)

Adapun data-datanya sebagai berikut:

$$\text{Luas DAS (A)} = 256,73 \text{ km}^2$$

$$\text{Panjang Sungai Utama (L)} = 70,400 \text{ km}$$

$$\text{Koefisien Pengaliran (c)} = 0,75$$

$$\text{Parameter alfa } (\alpha) = 1,21$$

$$\text{Hujan satuan (Ro)} = 1,00$$

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

$$t_g = 0,40 + (0,058 \times L)$$

$$= 0,40 + (0,058 \times 70,400)$$

$$= 4,49$$

Lama Hujan Efektif (T_r) = $T_r = (0,5 - 1,00) \times t_g$, dimana $T_r = 0,75 \times t_g$

$$T_r = 0,7 \times T_g$$

$$= 0,7 \times 4,49$$

$$= 3,37 \text{ jam}$$

Waktu mencapai puncak (T_p)

$$T_p = T_g + 0,8 T_r$$

$$= 4,49 + 0,8 \times 3,37$$

$$= 7,19 \text{ jam}$$

Nilai $T_{0,3}$

$$T_{0,3} = \alpha \times T_g$$

$$= 1,21 \times 4,49$$

$$= 5,43 \text{ jam}$$

$$T_p + T_{0,3} = 7,19 + 5,43 = 12,62 \text{ jam}$$

$$1,5 T_{0,3} = 1,5 \times 5,43 = 8,15 \text{ jam}$$

$$T_p + 1,5 T_{0,3} = 7,19 + 8,15 = 15,34 \text{ jam}$$

$$T_p + T_{0,3} + 1,5 T_{0,3} = 7,19 + 5,43 + 8,15 = 20,77 \text{ jam}$$

$$T_p + T_{0,3} + T_{0,3}^2 = 7,19 + 5,43 + 5,43^2 = 42,10 \text{ jam}$$

Debit Puncak Banjir (Q_p)

$$Q_p = \frac{C \times A \times R_0}{3,6 (0,3 t_p + T_{0,3})}$$

$$= \frac{1 \times 256,73 \times 1}{3,6 ((0,3 \times 7,19) + 5,43)}$$

$$= 9,40 \text{ m}^3/\text{det}$$

Tabel 4.11 Waktu Lengkung Hidrograf Nakayasu

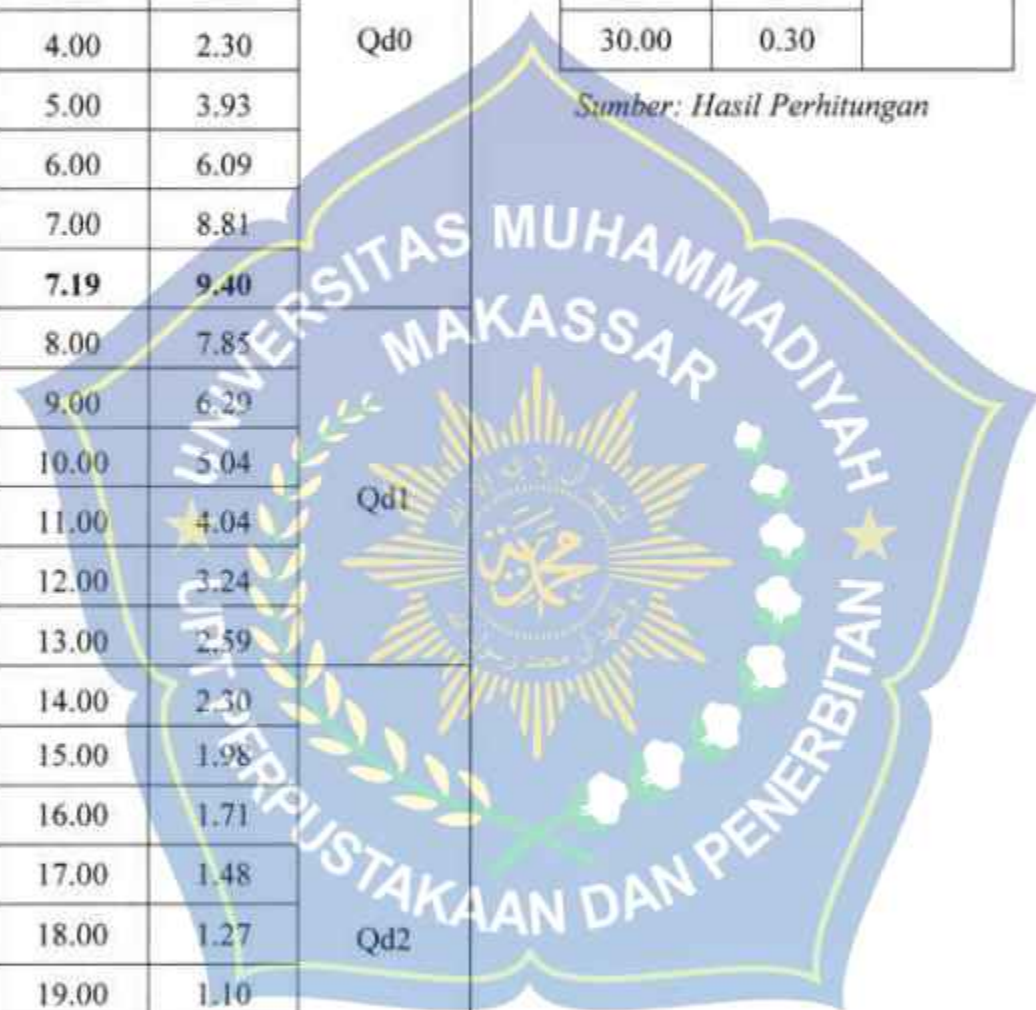
No	Karakteristik	Notasi	Awal (jam)		Akhir (jam)	
			Notasi	Nilai	Notasi	Nilai
1	Lengkung (Kurva) Naik	$Qd0$	0	0,000	T_p	7,190
2	Lengkung (Kurva) Turun tahap 1	$Qd1$	T_p	7,190	$T_p + T_{0,3}$	12,620
3	Lengkung (Kurva) Turun tahap 2	$Qd2$	$T_p + T_{0,3}$	12,620	$T_p + 1,5 T_{0,3}$	20,765
4	Lengkung (Kurva) Turun tahap 3	$Qd3$	$T_p + T_{0,3} + 1,5 T_{0,3}$	20,765	~	~

Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel 4.12 Ordinat Hidrograf Satuan Sintetik dengan Metode Nakayasu

t (jam)	Q (m ³ /jam)	Ket			
0.00	0.00	Qd0		24.00	0.59
1.00	0.08			25.00	0.53
2.00	0.44			26.00	0.47
3.00	1.15			27.00	0.42
4.00	2.30			28.00	0.38
5.00	3.93			29.00	0.34
6.00	6.09			30.00	0.30
7.00	8.81	Qd1		Qd3	
7.19	9.40				
8.00	7.85				
9.00	6.29				
10.00	5.04				
11.00	4.04				
12.00	3.24				
13.00	2.59	Qd2			
14.00	2.30				
15.00	1.98				
16.00	1.71				
17.00	1.48				
18.00	1.27				
19.00	1.10				
20.00	0.92				
21.00	0.82				
22.00	0.74				
23.00	0.66				

Sumber: Hasil Perhitungan



HSS METODE NAKAYASU



Gambar 4.5 Grafik Hidrograf Hujan Rancangan Nakayasu

Dari Grafik diatas merupakan hasil perhitungan hidrograf hujan rancangan Nakayasu dimana debit banjir tertinggi/puncak

($t = \text{jam}$) = 7,19 jam dengan debit 9,40 m³/dt.

Tabel 4.13 Hidrograf Banjir Rancangan Metode HSS Nakayasu dengan periode ulang 2 tahun

Jam	Qt	Akibat Intensitas Curah Hujan						Qbanjir
Ke	(m ³ /jam)	37.35	9.71	6.81	5.42	4.57	4.02	(m ³ /jam)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.00	0.08	2.99	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.99
2.00	0.44	16.43	0.78	0.00	0.00	0.00	0.00	17.21
3.00	1.15	42.95	4.27	0.54	0.00	0.00	0.00	47.76
4.00	2.30	85.91	11.17	3.00	0.43	0.00	0.00	100.51
5.00	3.93	146.79	22.33	7.83	2.38	0.37	0.00	179.70
6.00	6.09	227.46	38.16	15.66	6.23	2.01	0.32	289.84
7.00	8.81	329.05	59.13	26.76	12.47	5.26	1.77	434.44
7.19	9.40	351.09	85.55	41.47	21.30	10.51	4.62	514.54
8.00	7.85	293.20	91.27	60.00	33.01	17.96	9.25	504.69
9.00	6.29	234.93	76.22	64.01	47.75	27.83	15.80	466.54
10.00	5.04	188.24	61.08	53.46	50.95	40.26	24.48	418.47
11.00	4.04	150.89	48.94	42.83	42.55	42.96	35.42	363.59
12.00	3.24	121.01	39.23	34.32	34.09	35.87	37.79	302.31
13.00	2.59	96.74	31.46	27.51	27.32	28.75	31.56	243.34
14.00	2.30	85.91	25.15	22.06	21.90	23.03	25.29	203.34
15.00	1.98	73.95	22.33	17.64	17.56	18.46	20.26	170.20
16.00	1.71	63.87	19.23	15.66	14.04	14.81	16.24	143.85
17.00	1.48	55.28	16.60	13.48	12.47	11.84	13.02	122.69
19.00	1.10	41.09	14.37	11.65	10.73	10.51	10.41	98.76
20.00	0.92	34.36	10.68	10.08	9.27	9.05	9.25	82.69
21.00	0.82	30.63	8.93	7.49	8.02	7.81	7.96	70.84
22.00	0.74	27.64	7.96	6.27	5.96	6.76	6.87	61.46
23.00	0.66	24.65	7.19	5.58	4.99	5.03	5.95	53.39
24.00	0.59	22.04	6.41	5.04	4.44	4.20	4.42	46.55
25.00	0.53	19.80	5.73	4.49	4.01	3.75	3.70	41.48
26.00	0.47	17.55	5.15	4.02	3.58	3.38	3.30	36.98
27.00	0.42	15.69	4.56	3.61	3.20	3.02	2.97	33.05
28.00	0.38	14.19	4.08	3.20	2.87	2.70	2.65	29.69
29.00	0.34	12.70	3.69	2.86	2.55	2.42	2.37	26.59
30.00	0.30	11.21	3.30	2.59	2.28	2.15	2.13	23.66

Sumber: Hasil Perhitungan

Dari tabel diatas dinyatakan bahwa Debit maksimum di kala ulang 2 tahun jam

ke-7,19 dengan debit banjir $Q_2 = 514,54 \text{ m}^3/\text{jam}$

Tabel 4.14 Hidrograf Banjir Rancangan Metode HSS Nakayasu dengan periode
ulang 5 tahun

Jam	Qt	Akibat Intensitas Curah Hujan						Qbanjir
Ke	(m ³ /jam)	55.34	14.39	8.03	6.78	6.78	5.95	(m ³ /jam)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.00	0.08	4.43	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.43
2.00	0.44	24.35	1.15	0.00	0.00	0.00	0.00	25.50
3.00	1.15	63.64	6.33	0.64	0.00	0.00	0.00	70.61
4.00	2.30	127.28	16.55	3.53	0.54	0.00	0.00	147.90
5.00	3.93	217.49	33.10	9.23	2.98	0.54	0.00	263.34
6.00	6.09	337.02	56.55	18.47	7.80	2.98	0.48	423.30
7.00	8.81	487.55	87.64	31.56	15.59	7.80	2.62	632.76
7.19	9.40	520.20	126.78	48.90	26.65	15.59	6.84	744.96
8.00	7.85	434.42	135.27	70.74	41.29	26.65	13.69	722.06
9.00	6.29	348.09	112.96	75.48	59.73	41.29	23.38	660.93
10.00	5.04	278.91	90.51	63.04	63.73	59.73	36.24	592.16
11.00	4.04	223.57	72.53	50.51	53.22	63.73	52.42	515.98
12.00	3.24	179.30	58.14	40.47	42.65	53.22	55.93	429.71
13.00	2.59	143.33	46.62	32.44	34.17	42.65	46.71	345.92
14.00	2.30	127.28	37.27	26.02	27.39	34.17	37.43	289.56
15.00	1.98	109.57	33.10	20.80	21.97	27.39	29.99	242.82
16.00	1.71	94.63	28.49	18.47	17.56	21.97	24.04	205.16
17.00	1.48	81.90	24.61	15.90	15.59	17.56	19.28	174.84
19.00	1.10	60.87	21.30	13.73	13.42	15.59	15.41	140.32
20.00	0.92	50.91	15.83	11.88	11.59	13.42	13.69	117.32
21.00	0.82	45.38	13.24	8.83	10.03	11.59	11.78	100.85
22.00	0.74	40.95	11.80	7.39	7.46	10.03	10.17	87.80
23.00	0.66	36.52	10.65	6.58	6.24	7.46	8.81	76.26
24.00	0.59	32.65	9.50	5.94	5.56	6.24	6.55	66.44
25.00	0.53	29.33	8.49	5.30	5.02	5.56	5.47	59.17
26.00	0.47	26.01	7.63	4.74	4.47	5.02	4.88	52.75
27.00	0.42	23.24	6.76	4.26	4.00	4.47	4.40	47.13
28.00	0.38	21.03	6.04	3.77	3.59	4.00	3.93	42.36
29.00	0.34	18.82	5.47	3.37	3.19	3.59	3.51	37.95
30.00	0.30	16.60	4.89	3.05	2.85	3.19	3.15	33.73

Sumber: Hasil Perhitungan

Dari tabel diatas dinyatakan bahwa Debit maksimum di kala ulang 5 tahun jam

ke-7,19 dengan debit banjir $Q_5 = 744,96 \text{ m}^3/\text{Jam}$

Tabel 4.15 Hidrograf Banjir Rancangan Metode HSS Nakayasu dengan periode ulang 10 tahun

Jam Ke	Qt (m ³ /jam)	Akibat Intensitas Curah Hujan						Qbanjir (m ³ /jam)
		66.66	17.33	12.16	9.67	8.16	7.17	
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.00	0.08	5.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.33
2.00	0.44	29.33	1.39	0.00	0.00	0.00	0.00	30.72
3.00	1.15	76.66	7.63	0.97	0.00	0.00	0.00	85.26
4.00	2.30	153.32	19.93	5.35	0.77	0.00	0.00	179.37
5.00	3.93	261.97	39.86	13.98	4.25	0.65	0.00	320.71
6.00	6.09	405.96	68.11	27.97	11.12	3.59	0.57	517.32
7.00	8.81	587.27	105.54	47.79	22.24	9.38	3.15	775.37
7.19	9.40	626.60	152.68	74.05	38.00	18.77	8.25	918.35
8.00	7.85	523.28	162.90	107.13	58.89	32.07	16.49	900.76
9.00	6.29	419.29	136.04	114.30	83.19	49.69	28.18	832.69
10.00	5.04	335.97	109.01	95.46	90.90	71.89	43.67	746.90
11.00	4.04	269.31	87.34	76.49	75.91	76.70	63.17	648.92
12.00	3.24	215.98	70.01	61.29	60.82	64.06	67.40	539.56
13.00	2.59	172.65	56.15	49.13	48.74	51.33	56.28	434.28
14.00	2.30	153.32	44.88	39.40	39.07	41.13	45.10	362.90
15.00	1.98	131.99	39.86	31.49	31.33	32.97	36.14	303.78
16.00	1.71	113.99	34.31	27.97	25.05	26.44	28.97	256.73
17.00	1.48	98.66	29.63	24.08	22.24	21.13	23.23	218.97
19.00	1.10	73.33	25.65	20.79	19.15	18.77	18.57	176.26
20.00	0.92	61.33	19.06	18.00	16.54	16.16	16.49	147.58
21.00	0.82	54.66	15.94	13.38	14.31	13.95	14.20	126.44
22.00	0.74	49.33	14.21	11.19	10.64	12.08	12.26	109.71
23.00	0.66	44.00	12.82	9.97	8.90	8.98	10.61	95.28
24.00	0.59	39.33	11.44	9.00	7.93	7.51	7.89	83.10
25.00	0.53	35.33	10.22	8.03	7.16	6.69	6.60	74.03
26.00	0.47	31.33	9.18	7.17	6.38	6.04	5.88	65.98
27.00	0.42	28.00	8.15	6.44	5.71	5.39	5.31	59.00
28.00	0.38	25.33	7.28	5.72	5.13	4.81	4.73	53.00
29.00	0.34	22.66	6.59	5.11	4.54	4.32	4.23	47.45
30.00	0.30	20.00	5.89	4.62	4.06	3.84	3.80	42.21

Sumber: Hasil Perhitungan

Dari tabel diatas dinyatakan bahwa Debit Maksimum di kala ulang 10 tahun jam

ke-7,19 dengan Debit Banjir $Q_{10} = 918,35 \text{ m}^3/\text{Jam}$

Tabel 4.16 Hidrograf Banjir Rancangan Metode HSS Nakayasu dengan periode ulang 25 tahun

Jam	Qt (m ³ /jam)	Akibat Intensitas Curah Hujan						Qbanjir (m ³ /jam)
		77.52	20.16	14.14	11.24	9.49	8.34	
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.00	0.08	6.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.20
2.00	0.44	34.11	1.61	0.00	0.00	0.00	0.00	35.72
3.00	1.15	89.15	8.87	1.13	0.00	0.00	0.00	99.15
4.00	2.30	178.30	23.18	6.22	0.90	0.00	0.00	208.60
5.00	3.93	304.65	46.37	16.26	4.95	0.76	0.00	372.99
6.00	6.09	472.10	79.23	32.52	12.93	4.18	0.67	601.63
7.00	8.81	682.95	122.77	55.57	25.85	10.91	3.67	901.72
7.19	9.40	728.69	177.61	86.11	44.17	21.83	9.59	1068.00
8.00	7.85	608.53	189.50	124.57	68.45	37.30	19.18	1047.53
9.00	6.29	487.60	158.26	132.92	99.02	57.79	32.78	968.37
10.00	5.04	390.70	126.81	111.00	105.66	83.61	50.79	868.57
11.00	4.04	313.18	101.61	88.94	88.23	89.21	73.48	754.65
12.00	3.24	251.16	81.45	71.27	70.70	74.50	78.40	627.48
13.00	2.59	200.78	65.32	57.13	56.65	59.69	65.47	505.04
14.00	2.30	178.30	52.21	45.81	45.41	47.83	52.46	422.02
15.00	1.98	153.49	46.37	36.62	36.42	38.34	42.03	353.27
16.00	1.71	132.56	39.92	32.52	29.11	30.75	33.69	298.55
17.00	1.48	114.73	34.47	28.00	25.85	24.58	27.02	254.65
19.00	1.10	85.27	29.84	24.18	22.26	21.83	21.60	204.98
20.00	0.92	71.32	22.18	20.93	19.22	18.79	19.18	171.62
21.00	0.82	63.57	18.55	15.55	16.64	16.23	16.51	147.05
22.00	0.74	57.36	16.53	13.01	12.36	14.05	14.26	127.57
23.00	0.66	51.16	14.92	11.59	10.34	10.44	12.34	110.79
24.00	0.59	45.74	13.31	10.46	9.22	8.73	9.17	96.63
25.00	0.53	41.09	11.89	9.33	8.32	7.78	7.67	86.08
26.00	0.47	36.43	10.68	8.34	7.42	7.02	6.84	76.73
27.00	0.42	32.56	9.48	7.49	6.63	6.26	6.17	68.59
28.00	0.38	29.46	8.47	6.65	5.96	5.60	5.50	61.64
29.00	0.34	26.36	7.66	5.94	5.28	5.03	4.92	55.19
30.00	0.30	23.26	6.85	5.37	4.72	4.46	4.42	49.08

Sumber: Hasil Perhitungan

Dari tabel diatas dinyatakan bahwa Debit Maksimum di kala ulang 25 tahun jam

ke-7,19 dengan Debit Banjir $Q_{25} = 1068,00 \text{ m}^3/\text{jam}$

Tabel 4.17 Hidrograf Banjir Rancangan Metode HSS Nakayasu dengan periode ulang 50 tahun

Jam	Qt	Akibat Intensitas Curah Hujan						Qbanjir
Ke	(m ³ /jam)	91.56	20.16	16.71	13.28	11.21	9.85	(m ³ /jam)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.00	0.08	7.32	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.32
2.00	0.44	40.29	1.61	0.00	0.00	0.00	0.00	41.90
3.00	1.15	105.29	8.87	1.34	0.00	0.00	0.00	115.50
4.00	2.30	210.59	23.18	7.35	1.06	0.00	0.00	242.18
5.00	3.93	359.83	46.37	19.22	5.84	0.90	0.00	432.16
6.00	6.09	557.60	79.23	38.43	15.27	4.93	0.79	696.25
7.00	8.81	806.64	122.77	65.67	30.54	12.89	4.33	1042.84
7.19	9.40	860.66	177.61	101.76	52.19	25.78	11.33	1229.33
8.00	7.85	718.75	189.50	147.22	80.88	44.06	22.66	1203.07
9.00	6.29	575.91	158.26	157.07	117.00	68.27	38.71	1115.22
10.00	5.04	461.46	126.81	131.17	124.83	98.76	59.99	1003.02
11.00	4.04	369.90	101.61	105.11	104.25	105.37	86.78	873.02
12.00	3.24	296.65	81.45	84.22	83.53	88.00	92.59	726.44
13.00	2.59	237.14	65.32	67.51	66.93	70.51	77.32	584.73
14.00	2.30	210.59	52.21	54.14	53.65	56.50	61.96	489.05
15.00	1.98	181.29	46.37	43.28	43.03	45.29	49.64	408.90
16.00	1.71	156.57	39.92	38.43	34.40	36.32	39.79	345.43
17.00	1.48	135.51	34.47	33.09	30.54	29.03	31.91	294.55
19.00	1.10	100.72	29.84	28.57	26.29	25.78	25.51	236.71
20.00	0.92	84.24	22.18	24.73	22.71	22.20	22.66	198.72
21.00	0.82	75.08	18.55	18.38	19.65	19.17	19.50	170.33
22.00	0.74	67.75	16.53	15.37	14.61	16.59	16.84	147.69
23.00	0.66	60.43	14.92	13.70	12.22	12.33	14.58	128.18
24.00	0.59	54.02	13.31	12.37	10.89	10.31	10.84	111.74
25.00	0.53	48.53	11.89	11.03	9.83	9.19	9.06	99.53
26.00	0.47	43.03	10.68	9.86	8.76	8.30	8.08	88.71
27.00	0.42	38.46	9.48	8.86	7.84	7.40	7.29	79.33
28.00	0.38	34.79	8.47	7.85	7.04	6.61	6.50	71.26
29.00	0.34	31.13	7.66	7.02	6.24	5.94	5.81	63.80
30.00	0.30	27.47	6.85	6.35	5.58	5.27	5.22	56.74

Sumber: Hasil Perhitungan

Dari tabel diatas dinyatakan bahwa Debit Maksimum di kala ulang 50 tahun jam

ke-7,19 dengan Debit Banjir $Q_{50} = 1229,33 \text{ m}^3/\text{jam}$

Tabel 4.18 Hidrograf Banjir Rancangan Metode HSS Nakayasu dengan periode ulang 100 tahun

Jam	Qt	Akibat Intensitas Curah Hujan						Qbanjir
Ke	(m ³ /jam)	102.09	26.55	18.63	14.80	12.50	10.98	(m ³ /jam)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.00	0.08	8.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	8.17
2.00	0.44	44.92	2.12	0.00	0.00	0.00	0.00	47.04
3.00	1.15	117.40	11.68	1.49	0.00	0.00	0.00	130.57
4.00	2.30	234.81	30.53	8.20	1.18	0.00	0.00	274.72
5.00	3.93	401.21	61.07	21.42	6.51	1.00	0.00	491.21
6.00	6.09	621.73	104.34	42.85	17.02	5.50	0.88	792.32
7.00	8.81	899.41	161.69	73.22	34.04	14.38	4.83	1187.57
7.19	9.40	959.65	233.91	113.46	58.16	28.75	12.63	1406.56
8.00	7.85	801.41	249.57	164.13	90.13	49.13	25.25	1379.62
9.00	6.29	642.15	208.42	175.12	130.39	76.13	43.15	1275.36
10.00	5.04	514.53	167.00	146.25	139.12	110.13	66.87	1143.90
11.00	4.04	412.44	133.81	117.18	116.18	117.50	96.73	993.84
12.00	3.24	330.77	107.26	93.90	93.09	98.13	103.21	826.36
13.00	2.59	264.41	86.02	75.27	74.59	78.63	86.19	665.11
14.00	2.30	234.81	68.76	60.36	59.79	63.00	69.06	555.78
15.00	1.98	202.14	61.07	48.25	47.95	50.50	55.34	465.25
16.00	1.71	174.57	52.57	42.85	38.33	40.50	44.36	393.18
17.00	1.48	151.09	45.40	36.89	34.04	32.38	35.58	335.38
19.00	1.10	112.30	39.29	31.86	29.30	28.75	28.44	269.94
20.00	0.92	93.92	29.21	27.57	25.31	24.75	25.25	226.01
21.00	0.82	83.71	24.43	20.49	21.90	21.38	21.74	193.65
22.00	0.74	75.55	21.77	17.14	16.28	18.50	18.78	168.02
23.00	0.66	67.38	19.65	15.28	13.62	13.75	16.25	145.93
24.00	0.59	60.23	17.52	13.79	12.14	11.50	12.08	127.26
25.00	0.53	54.11	15.66	12.30	10.95	10.25	10.10	113.37
26.00	0.47	47.98	14.07	10.99	9.77	9.25	9.00	101.06
27.00	0.42	42.88	12.48	9.87	8.73	8.25	8.13	90.34
28.00	0.38	38.79	11.15	8.76	7.84	7.38	7.25	81.17
29.00	0.34	34.71	10.09	7.82	6.96	6.63	6.48	72.69
30.00	0.30	30.63	9.03	7.08	6.22	5.88	5.82	64.66

Sumber : Hasil Perhitungan

Dari tabel diatas dinyatakan bahwa Debit Maksimum di kala ulang 100 tahun jam

ke-7,19 dengan Debit Banjir $Q_{100} = 1406,56 \text{ m}^3/\text{jam}$

Tabel 4.19 Hidrograf Banjir Rancangan Metode HSS Nakayasu dengan periode ulang 200 tahun

Jam	Qt	Akibat Intensitas Curah Hujan						Qbanjir
Ke	(m ³ /jam)	112.59	29.28	20.54	16.33	13.79	12.11	(m ³ /jam)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.00	0.08	9.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9.01
2.00	0.44	49.54	2.34	0.00	0.00	0.00	0.00	51.88
3.00	1.15	129.48	12.88	1.64	0.00	0.00	0.00	144.00
4.00	2.30	258.96	33.67	9.04	1.31	0.00	0.00	302.98
5.00	3.93	442.48	67.34	23.62	7.19	1.10	0.00	541.73
6.00	6.09	685.67	115.07	47.24	18.78	6.07	0.97	873.80
7.00	8.81	991.92	178.32	80.72	37.56	15.86	5.33	1309.71
7.19	9.40	1058.35	257.96	125.09	64.18	31.72	13.93	1551.23
8.00	7.85	883.83	275.23	180.96	99.45	54.19	27.85	1521.51
9.00	6.29	708.19	229.85	193.08	143.87	83.98	47.59	1406.56
10.00	5.04	567.45	184.17	161.24	153.50	121.49	73.75	1261.60
11.00	4.04	454.86	147.57	129.20	128.19	129.63	106.69	1096.14
12.00	3.24	364.79	118.29	103.52	102.72	108.25	113.83	911.40
13.00	2.59	291.61	94.87	82.98	82.30	86.74	95.06	733.56
14.00	2.30	258.96	75.84	66.55	65.97	69.50	76.17	612.99
15.00	1.98	222.93	67.34	53.20	52.91	55.71	61.03	513.12
16.00	1.71	192.53	57.97	47.24	42.29	44.68	48.92	433.63
17.00	1.48	166.63	50.07	40.67	37.56	35.72	39.24	369.89
19.00	1.10	123.85	43.33	35.12	32.33	31.72	31.36	297.71
20.00	0.92	103.58	32.21	30.40	27.92	27.30	27.85	249.26
21.00	0.82	92.32	26.94	22.59	24.17	23.58	23.98	213.58
22.00	0.74	83.32	24.01	18.90	17.96	20.41	20.71	185.31
23.00	0.66	74.31	21.67	16.84	15.02	15.17	17.92	160.93
24.00	0.59	66.43	19.32	15.20	13.39	12.69	13.32	140.35
25.00	0.53	59.67	17.28	13.56	12.08	11.31	11.14	125.04
26.00	0.47	52.92	15.52	12.12	10.78	10.20	9.93	111.47
27.00	0.42	47.29	13.76	10.89	9.63	9.10	8.96	99.63
28.00	0.38	42.78	12.30	9.65	8.65	8.14	7.99	89.51
29.00	0.34	38.28	11.13	8.63	7.68	7.31	7.14	80.17
30.00	0.30	33.78	9.96	7.81	6.86	6.48	6.42	71.31

Sumber: Hasil Perhitungan

Dari tabel diatas dinyatakan bahwa Debit Maksimum di Kala Ulang 200 Tahun

jam ke-7,19 dengan Debit Banjir $Q_{200} = 1551,23 \text{ m}^3/\text{jam}$

Tabel 4.20 Rekapitulasi Debit Banjir Rancangan Metode HSS Nakayasu

Jam Ke	Qt (m ³ /jam)	Qp (m ³ /dt)						
		2th	5th	10 th	25th	50 th	100th	200 th
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.00	0.08	2.99	4.43	5.33	6.20	7.32	8.17	9.01
2.00	0.44	17.21	25.50	30.72	35.72	41.90	47.04	51.88
3.00	1.15	47.76	70.61	85.26	99.15	115.50	130.57	144.00
4.00	2.30	100.51	147.90	179.37	208.60	242.18	274.72	302.98
5.00	3.93	179.70	263.34	320.71	372.99	432.16	491.21	541.73
6.00	6.09	289.84	423.30	517.32	601.63	696.25	792.32	873.80
7.00	8.81	434.44	632.76	775.37	901.72	1042.84	1187.57	1309.71
7.19	9.40	514.54	744.96	918.35	1068.00	1229.33	1406.56	1551.23
8.00	7.85	504.69	722.06	900.76	1047.53	1203.07	1379.62	1521.51
9.00	6.29	466.54	660.93	832.69	968.37	1115.22	1275.36	1406.56
10.00	5.04	418.47	592.16	746.90	868.57	1003.02	1143.90	1261.60
11.00	4.04	363.59	515.98	648.92	754.65	873.02	993.84	1096.14
12.00	3.24	302.31	429.71	539.56	627.48	726.44	826.36	911.40
13.00	2.59	243.34	345.92	434.28	505.04	584.73	665.11	733.56
14.00	2.30	203.34	289.56	362.90	422.02	489.05	555.78	612.99
15.00	1.98	170.20	242.82	303.78	353.27	408.90	465.25	513.12
16.00	1.71	143.85	205.16	256.73	298.55	345.43	393.18	433.63
17.00	1.48	122.69	174.84	218.97	254.65	294.55	335.38	369.89
19.00	1.10	98.76	140.32	176.26	204.98	236.71	269.94	297.71
20.00	0.92	82.69	117.32	147.58	171.62	198.72	226.01	249.26
21.00	0.82	70.84	100.85	126.44	147.05	170.33	193.65	213.58
22.00	0.74	61.46	87.80	109.71	127.57	147.69	168.02	185.31
23.00	0.66	53.39	76.26	95.28	110.79	128.18	145.93	160.93
24.00	0.59	46.55	66.44	83.10	96.63	111.74	127.26	140.35
25.00	0.53	41.48	59.17	74.03	86.08	99.53	113.37	125.04
26.00	0.47	36.98	52.75	65.98	76.73	88.71	101.06	111.47
27.00	0.42	33.05	47.13	59.00	68.59	79.33	90.34	99.63
28.00	0.38	29.69	42.36	53.00	61.64	71.26	81.17	89.51
29.00	0.34	26.59	37.95	47.45	55.19	63.80	72.69	80.17
30.00	0.30	23.66	33.73	42.21	49.08	56.74	64.66	71.31

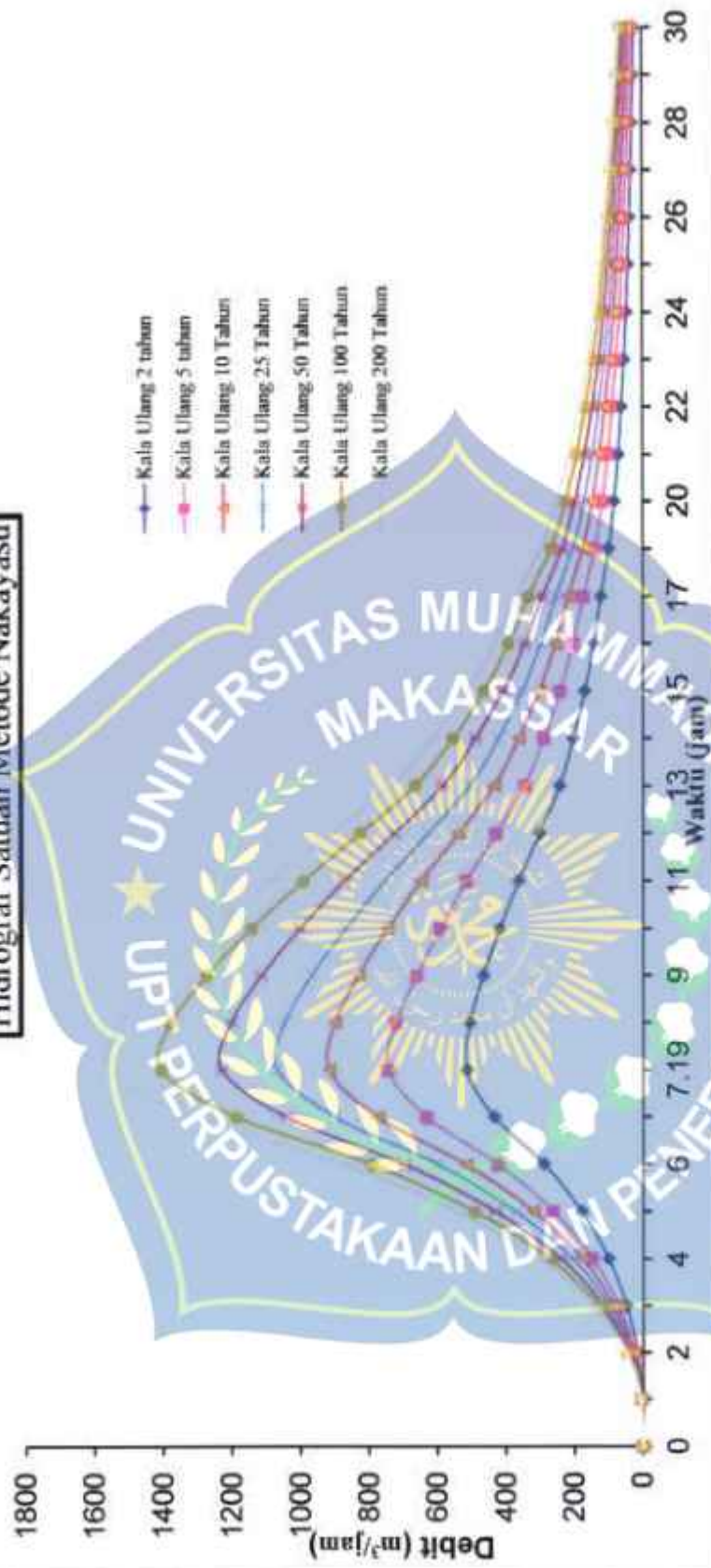
Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel 4.21 Rekapitulasi Debit Banjir Rancangan Metode HSS Nakayasu

Jam	Kala Ulang						
Ke	2	5	10	25	50	100	200
	Tahun	Tahun	Tahun	Tahun	Tahun	Tahun	Tahun
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	2.99	4.43	5.33	6.20	7.32	8.17	9.01
2	17.21	25.50	30.72	35.72	41.90	47.04	51.88
3	47.76	70.61	85.26	99.15	115.50	130.57	144.00
4	100.51	147.90	179.37	208.60	242.18	274.72	302.98
5	179.70	263.34	320.71	372.99	432.16	491.21	541.73
6	289.84	423.30	517.32	601.63	696.25	792.32	873.80
7	434.44	632.76	775.37	901.72	1042.84	1187.57	1309.71
7.19	514.54	744.96	918.35	1068.00	1229.33	1406.56	1551.23
8	504.69	722.06	900.76	1047.53	1203.07	1379.62	1521.51
9	466.54	660.93	832.69	968.37	1115.22	1275.36	1406.56
10	418.47	592.16	746.90	868.57	1003.02	1143.90	1261.60
11	363.59	515.98	648.92	754.65	873.02	993.84	1096.14
12	302.31	429.71	539.56	627.48	726.44	826.36	911.40
13	243.34	345.92	434.28	505.04	584.73	665.11	733.56
14	203.34	289.56	362.90	422.02	489.05	555.78	612.99
15	170.20	242.82	303.78	353.27	408.90	465.25	513.12
16	143.85	205.16	256.73	298.55	345.43	393.18	433.63
17	122.69	174.84	218.97	254.65	294.55	335.38	369.89
19	98.76	140.32	176.26	204.98	236.71	269.94	297.71
20	82.69	117.32	147.58	171.62	198.72	226.01	249.26
21	70.84	100.85	126.44	147.05	170.33	193.65	213.58
22	61.46	87.80	109.71	127.57	147.69	168.02	185.31
23	53.39	76.26	95.28	110.79	128.18	145.93	160.93
24	46.55	66.44	83.10	96.63	111.74	127.26	140.35
25	41.48	59.17	74.03	86.08	99.53	113.37	125.04
26	36.98	52.75	65.98	76.73	88.71	101.06	111.47
27	33.05	47.13	59.00	68.59	79.33	90.34	99.63
28	29.69	42.36	53.00	61.64	71.26	81.17	89.51
29	26.59	37.95	47.45	55.19	63.80	72.69	80.17
30	23.66	33.73	42.21	49.08	56.74	64.66	71.31
Qmax	514.54	744.96	918.35	1068.00	1229.33	1406.56	1551.23

Sumber: Hasil Perhitungan

Hidrograf Satuan Metode Nakayasu



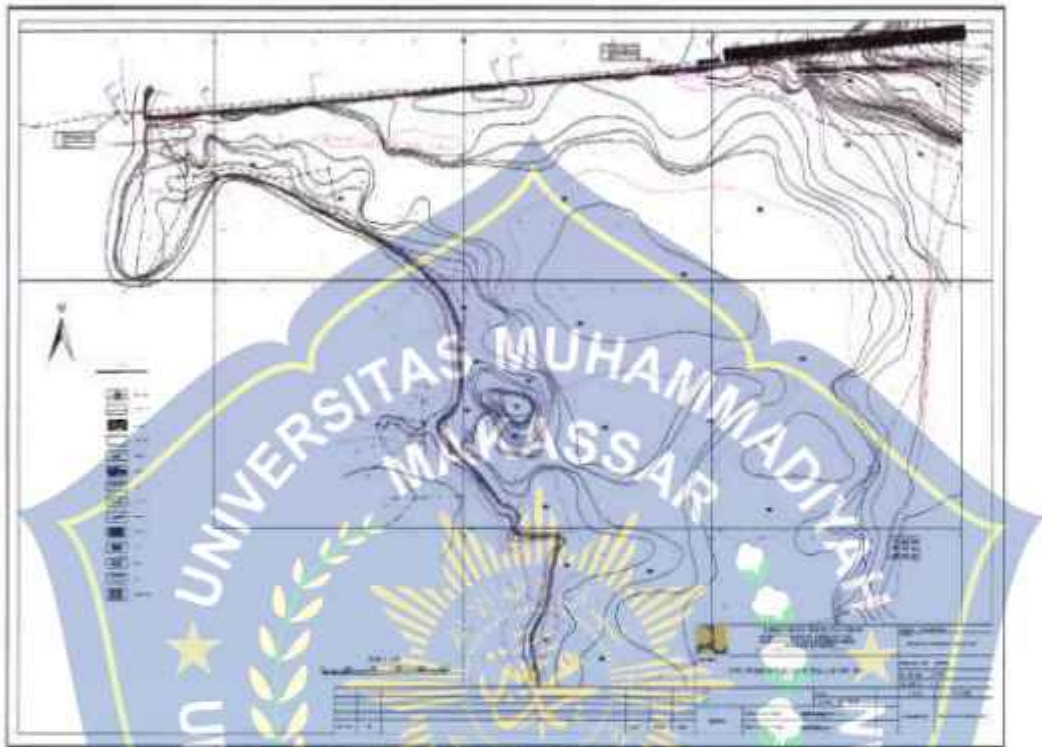
Gambar 4.6 Grafik Hidrograf Banjir Metode HSS Nakayasu

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Dari grafik diatas dapat disimpulkan bahwa debit banjir tertinggi (puncak) berada pada T jam ke 7,19 dari kala ulang mulai dari 2, 5, 10, 25, 50, 100, dan 200 tahun. Dengan debit tertinggi Q_{200} dengan debit 1551,23 m³/jam.

F. Perhitungan Kapasitas Tampungan Kolam Regulasi Nipa-Nipa

Berdasarkan data peta topografi yang tersedia, maka dilakukan perhitungan volume tampungan. Adapun gambar konturnya dapat dilihat pada gambar 4.7.



Gambar 4.7 Peta Topografi Waduk Kolam Regulasi Nipa-Nipa

Berdasarkan gambar kontur di atas, maka dapat dihitung luas untuk setiap elevasi dengan bantuan software AutoCAD. Dengan dilakukan perhitungan volume Kolam Regulasi Nipa-Nipa. Perhitungan ini berdasarkan pada peta topografi dengan skala 1:2.500 dan beda tinggi kontur 1 m. Sedangkan Volume untuk tiap elevasi dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut ini.

$$V_x = \frac{1}{3} \times Z \times (F_y + F_x + \sqrt{F_y \times F_x}) \dots\dots\dots(2.38)$$

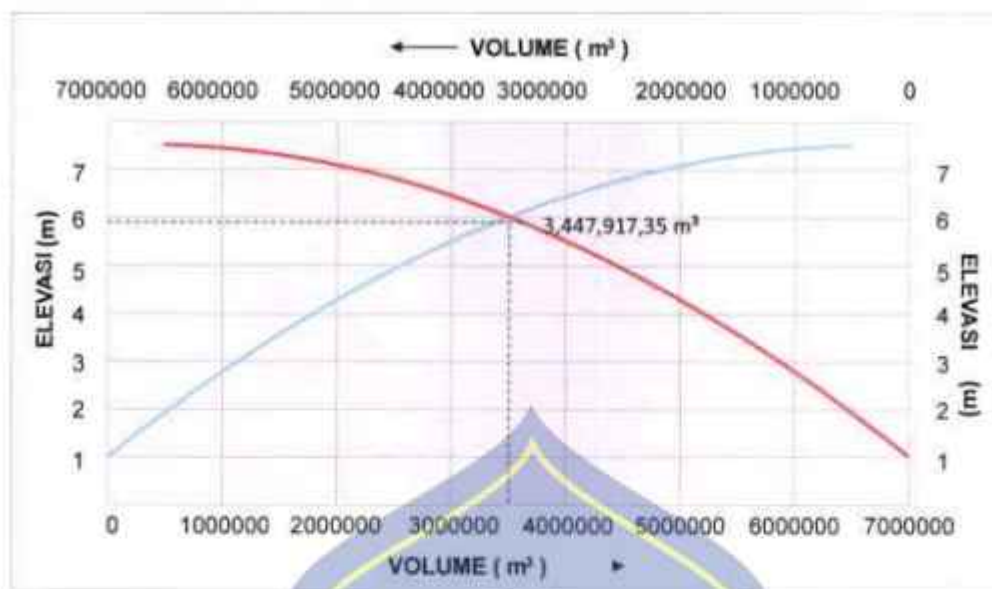
Perhitungan elevasi, volume , dan luas waduk kolam regulasi nipa-nipa dapat dilihat pada tabel 4.22 perhitungan dibawa, hasil perhitungannya luas kemudian dikumulatikan

Tabel 4.22 Perhitungan Hubungan Elevasi Dengan Luas dan Volume

Elevasi (m)	Luas Area (m ²)	Jumlah Luas Komulatif (m ²)	Volume (m ³)	Volume Komulatif (m ³)
0	0,000	0	0	0
1.5	1.537	1.537	1.024.67	1.024.67
2	3.596	5.133	2.909.67	3.934.34
2.5	20.245	25.378	15.207.67	19.142.01
3	80.786	106.184	62.316.67	81.458.68
3.5	100.187	206.351	102.179.33	183.638.01
4	159.720	366.071	175.263.67	358.901.68
4.5	272.924	638.995	303.973.00	662.874.68
5	493.676	1.132.671	542.115.67	1.204.990.35
5.5	700.435	1.833.106	844.513.67	2.049.504.02
6	1.181.067	3.014.173	1.398.413.33	3.447.917.35

(Sumber : Perhitungan)

Data hasil perhitungan pada tabel 4.22 kemudian diplot menjadi grafik lengkung kapasitas waduk kolam regulasi nipa-nipa seperti pada gambar berikut.



Gambar 4.8 Grafik Hubungan Elevasi Dengan Luas dan Volume

Berdasarkan grafik hubungan elevasi dengan volume dan luas, maka kapasitas optimal waduk yang ditunjukkan oleh titik perpotongan antara volume dan luas waduk berada pada elevasi 6 m berdasarkan perhitungan luas dan volume yang disajikan pada tabel 2.22 volume kapasitas tampungan waduk pada elevasi 6 m adalah $\pm 3.447.917.35 \text{ m}^3$ dengan luas $\pm 1.181.067 \text{ m}^2$.



Gambar 4.9 Profil Tampungan Waduk Kolam Regulasi Nipa-Nipa

G. Perhitungan Efektifitas Kapasitas Tampungan Kolam Regulasi Nipa-Nipa

Efektifitas tampungan waduk pada saat

$$Q_{200} = \frac{\text{Kapasitas maks}}{Q_{\text{maks}}} \dots\dots\dots(2.31)$$

$$Q_{200} = \frac{3,850,000 \text{ m}^3}{1,551,123 \text{ m}^3/\text{jam}} = 2,481,9 \text{ jam} = 103 \text{ hari}$$

H. Fluktuasi Muka Air Waduk

Analisis fluktuasi muka air waduk dilakukan dengan pengamatan data elevasi tinggi muka air waduk Kolam Regulasi Nipa-Nipa pada jam 08.00 di setiap bulannya. Pengamatan data elevasi tinggi muka air waduk mulai di amati dari tanggal 1 desember 2020 hingga tanggal 24 april 2021. Uraian mengenai hasil flutuasi muka air waduk dapat dijelaskan pada tabel yang terlampir dan grafik berikut :



GRAFIK BULANAN (FLUKTUASI)



Gambar 4.10 Data Elevasi Tinggi Muka Air Waduk di Bulan Desember Tahun 2020

Peningka tan elevasi air waduk sebesar +6,32 m dari tanggal 1 desember 2020 sampai 31 desember 2020 dan penurunan tanpa pengisian sebesar +5,98 m.

GRAFIK BULANAN (FLUKTUASI)



Gambar 4.11 Data Elevasi Tinggi Muka Air Waduk di Bulan Januari Tahun 2021

Peningkatan elevasi air waduk sebesar +6,25 dari tanggal 1 Januari 2021 sampai 31 Januari 2021 sebesar +6,25 m dan penurunan tanpa pengisian sebesar +4,97 m.

GRAFIK BULANAN (FLUKTUASI)



Gambar 4.12 Data Elevasi Tinggi Muka Air Waduk di Bulan Februari Tahun 2021

Peningkatan elevasi dari waduk sebesar +5,45 m dari tanggal 1 februari 2021 sampai 28 februari 2021 dan penurunan sebesar +4,65 m.

GRAFIK BULANAN (FLUKTUASI)



Gambar 4.13 Data Elevasi Tinggi Muka Air Waduk di Bulan Maret Tahun 2021

Peningkatan elevasi air waduk sebesar 16,48 m dari tanggal 1 maret 2021 sampai 31 maret 2021 dan penurunan tanpa pengisian sebesar +5,59 m.

GRAFIK BULANAN (FLUKTUASI)



Gambar 4.14 Data Elevasi Tinggi Muka Air Waduk di Bulan April Tahun 2021

Peningkatan elevasi air waduk sebesar +6,04 dan tanggal 1 april 2021 sampai 24 april 2021 dan penurunan sebesar +5,61 m.

I. Pembahasan

1. Kapasitas Tampungan

Dari hasil analisis perhitungan kapasitas tampungan waduk Kolam Regulasi Nipa-Nipa tersebut, maka diperoleh nilai kapasitas tampungan berdasarkan kondisi topografinya pada elevasi 6 m adalah $\pm 3,447,917,35 \text{ m}^3$ dengan luas $\pm 1,181.1067 \text{ m}^2$.

Dengan hasil perhitungan volume tampungan berdasarkan ketersediaan lahan dan penelusuran banjir yang dimana nilai tampungan maksimum lebih dari pada volume tampungan yang tersedia dilapangan, maka perencanaan kapasitas tampungan kolam regulasi nipa-nipa dapat digunakan untuk mengurangi banjir yang terjadi pada DAS nipa-nipa.

2. Efektifitas Tampungan Waduk

Berdasarkan analisis hidrologi yang meliputi curah hujan wilayah, curah rencana, dan debit banjir rencana hingga HSS Nakayasu maka diperoleh nilai debit banjir rencana maksimum adalah $1,551,23 \text{ m}^3/\text{jam}$. Tampungan waduk dapat disimpulkan Efektifitas pada saat $Q_{200} = 3,850,000 / 1,551,23 = 2,481,9 \text{ jam} = 103 \text{ hari}$. Sehingga menjadikan Waduk Kolam Regulasi Nipa-Nipa menjadi efektif dalam mengurangi banjir dikota makassar.

3. Fluktuasi muka air waduk

Berdasarkan data penelitian tinggi muka air waduk pada Kolam Regulasi Nipa-Nipa dengan memperhatikan peningkatan dan penurunan elevasi air waduk per-jam pada tiap hari dalam satu bulanya, maka hasil yang didapatkan dalam menganalisis data dari bulan desember tahun 2020 hingga bulan april tahun 2021. Dapat di lihat peningkatan elevasi air waduk yang tertinggi terjadi pada bulan maret dengan elevasi +6,48 m dan penurunan elevasi muka air tanpa pengisian yang terendah terjadi pada bulan februari tahun 2021 sebesar +4,65 m. Masing-masing bulan dihitung penurunan air waduk rata-ratanya, pada bulan desember tahun 2020 air waduk turun rata-rata 0,34 m, bulan janoari 2021 1,28 m, bulan bulan februari 0,8 m, bulan maret 0,89 m, dan bulan April 0,88 m. Dengan nilai-nilai ini maka dihitung penurunan Fluktuasi muka air waduk yang turun dengan menambahkan seluruh nilai rata-rata penurunan air perbulan lalu di bagi sesuai jumlah bulan yang diamati datanya. Setelah dihitung maka penurunan muka air waduk rata-rata 0,838 m/bulan pada saat cuaca cerah dan tidak ada input dari sungai.

BAB V

PENUTUP

A. Simpulan

Dari uraian pada bagian pembahasan hasil penelitian maka dapat dikemukakan beberapa hal yang menjadi kesimpulan sebagai berikut :

1. Volume tampungan dan luas dari Waduk Kolam Regulasi Nipa-Nipa diperoleh nilai tampungan maksimum yang terjadi adalah sebesar $\pm 3,447,917,35 \text{ m}^3$ dengan luas $\pm 1,181,1067 \text{ m}^2$. Waduk Kolam Regulasi Nipa-Nipa efektivitas menampung air banjir pada Q₁₀₀ sampai 103 hari.
2. Fluktuasi muka air waduk turun rata-rata 0,838 m/bulan pada saat cuaca cerah dan tidak ada lagi input dari sungai.

B. Saran

Untuk penelitian selanjutnya berdasarkan penelitian yang telah dilaksanakan :

1. Perlu adanya analisis lanjutan mengenai umur Waduk Kolam Regulasi Nipa – Nipa.
2. Sebaiknya dilakukan penelitian lanjutan untuk sedimentasi area genangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Agus, A.S., Mudjiatko, dan Sujatmoko, B. (2015). *Analisis Kapasitas Tampung Waduk Sungai Paku Kecamatan Kampar Kiri Kabupaten Kampar*. Volum 2 No. 02, Halaman 3. Bandung.
- Akbar, (2019). *Tinjauan Perencanaan Bendung Bajo Provinsi Sulawesi Selatan*. Skripsi. Tidak diterbitkan, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar, Makassar.
- Arief Rosyidie, (2013). *Banjir: Fakta Dan Dampaknya, Serta Pengaruh Dari Perubahan Guna Lahan*. Institute Teknologi Bandung, Bandung
- Asdak, Chay (2010). *Hidrologi dan Pengolahan Daerah Aliran Sungai*. UGM Press, Yogyakarta.
- Asmoro, W. (2007). *Evaluasi Kinerja Waduk Wadaslintang*. Fakultas Teknik UNDIP.
- Badan Standarisasi Nasional, (2021). *Standar Nasional Indonesia (SNI). SNI 2415:2016. Tata Cara Perhitungan Debit Banjir Rencana*. Jakarta.
- Gunawan, T.(2013) *Review Pedoman Penyusunan Karakteristik DAS*. Makalah pada saluran sosialisasi PP. 73 tentang pengolahan DAS. Manado 7-9 Maret 2019.
- Hermawan, PT Virama Karya, (2013). *Laporan Akhir Review DD. Kolam Regulasi Nipa Nipa Kabupaten Maros. Kementerian Pekerjaan Umum*

Direktorat Jenderal Sumber Daya Air, Satker Balai Besar Wilayah Sungai Pompengan – Jeneberang, Makassar.

Ilmu, Graha. (2011). *Teknik Perhitungan Debit Rencana Bangunan Air*, I Made Kamiana, Yogyakarta.

K. Linsley Ray, Joseph, B. F., dkk. (1989). *Teknik Sumber Daya Air*. Jilid 1. Erlangga, Jakarta.

Limantara, L.M. (2010). *Hidrologi Praktis*. LUBUK Agung, Bandung.

Pengawas Kolam Regulasi Nipa Nipa. Dibuat oleh BBWS Pompengan Jeneberang, Video Youtube, 2019.

Peraturan Menteri Nomor 72/PRT/1997, tentang Bendungan.

Saiby, A.M.S., Hasanuddin A.H. (2018). *Studi Kapasitas Tampung Waduk Nipa Nipa Sebagai Upaya Penanggulangan Banjir Kota Makassar*. Prosiding Seminar Hasil Penelitian (SNP2M) 2018 (pp.126-131). Teknik Sipil Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar.

Sani, Asrul. (2008). *Analisis Kapasitas Waduk Dengan metode Ripple dan Behaviour (Studi Kasus Pada Waduk Mamak Sumbawa)*. Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Yogyakarta.

Sarono, W dan Asmoro, W. (2007). *Evaluasi Kinerja Waduk Wadas Lintang*. Universitas Diponegoro, Semarang.

Satriani. (2020). *Analisis Kapasitas Tampung Kolam Regulasi Nipa-Nipa dengan Metode Ripple*. Program Pascasarjana Jurusan Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin, Makassar.

Soemarto, cd, dan purnomo wahyu indarto. (1999). *Hidrologi Teknik Edisi Ke-2 Dengan Perbaikan*. Erlangga, Jakarta.

Sosrodarsono, Suryono Dan Masateru Tominaga. (2008) . *Perbaikan Dan Pengertian Sungai*. Pradnya Paramita, Jakarta.

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

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

Triatmodjo, Bambang. (1993). *Hidrolika I*. Beta, Yogyakarta.

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

Wijaya, A., Gunawan, G., dan Besperi. (2015). *Analisis Debit Puncak Das Air Bengkulu Untuk Pengendalian Banjir dengan Menggunakan Program HEC-HMS*, Fakultas Teknik, Universitas Bengkulu. Bengkulu.

